

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – CECEN
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

ANNA BEATRIZ VIDAL PAVÃO

**GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NAS AULAS
EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA: Práticas e estratégias de sustentabilidade**

São Luís

2025

ANNA BEATRIZ VIDAL PAVÃO

**GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NAS AULAS
EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA: Práticas e estratégias de sustentabilidade**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Química
Licenciatura da Universidade Estadual
do Maranhão para o grau de licenciatura
em Química.

Orientador: Prof. Dr. Alamgir Khan.

São Luís

2025

Pavão, Anna Beatriz Vidal

Gerenciamento e tratamento de resíduos químicos nas aulas experimentais de química: práticas e estratégias de sustentabilidade. / Anna Beatriz Vidal Pavão, Alamgir Khan. – São Luís, MA, 2025.

87 f

Monografia (Graduação em Química licenciatura) - Universidade Estadual do Maranhão, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Alamgir Khan.

1.Resíduos Químicos. 2.Gerenciamento. 3.Tratamento. I.Título.

CDU:502.131.1:614.75

ANNA BEATRIZ VIDAL PAVÃO

**GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NAS AULAS
EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA: Práticas e estratégias de sustentabilidade**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Química Licenciatura da
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA,
para obtenção do grau de licenciatura em
Química.

Aprovado em: 15/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ALAMGIR KHAN**
Data: 24/07/2025 21:18:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador 1

Prof. Dr. Alamgir Khan (Orientador)
Departamento de Química – UEMA

Documento assinado digitalmente
 **RAQUEL MARIA TRINDADE FERNANDES**
Data: 30/07/2025 15:32:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador 2

Profa. Dra. Raquel Maria Trindade Fernandes
Departamento de Química – UEMA

Documento assinado digitalmente
 **WILLIAM DA SILVA CARDOSO**
Data: 29/07/2025 07:09:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador 3

Prof. Dr. William da Silva Cardoso
Departamento de Química – UEMA

São Luís

2025

Dedico este trabalho a Deus, à minha família e aos amigos que sempre me apoiaram durante essa jornada. Sem o carinho, incentivo e paciência de vocês, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, agradeço por ter me concedido forças, sabedoria e resiliência para chegar até aqui. Sem a Sua presença em minha vida, nada disso seria possível.

A minha família, minha base sólida e porto seguro, deixo todo o meu amor e gratidão. Em especial à minha mãe Josyara Martins Vidal, ao meu pai Luis Antonio Lemos Pavão e ao meu irmão Antonio Lucas Vidal Pavão, que são minha fonte de força e inspiração. A vocês, que sempre me apoiaram de maneira incondicional, que acreditaram nos meus sonhos mesmo quando eu mesma duvidei, meu muito obrigada. Cada palavra de incentivo, cada gesto de carinho e cada demonstração de apoio foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente. Amo vocês mais que tudo.

Aos meus amigos e a todas as amizades que construí ao longo desta jornada acadêmica, deixo meu reconhecimento e carinho. Em especial a Ana Carolina, Flavia Alessandra, Gabriele Lima, Lorena e Raynara, que tornaram essa caminhada mais leve, divertida e até mais suportável. Juntas, dividimos alegrias, enfrentamos momentos de desespero, e acima de tudo, criamos memórias inesquecíveis (dentro e fora do ambiente acadêmico), que levarei comigo por toda a vida. Sou imensamente grata por cada conversa e cada demonstração de companheirismo.

Agradeço também ao meu namorado Maycon Diogo, a quem tive o prazer de conhecer durante esta jornada. Costumam dizer que o destino é uma nova forma de enxergar a vida — hoje entendo o verdadeiro significado disso. Você me mostrou um novo olhar sobre o mundo, com mais coragem, mais leveza e mais força para seguir. Você me inspira diariamente a ser alguém melhor, e sou profundamente grata por todo o cuidado, amor e acolhimento que me oferece. Te amo.

A todos os meus professores, que com dedicação e competência contribuíram significativamente para a minha formação acadêmica e pessoal, deixo minha sincera gratidão. Cada ensinamento e cada desafio proposto foram fundamentais para a construção do meu conhecimento.

Em especial, agradeço ao meu orientador, Alamgir Khan, pela paciência, pela sinceridade e por toda a orientação durante o desenvolvimento deste trabalho. Seu apoio

e comprometimento foram essenciais para que eu pudesse superar os obstáculos e aprimorar meu percurso acadêmico.

Por fim, agradeço à Universidade Estadual do Maranhão, que me proporcionou não apenas conhecimento, mas também experiências e vivências que ultrapassam os muros da sala de aula. Sou grata por ter feito parte dessa instituição.

E a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória: o meu mais sincero e eterno agradecimento.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.”

Provérbios 16:3

RESUMO

O aumento das discussões sobre questões ambientais, principalmente a partir da década de 1970, evidenciou a necessidade de repensar modelos de produção e consumo, com reflexos diretos nas instituições de ensino. Como centros de formação e pesquisa, as universidades possuem papel fundamental na promoção de práticas sustentáveis, incluindo o gerenciamento adequado de resíduos químicos gerados em laboratórios. O presente trabalho, desenvolvido no campo do curso de Química, tem como objetivo principal analisar e propor estratégias eficazes para o manuseio sustentável dos resíduos químicos gerados em laboratórios acadêmicos da Universidade Estadual do Maranhão. A metodologia adotada no estudo incluiu abordagens tanto qualitativas quanto quantitativas envolvendo ações de sensibilização com alunos dos cursos diferentes por meio de banners e conversas em sala de aula, aplicação de um formulário para avaliar o conhecimento dos estudantes sobre o tema e processos de gerenciamento, caracterização, tratamento e descarte dos resíduos coletados. Os resultados revelaram que, embora existam práticas de segregação, armazenamento e gerenciamento dos resíduos, ainda há um certo nível de desconhecimento entre os alunos sobre esses procedimentos. A caracterização dos resíduos mostrou variações importantes em pH e concentração de sólidos dissolvidos, exigindo métodos de tratamento específicos. O estudo reforça a importância de integrar a gestão ambiental ao planejamento estratégico da universidade, propondo o aperfeiçoamento das ações voltadas para sensibilização e educação ambiental. Essas medidas visam não apenas atender à legislação vigente, mas também consolidar uma cultura institucional comprometida com a sustentabilidade e a segurança nos laboratórios.

Palavras-chave: Resíduos Químicos; Gerenciamento; Tratamento; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The increase in discussions on environmental issues, especially since the 1970s, has highlighted the need to rethink production and consumption models, with direct repercussions on educational institutions. As training and research centers, universities play a fundamental role in promoting sustainable practices, including the proper management of chemical waste generated in laboratories. The main aim of this study, carried out in the field of Chemistry, is to analyze and propose effective strategies for the sustainable handling of chemical waste generated in academic laboratories at the State University of Maranhão. The methodology adopted in the study included both qualitative and quantitative approaches involving awareness-raising actions with students from the different courses through banners and classroom talks, the application of a form to assess students' knowledge of the subject and processes for managing, characterizing, treating and disposing of the waste collected. The results revealed that although there are practices for segregating, storing and managing waste, there is still a certain level of ignorance among students about these procedures. The characterization of the waste showed significant variations in pH and concentration of dissolved solids, requiring specific treatment methods. The study reinforces the importance of integrating environmental management into the university's strategic planning, proposing the improvement of actions aimed at environmental awareness and education. These measures aim not only to comply with current legislation, but also to consolidate an institutional culture committed to sustainability and safety in laboratories.

Keywords: Chemical Waste; Management; Disposal; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de Hommel ou Losango NFPA.....	20
Figura 2 - Sensibilização do projeto com os alunos do curso de Química Licenciatura/CECEN/UEMA	32
Figura 3 - Sensibilização realizada aos alunos de diferentes cursos de graduação. (1) Engenharia de Pesca/CCA; (2) Agronomia/CCA.....	33
Figura 4 - Sensibilização realizada aos alunos do curso de Química Licenciatura/CECEN.	33
Figura 5 - Identificação externa dos laboratórios utilizados. (1) Laboratório de Zoologia; (2) LABMORFIA	51
Figura 6 - Identificação externa dos laboratórios utilizados. (1) MIPABIO; (2) Laboratório de Biologia Vegetal e Marinha.....	52
Figura 7 – Acondicionamento dos resíduos gerados em aulas práticas de Química.....	53
Figura 8 – Acondicionamento dos resíduos gerados em aulas práticas de Química.....	53
Figura 9 – Resíduos coletados no almoxarifado.....	54
Figura 10 – Resíduos coletados no almoxarifado.....	54
Figura 11 – Diluição dos resíduos do almoxarifado	57
Figura 12 – Diluição dos resíduos de práticas laboratoriais (período de 2024.2 e 2025.1)	57
Figura 13 – Medição das propriedades físico-químicas dos resíduos coletados.....	58
Figura 14 – Bombonas de resíduos remanescentes	61
Figura 15 – Testes para ajuste de pH dos resíduos	63
Figura 16 – Resultados obtidos através dos testes realizados.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das perguntas por eixo temático.	30
Tabela 2 – Perguntas relacionadas ao Eixo 2.....	37
Tabela 3 – Perguntas relacionadas ao Eixo 3.....	40
Tabela 4 – Perguntas vinculadas ao Eixo 4	43
Tabela 5 – Perguntas vinculadas ao Eixo 5	45
Tabela 6 – Perguntas vinculadas ao Eixo 6	48
Tabela 7 – Laboratórios quem atendem disciplinas de Química.....	51
Tabela 8 – Quantidade de disciplinas atendidas no semestre de 2024. 2 e 2025.1	52
Tabela 9 – Volume total dos resíduos coletados.....	56
Tabela 10 – Propriedades físico-químicas das amostras de resíduos (2024.2).....	59
Tabela 11 – Propriedades físico-químicas das amostras de resíduos (2025.1)	59
Tabela 12 – Propriedades físico-químicas dos resíduos do almoxarifado	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente a pergunta vinculada ao eixo 1.....	35
Gráfico 2 – Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente a pergunta vinculada ao eixo 1.....	36
Gráfico 3 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 2.....	38
Gráfico 4 - Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 2.....	38
Gráfico 5 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 3.....	40
Gráfico 6 – Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 3.....	41
Gráfico 7 - Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 4.....	43
Gráfico 8 - Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 4.....	44
Gráfico 9 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 5.....	46
Gráfico 10 – Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 5.....	46
Gráfico 11 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 6.....	48
Gráfico 12 – Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 6.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. Resíduos Químicos: Conceitos e Classificações.....	17
2.1.1. Classificação dos resíduos perigosos a partir ABNT NBR 10.004/2004	18
2.1.1.1. Inflamabilidade	18
2.1.1.2. Corrosividade:	19
2.1.1.3. Reatividade:	19
2.1.1.4. Toxicidade	19
2.1.1.5. Patogenicidade (ou infectocontagiosidade):	19
2.1.2. Diagrama de Hommel.....	19
2.1.3. Gerenciamento de resíduos químicos	20
2.1.4. Tratamento de resíduos químicos	22
2.2. Regulação dos Resíduos Químicos: Leis e Normas Vigentes	23
2.2.1. Legislação Federal Aplicável à Gestão de Resíduos Químicos	23
2.2.2. Legislação Estadual Aplicável à Gestão de Resíduos Químicos	24
2.2.3. Legislação Municipal Aplicável à Gestão de Resíduos Químicos	25
2.3. Educação Ambiental.....	25
3. OBJETIVOS	28
3.1. Objetivo Geral.....	28
3.2. Objetivos Específicos	28
4. METODOLOGIA	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1. Sensibilização e apresentação de banners.....	32
5.2. Aplicação do formulário	34
5.2.1. Eixo 1 – Geração de resíduos	35
5.2.2. Eixo 2 – Identificação de resíduos	37
5.2.3. Eixo 3 – Armazenamento de resíduos	39
5.2.4. Eixo 4 – Disposição de resíduos	43
5.2.5. Eixo 5 - Tratamento de resíduos	45
5.2.6. Eixo 6 – Gerenciamento de resíduos	47
5.3. Gerenciamento e caracterização.....	50
5.4. Tratamento e descarte dos resíduos	61
6. CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS.....	67
APÊNDICES.....	75
ANEXOS	81

1. INTRODUÇÃO

As atenções voltadas para questões ambientais ganharam destaque global desde o final da década de 60 e início da década de 70, como resposta às consequências negativas provocadas pelos modelos de produção e consumo existentes na época. Tal situação evidenciou a urgência de repensar o desenvolvimento econômico, exigindo transformações significativas nos hábitos sociais, na formulação de políticas públicas e na criação de marcos legais que orientassem a relação entre o ser humano e a natureza (Souto *et al.* 2022).

Nesse contexto, torna-se essencial buscar alternativas de desenvolvimento que respeitem as fragilidades e limitações do meio ambiente (Monteiro, 2020). A sustentabilidade, nesse cenário, tem emergido como um tema estratégico, integrando-se de forma crescente às políticas e planejamentos em diferentes setores — incluindo o poder público, o setor privado, organizações da sociedade civil e o meio acadêmico — com o objetivo de preservar a vida e os recursos naturais (Zandonai *et al.* 2014).

As instituições de ensino, por sua função formadora e papel social, assumem uma responsabilidade crescente diante das questões ambientais (Andrade *et al.* 2016). Entre os desafios enfrentados, destaca-se a gestão de resíduos químicos gerados em laboratórios universitários — uma consequência inevitável das atividades acadêmicas e de pesquisa. Embora esses laboratórios não sejam os maiores geradores desses resíduos, armazenam grandes volumes de substâncias utilizadas diariamente em práticas experimentais. O manejo inadequado, seja no armazenamento ou no descarte, representa um risco significativo ao meio, em especial devido às diferentes características físico-químicas e graus de periculosidade desses materiais (Souza, 2014).

A Química, apesar de indispensável para o avanço da sociedade, pode acarretar sérios impactos ambientais, quando mal administrada. Embora o foco costume recair sobre as indústrias como principais fontes geradoras, as instituições de ensino também geram uma diversidade significativa desses resíduos por meio de atividades práticas, o que demanda atenção e responsabilidade ambiental (Murcia Fandiño e Marín, 2021).

Dessa forma, integrar a gestão ambiental ao planejamento estratégico das instituições de ensino é fundamental para que suas atividades ocorram de uma forma mais sustentável. Isso envolve a incorporação de práticas que minimizem os danos

causados ao meio ambiente, a implementação de mecanismos de controle, bem como a avaliação dos resultados e a disseminação dessas informações junto à comunidade acadêmica. Essa transparência fortalece o papel educativo das instituições, estimula a reflexão crítica, promove novas iniciativas, além de contribuir para o desenvolvimento de uma cultura voltada à conservação ambiental (Oliveira, 2017).

Assim, o objetivo deste trabalho está centrado em analisar as práticas existentes de gerenciamento e descarte dos resíduos químicos gerados em laboratórios universitários. Para isso, serão identificados os principais tipos de resíduos, avaliadas suas características físico-químicas, implementadas técnicas de tratamento e reciclagem, bem como desenvolvidas ações para sensibilizar a comunidade acadêmica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Resíduos Químicos: Conceitos e Classificações.

Não se pode negar que o avanço industrial trouxe inúmeras contribuições para o desenvolvimento da sociedade, promovendo inovações tecnológicas, avanço econômico e melhores condições de vida. Porém, esse progresso também gerou consequências negativas, entre elas o aumento exponencial da geração de resíduos.

Sisinno (2002, p.13) diz que:

O crescimento populacional das sociedades de consumo vem contribuindo para o aumento da quantidade e variedade de resíduos que precisam ser descartados para dar lugar a novos bens de consumo, formando um ciclo que não para de agredir o ambiente. (Sisinno, p.13)

Isso evidencia que, nas sociedades modernas, o ritmo acelerado de produção e descarte intensifica a degradação ambiental, já que o meio ambiente não consegue acompanhar essa dinâmica de consumo.

Nesse contexto, é possível inferir que, no Brasil, o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos — especialmente dos resíduos químicos — só começou a receber atenção normativa a partir dos anos 90. Antes disso, não existiam diretrizes técnicas consolidadas nem um marco legal que orientasse sua gestão. Foi apenas em 1993 que surgiram as primeiras normativas específicas, com a publicação das NBRs 12.807 e 12.808 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), além da Resolução nº 5/1993 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que passam a regulamentar aspectos voltados ao manejo, ao armazenamento e a destinação segura desses resíduos (Arantes e Günther, 2023).

A classificação e o gerenciamento adequado dos resíduos químicos são regidos por um conjunto de normas técnicas e regulatórias que visam garantir a proteção à saúde pública e ao meio ambiente, como a ABNT NBR 10.004/2004, que classifica os resíduos sólidos em três categorias principais: Classe I (Perigosos), que inclui os resíduos químicos por suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade; Classe II A (Não Inertes); e Classe II B (Inertes). Dessa forma, as normas convergem ao identificar os resíduos químicos como materiais de alta periculosidade, exigindo controle rigoroso em todas as etapas de seu manejo.

Os resíduos perigosos se caracterizam por exigirem medidas rigorosas de controle e gerenciamento, em razão de sua elevada periculosidade e dos riscos que representam à saúde humana e ao meio ambiente. A seguir, apresenta-se a classificação desses resíduos conforme os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 10.004/2004.

2.1.1. Classificação dos resíduos perigosos a partir ABNT NBR 10.004/2004

O processo de classificação dos resíduos, segundo a norma em questão, é definido por:

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004).

Desta forma, pode-se perceber que a classificação de resíduos não é um processo aleatório ou genérico, mas sim técnico e fundamentado, que envolve etapas fundamentais e necessárias para chegar a um resultado final.

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 10.004/2004, a Classe I abrange os resíduos perigosos, definidos como aqueles que, em razão de suas características físico-químicas, biológicas ou infectocontagiosas, podem apresentar riscos significativos à saúde pública, à segurança dos trabalhadores e ao meio ambiente. Essa classe inclui substâncias que, isoladas ou em combinação, podem causar efeitos adversos em organismos vivos, além de contaminar o solo, os corpos hídricos e a atmosfera. Assim, tais características são classificadas por:

2.1.1.1. Inflamabilidade

Estão inseridos nesta classificação os resíduos que possuem alto potencial de combustão sob condições normais de temperatura e pressão. Isso inclui líquidos com ponto de fulgor inferior a 60 °C. Além disso, incluem-se substâncias que, não estando no estado líquido, à temperatura de 25 °C e pressão atmosférica, são capazes de inflamar, mantendo uma queima intensa e de difícil extinção. Também são consideradas inflamáveis as substâncias com propriedades oxidantes, ou seja, capazes de liberar oxigênio e intensificar a combustão de outros materiais.

2.1.1.2. Corrosividade:

Os resíduos com tal característica apresentam pH (potencial hidrogeniônico) inferior a 2 ou superior a 12,5, capazes de corroer metais ou causar queimaduras à pele. Ácidos e bases fortes, como por exemplo o ácido clorídrico concentrado ou hidróxido de sódio.

2.1.1.3. Reatividade:

Uma substância é considerada reativa quando apresenta instabilidade química significativa, sendo capaz de reagir de forma violenta e imediata, mesmo sem detonar. Esse tipo de resíduo pode interagir de maneira agressiva com a água resultando em reações violentas, formação de misturas que liberam gases ou vapores tóxicos em concentrações suficientes para causar danos à saúde pública ou ao meio ambiente.

2.1.1.4. Toxicidade

Resíduos que, mesmo em pequenas quantidades, podem causar efeitos adversos à saúde humana ou ao meio ambiente por inalação, ingestão ou contato dérmico. Exemplo: metais pesados como mercúrio, chumbo, cádmio, bem como pesticidas e alguns reagentes laboratoriais.

2.1.1.5. Patogenicidade (ou infectocontagiosidade):

Resíduos contaminados com agentes biológicos viáveis que possam causar infecção em seres humanos ou animais. Embora mais associados a resíduos de serviços de saúde, também podem ser gerados em laboratórios de microbiologia.

2.1.2. Diagrama de Hommel

De forma complementar, para garantir segurança aos processos relacionados ao manuseio e transporte de resíduos, o Diagrama de Hommel ou Losango NFPA (National Fire Protection Association), representado na figura 1, torna-se útil. Pois este refere-se a uma ferramenta visual comumente utilizada para comunicar os perigos que uma substância oferece.

Figura 1 – Diagrama de Hommel ou Losango NFPA



Fonte: Paula e Otenio, 2018

O losango mostrado acima é dividido em quatro quadrantes, cada um representado por uma cor diferente, onde cada uma delas representa os riscos associados aos resíduos (representados no anexo 1). Trata-se de uma ferramenta de extrema significância, principalmente para garantir segurança no manuseio dessas substâncias.

O domínio dessas informações é fundamental, especialmente para aqueles que atuam em laboratórios e lidam diretamente com substâncias químicas, pois representa um compromisso essencial com a própria segurança, com a segurança coletiva e com o uso responsável dos materiais presentes no ambiente laboratorial.

2.1.3. Gerenciamento de resíduos químicos

Nos dias atuais, a gestão dos resíduos químicos representa um enorme desafio, não só para a sustentabilidade ambiental, mas também para a saúde pública. A crescente produção de substâncias químicas e a grande diversidade dos resíduos gerados, exigem estratégias eficazes para minimizar os impactos negativos causados por eles (Silva e Mendes, 2009).

Levando em consideração que a geração de resíduos químicos não é uma exclusividade das indústrias, Afonso *et al.* (2003) afirma que:

A ausência de um órgão fiscalizador, a falta de visão e o descarte inadequado levaram muitas universidades a poluir o meio ambiente, promover o desperdício de material e arcar com o mau gerenciamento dos produtos sintetizados ou manipulados. Houve realmente um tempo onde os resíduos eram jogados na pia dos laboratórios sem preocupação sequer com a segurança do aluno. (Afonso *et al.* 2003)

A situação descrita acima pelo autor, é um retrato do passado (e ainda de alguns contextos atuais), que evidencia a ausência de políticas ambientais bem estruturadas ou de cultura de responsabilidade socioambiental em instituições de ensino. Principalmente quando é levado em consideração que, durante décadas, muitas universidades funcionaram sem um órgão que fiscalizasse de forma eficaz o gerenciamento dos resíduos gerados nesse meio, lacuna essa que acabou favorecendo a adoção de práticas incorretas e potencialmente perigosas (Afonso *et al.* 2003).

Atualmente, muitas instituições de ensino superior já estão adotando estratégias mais amplas e sustentáveis para o gerenciamento dos resíduos. Nos laboratórios universitários voltados ao ensino de química, esforços têm se concentrado na racionalização do uso de reagentes, no controle rigoroso do armazenamento dos resíduos gerados, bem como na adoção de métodos que diminuam a periculosidade desses resíduos. Além disso, busca-se transformar ou tratar os subprodutos de maneira que permitam o reaproveitamento de componentes úteis ou facilitem o descarte final de forma ambientalmente segura e tecnicamente adequada (Capelo, Siquene e Morgado, 2023).

Desta forma, é obrigatória a criação e a implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ). Gonçalves *et al.* (2011), o define como:

Um conjunto de procedimentos de gestão que visam o correto gerenciamento dos resíduos produzidos no estabelecimento. São planejados e implementados pelo responsável legal do estabelecimento gerador, baseados em diretrizes científicas, normativas e legais. (Gonçalves *et al.* 2011).

Assim, segundo a autora, qualquer instituição que produza resíduos perigosos, incluindo os de natureza química, deve desenvolver e aplicar um programa específico para a gestão desses resíduos, seja o Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos ou o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, conforme exigido pela legislação federal. Esta medida é essencial para garantir a manipulação adequada

desses materiais, prevenindo riscos à saúde humana e ao meio ambiente (Gonçalves *et al.*, 2011).

Portanto, é importante que a instituição assuma um compromisso com a implantação e a manutenção de um programa de gerenciamento de resíduos. A iniciativa deve ir além do cumprimento formal da legislação, logo, deve refletir uma postura responsável e contínua frente às questões ambientais e de saúde pública. Quando a implementação ocorre de forma superficial ou desorganizada, as chances de fracasso aumentam, o que pode gerar desmotivação das equipes envolvidas e resistência a futuras tentativas de correção. Por isso, o sucesso depende de planejamento sólido, engajamento dos gestores, capacitação técnica dos envolvidos e monitoramento constante (Jardim, 1998).

2.1.4. Tratamento de resíduos químicos

O tratamento dos resíduos químicos de laboratório é uma etapa essencial, que deve ser realizado de forma a considerar as normas ambientais e de segurança. De acordo com Machado *et al.* (2009), este processo tem início na segregação correta dos resíduos na própria fonte geradora, que vai permitir a identificação adequada e, conseqüentemente, a adoção de métodos eficazes de descarte.

Para resíduos ácidos e básicos, o método de neutralização é recomendado, desde que o pH seja ajustado a uma faixa de neutralidade e a manipulação seja feita em pequenas escalas (Schneider, Gamba e Albertini, 2011). Seguindo os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, o pH final da mistura deve estar entre 6 e 9.

Os resíduos orgânicos, especialmente solventes, merecem atenção devida. Nascimento Filho *et al.* (2011) reforça que a mistura de solventes compromete o processo de recuperação e impõe o encaminhamento para empresas especializadas, nesse meio estão incluídos também os solventes vencidos, contaminados e não identificados.

Os resíduos salinos, por sua vez, apresentam menor perigo. Quando identificados e segregados corretamente, podem ser tratados através do método de diluição e descarte posterior, desde que a solução resultante não seja tóxica (Machado *et al.* 2009). Em situações em que há misturas desconhecidas de resíduos, estes devem ser armazenados e encaminhados para uma empresa licenciada.

Logo, o processo de tratamento dos resíduos em laboratórios pode ser realizado desde que seja viável e haja um controle dos reagentes envolvidos, além de priorizar a segregação na fonte geradora.

2.2. Regulação dos Resíduos Químicos: Leis e Normas Vigentes

A definição de resíduos sólidos, segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), é dada por:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010).

É importante ressaltar que não há, no Brasil, uma lei específica e exclusiva que trate apenas do gerenciamento de resíduos químicos gerados por instituições de ensino e pesquisa. Mas isso não significa que essas instituições estejam desobrigadas de realizar uma gestão adequada desses resíduos. Pelo contrário, elas estão incluídas na estrutura de diversas normas legais mais amplas, que tratam do gerenciamento de resíduos perigosos e resíduos de serviços de saúde, levando em consideração a natureza das atividades desenvolvidas.

O gerenciamento de resíduos químicos, bem como o de outros tipos de resíduos, é regido por um conjunto de marcos legais em três esferas: federal, estadual e municipal.

2.2.1. Legislação Federal Aplicável à Gestão de Resíduos Químicos

A crescente preocupação com as questões ambientais tem impulsionado a adoção de práticas mais responsáveis no tratamento e na destinação de resíduos, especialmente aqueles com potencial de causar danos significativos à saúde humana e ao meio ambiente, como os resíduos químicos. De acordo com Oliveira (2020), o gerenciamento adequado desses resíduos é uma ação estratégica na proteção ambiental, devendo priorizar a não geração, a minimização e o reaproveitamento, de forma a evitar processos que contribuam para a degradação dos ecossistemas.

Porém, a realidade brasileira ainda revela uma considerável distância entre a geração de resíduos e seu devido tratamento e descarte. De acordo com o que afirma Penatti e Guimarães (2008):

Esta problemática quase sempre é evitada até o momento em que acarretam ameaças, iniquidades e conflitos ambientais mais graves às pessoas que estão diretamente ligadas a esses contextos, tais como as populações que habitam o entorno de áreas degradadas. (Penatti e Guimarães, 2008).

A sociedade, de forma geral, tende a ignorar problemas relacionados ao descarte inadequado de resíduos, inclusive os resíduos químicos, até que esses problemas se tornem críticos, ou seja, até que passem a causar ameaças reais à saúde ou conflitos ambientais sérios. Esses efeitos negativos geralmente atingem primeiro as comunidades mais vulneráveis, que vivem próximas a locais de descarte ou acúmulo de resíduos, onde há alta degradação ambiental (Penatti e Guimarães, 2008).

Nesse contexto, o Brasil dispõe de um conjunto de normas e legislações federais, conforme mostra o anexo 1, que regulamentam a gestão de resíduos químicos. Esses instrumentos estabelecem critérios para a classificação, o armazenamento seguro, o transporte, o tratamento e a disposição final desses resíduos, além de atribuir responsabilidades específicas aos geradores e operadores. Entre os principais marcos estão a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e outros decretos que regulamentam o manejo e a rastreabilidade de resíduos perigosos. A observância dessas normas é essencial para garantir não apenas a conformidade legal, mas também para fomentar uma cultura institucional voltada à sustentabilidade e à preservação ambiental.

Percebe, então, que a nível federal, o Brasil conta com um arcabouço de normas que desempenham um papel fundamental no que diz respeito a classificação dos resíduos químicos e, concomitante a isso, ao gerenciamento e descarte. De forma a estabelecer diretrizes que visam à proteção ambiental, à saúde pública e à segurança no manuseio desses materiais.

2.2.2. Legislação Estadual Aplicável à Gestão de Resíduos Químicos

As legislações estaduais, representadas no apêndice 1, são de fundamental importância, pois servem de complemento para as normas de níveis federais. No estado do Maranhão, o gerenciamento de resíduos químicos é regulamentado por diversas legislações, dentre as quais estabelecem responsabilidades claras para produtores,

comerciantes e usuários de produtos químicos, além de promoverem práticas sustentáveis e a proteção ambiental.

Logo, é possível perceber que o conjunto de normas estaduais mostradas no apêndice 1, abrangem desde o controle de resíduos perigosos, como estabelecido pela Lei nº 8.521/2006 e seu decreto regulamentador, até a logística reversa prevista no Decreto nº 38.140/2023. Além disso, políticas voltadas à sustentabilidade ambiental e redução de impactos, como a Lei nº 11.578/2021 e seu decreto correlato, fortalecem a gestão integrada dos resíduos. Complementarmente, o Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos do Maranhão (PEGRS-MA) fornece diretrizes estratégicas para o manejo sustentável e a destinação adequada desses resíduos, assegurando a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

2.2.3. Legislação Municipal Aplicável à Gestão de Resíduos Químicos

O município de São Luís, capital do estado do Maranhão, dispõe de um arcabouço legal próprio, representado no apêndice 2, voltado à gestão dos resíduos sólidos, alinhado às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Esse conjunto de normas busca garantir a destinação ambientalmente adequada dos resíduos urbanos, incluindo os de natureza química, com ênfase na responsabilidade compartilhada entre o poder público, grandes geradores e a sociedade civil.

Desta forma, observa-se que o município de São Luís conta com normativas consistentes, que regulam a gestão dos resíduos sólidos, incluindo os de natureza química. Tais normativas estabelecem critérios claros, que vão desde o controle desses resíduos até a destinação final dos mesmos. Assim, a integração das diretrizes federais, estaduais e municipais fortalece e evidencia a importância do cumprimento das normas para a preservação do meio ambiente e da saúde pública. No que tange as práticas laboratoriais e outras atividades poluidoras, o conhecimento dessas diretrizes é fundamental para garantir uma gestão responsável.

2.3. Educação Ambiental

As questões ambientais estão emergindo como tópicos cruciais nos debates e preocupações globais entre as esferas públicas, privadas e na sociedade em geral. Por tais razões, as universidades, que são espaços voltados para a produção e disseminação

de conhecimento, tem responsabilidade de se envolver na reflexão crítica sobre esses temas (Silva e Mendes, 2009).

Segundo o que afirma Bortolon e Siqueira (2014), a responsabilidade ambiental está associada à valorização e proteção da natureza. A conservação dos recursos naturais deixou de ser uma questão local e passou a ser uma prioridade em escala global, tornando indispensável o comprometimento de todas as nações com essa causa.

Assim, a sustentabilidade pode ser compreendida como um conceito transformador, capaz de promover a renovação dos modelos educacionais tradicionais, ainda baseados em princípios competitivos. Nesse contexto, ela representa uma oportunidade para que a educação incorpore uma nova cultura, fundamentada na paz e na cooperação, contribuindo para a construção de ambientes escolares mais colaborativos e menos competitivos (Gadotti, 2008).

Logo, a Educação Ambiental é um processo essencial para a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a sustentabilidade e preservação do meio ambiente (Pereira e Melo, 2024). Segundo a Lei nº 9.795/1999:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999).

Ou seja, trata-se de um processo contínuo, que visa não apenas à transmissão de informações, como também a formação integral do cidadão, promovendo a consciência crítica e a responsabilidade socioambiental. Essa formação deve permitir que as pessoas compreendam a importância do meio ambiente como um bem de uso comum, essencial à qualidade de vida e à sustentabilidade. Assim, a educação ambiental busca transformar a relação da sociedade com a natureza, incentivando práticas que contribuam para o equilíbrio ecológico e para a construção de um futuro mais justo e sustentável para todos (Brasil, 1999).

Nesse sentido, estado do Maranhão conta com Plano Estadual de Educação Ambiental (2017), um documento essencial para balizar políticas, programas e projetos voltados à conscientização ambiental no estado. Estruturado com base nos princípios da transversalidade, interdisciplinaridade e participação social, o plano aborda temáticas prioritárias, como escolas sustentáveis, gestão de resíduos sólidos, conservação de

recursos hídricos e combate ao desmatamento. O plano representa um marco estratégico para enfrentar os desafios ambientais do estado e promover a sustentabilidade.

Relacionar a educação ambiental com a gestão de resíduos químicos originados nos laboratórios universitários, no contexto do Plano Estadual de Educação Ambiental, por exemplo, pode ser uma abordagem eficaz para promover práticas sustentáveis e conscientes dentro desses espaços. Desta forma, pode-se perceber que, ao ser aplicada nesse contexto, a educação ambiental pode não apenas educar a comunidade acadêmica sobre o impacto ambiental dessas práticas, mas também promover uma cultura de responsabilidade.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar as práticas de gerenciamento de resíduos químicos oriundos de atividades experimentais do curso de Química da Universidade Estadual do Maranhão, por meio da articulação entre ações de sensibilização, levantamento dos resíduos gerados, caracterização e análise da conformidade com a legislação ambiental vigente.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar os principais tipos de resíduos químicos gerados nos laboratórios do ensino de Química.
- Avaliar as características físico-químicas dos resíduos das práticas coletadas.
- Realizar o tratamento necessário dos resíduos antes do descarte.
- Sensibilizar a comunidade acadêmica sobre a importância da gestão adequada de resíduos químicos.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho seguiu a proposta metodológica de Rocha (2011), que realizou um estudo voltado à avaliação e proposição de melhorias de gerenciamento dos resíduos químicos, além de sensibilizar a comunidade científica sobre boas práticas em atividades acadêmicas.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica, que incluiu definições e classificações, pontos relacionados ao gerenciamento e tratamento de resíduos químicos, além de legislações aplicáveis. Foram consultados artigos científicos e manuais técnicos relacionados a temática em questão.

A segunda etapa consistiu na promoção de ações de sensibilização, realizadas por meio da exibição de banners informativos e da utilização de um formulário. Com o objetivo de alcançar um público mais amplo, as atividades foram direcionadas a estudantes de diferentes cursos de graduação.

Durante as visitas, foram expostos os banners, junto a uma breve conversa com os alunos, que visava explicar a relevância do correto gerenciamento, tratamento e descarte dos resíduos químicos produzidos nas atividades de laboratório. Os banners estão representados nos apêndices 3 – 5.

Tal interação foi crucial para situar o assunto e, assim, estimular o interesse dos alunos, incentivando reflexões iniciais sobre a responsabilidade ambiental no âmbito universitário.

Paralelo a isso um formulário foi aplicado – via QR code – com o objetivo de analisar o conhecimento prévio dos estudantes a respeito do tema. O instrumento utilizado foi desenvolvido com base no modelo sugerido por Rocha (2011), mencionado no anexo 3, com as adaptações necessárias para a situação desta pesquisa. O questionário foi organizado em seis eixos temáticos, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das perguntas por eixo temático.

Eixos	Perguntas
Eixo 1 – Geração De Resíduos	1
Eixo 2 – Identificação De Resíduos	6
Eixo 3 – Armazenamento De Resíduos	6
Eixo 4 – Disposição De Resíduos	3
Eixo 5 – Tratamento De Resíduos	3
Eixo 6 – Gerenciamento De Resíduos	5

Fonte: Autor, 2025.

O estudo das respostas obtidas possibilitou delinear uma visão geral sobre o grau de informação dos participantes, servindo como base para a discussão dos resultados.

A terceira etapa da pesquisa focou na gestão dos resíduos químicos gerados durante as práticas de Química. Para isso, foi realizado um levantamento de aspectos relacionados à geração, caracterização, tratamento e descarte desses materiais.

Foi realizado um mapeamento dos laboratórios utilizados nas aulas práticas de Química. Essa análise foi importante, já que ajudou a estimar o volume de resíduos produzidos em cada atividade, o que foi fundamental para seguir com os próximos passos.

Depois, realizou-se a caracterização dos resíduos químicos coletados. Buscou-se classificar cada tipo corretamente e determinar os tratamentos mais adequados. Para isso, com o auxílio de um medidor multiparâmetro AK88, foram medidas propriedades como pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos (TDS) e condutividade elétrica.

Com base na presença de resíduos ácidos e básicos identificados no local, foram realizados testes em pequena escala para validar um procedimento de neutralização segura. As análises foram realizadas com o auxílio de medidor multiparâmetro AK88, que possibilitou o controle do pH durante os testes. A proporção 1:2 (ácido:básico) se mostrou eficaz para atingir pH entre 6 e 8. As análises foram realizadas em triplicata, com o objetivo de assegurar a confiabilidade dos resultados. Após a neutralização, os resíduos foram descartados na pia, conforme práticas permitidas para efluentes diluídos e neutros, de acordo com manuais técnicos e a legislação vigente.

Por fim, as discussões dos resultados foram realizadas a partir da literatura consultada e das normas vigentes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Sensibilização e apresentação de banners

A sensibilização aconteceu durante as aulas teóricas de Química, com a autorização prévia dos professores responsáveis, onde foram utilizados banners informativos (representados nos apêndices 3 – 5), junto a conversas orientativas (figura 2), para tratar de pontos importantes como o gerenciamento, tratamento e descarte dos resíduos químicos. Os recursos utilizados tiveram como objetivo principal despertar o interesse sobre a pauta em questão para que, assim, estes possam promover comportamentos corretos e seguros.

A abordagem mencionada acima foi realizada com estudantes de diferentes cursos, incluindo Licenciatura em Química, Agronomia, Engenharia de Pesca e Engenharia Mecânica (representados pelas figuras 3 e 4), buscando sensibilizar um público diversificado, que utiliza ou que já utilizou laboratórios para atividades práticas de Química.

Figura 2 - Sensibilização do projeto com os alunos do curso de Química Licenciatura/CECEN/UEMA



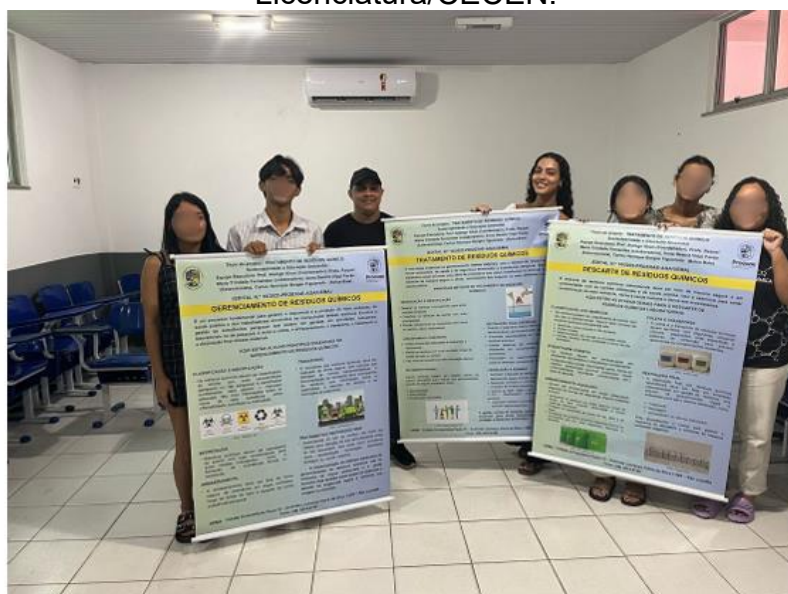
Fonte: Autor, 2025.

Figura 3 - Sensibilização realizada aos alunos de diferentes cursos de graduação. (1) Engenharia de Pesca/CCA; (2) Agronomia/CCA.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 4 - Sensibilização realizada aos alunos do curso de Química Licenciatura/CECEN.



Fonte: Autoral, 2025.

A sensibilização foi fundamental para aproximar os estudantes da temática que estava sendo abordada. A apresentação dos banners, junto as conversas, gerou um ambiente de escuta e diálogo, o que permitiu ampliar o alcance da proposta. Além disso, possibilitou o acesso fácil e imediato a orientações relevantes, promovendo a reflexão individual e coletiva sobre os hábitos adotados nos laboratórios.

Tal abordagem se alinha com o estudo desenvolvido por Silva *et al.* (2015), que mostra que a implementação de protocolos de segurança nas instituições de ensino

depende também da visibilização de condutas seguras por meio de materiais visuais e ações educativas. Os resultados obtidos pelos autores evidenciaram que esse processo foi importante para promover uma cultura de segurança e responsabilidade em ambientes laboratoriais.

Aproxima-se, também, do experimento realizado por Wichmann *et al.* (2017), que fez uso de campanhas visuais para incentivar práticas de reciclagem no ambiente universitário. No presente trabalho, a utilização dos banners serviu para reforçar pontos importantes quanto às práticas laboratoriais, por isso, ambos os casos buscaram expor a importância dessas ferramentas e como podem impactar de forma positiva o comportamento dos usuários.

5.2. Aplicação do formulário

A etapa seguinte contou com a aplicação de um formulário, que foi disponibilizado via QR code, e teve como objetivo principal analisar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o gerenciamento de resíduos químicos em ambientes laboratoriais. O formulário contou com 24 perguntas, estruturadas por eixos temáticos (representados na tabela 1), onde cada um dos eixos continha perguntas relacionadas às práticas em laboratório e à percepção dos alunos sobre as mesmas, conforme listadas no anexo 3. Essa divisão foi importante, pois contribuiu para revelar se os alunos compreendem bem os procedimentos técnicos ou se há maior desconhecimento sobre o assunto em questão.

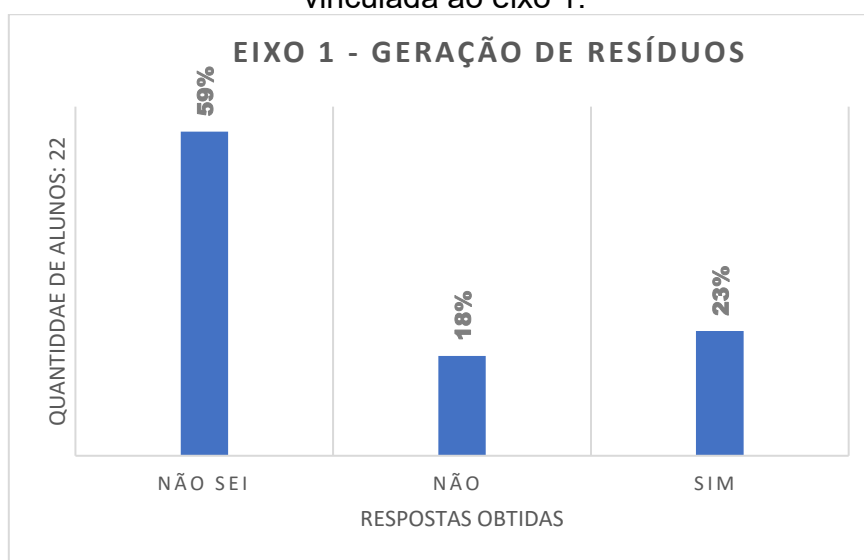
Ao todo, participaram da pesquisa 49 alunos, sendo 22 do curso de Química e 27 de outros cursos que possuem disciplinas de Química como componente curricular, como Agronomia, Engenharia de Pesca e Engenharia Mecânica. Com base nas respostas obtidas no formulário, foram elaborados 12 gráficos, que tiveram como objetivo facilitar a interpretação e visualização das respostas obtidas, divididos igualmente entre os dois grupos de respondentes (6 gráficos para os alunos do curso de Química e 6 para os demais cursos), representando as respostas dos participantes em cada um dos eixos temáticos. É importante ressaltar que as respostas de algumas perguntas não foram representadas graficamente, pois estas não se limitaram apenas às opções “não”, “sim” e “não sei”.

Como já foi citado anteriormente, as perguntas contidas no formulário foram organizadas a partir de eixos temáticos. A partir deste ponto, serão apresentadas e discutidas as respostas obtidas tanto por alunos de química como alunos de outros cursos de graduação, em cada um dos eixos, como forma de analisar a percepção destes acerca da temática que está sendo abordada.

5.2.1. Eixo 1 – Geração de resíduos

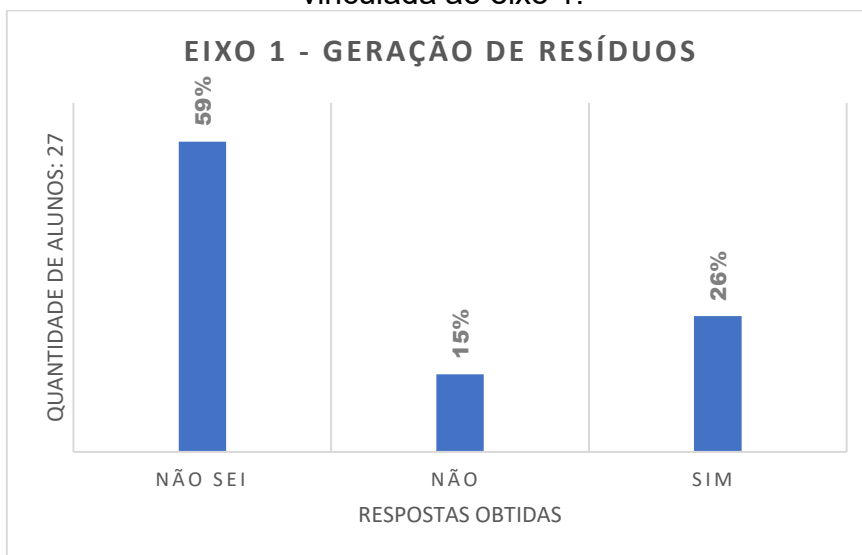
O eixo 1 é composto somente por uma pergunta: “Existe um inventário com estimativa da geração de resíduos (quantidade/mês ou ano)?” Tal pergunta visa analisar se há um controle do volume de resíduos químicos gerados, seja mensal ou anual. Os gráficos 1 e 2, representam, respectivamente, as respostas fornecidas por alunos do curso de Química e por alunos de outros cursos de graduação.

Gráfico 1 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente a pergunta vinculada ao eixo 1.



Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 2 – Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente a pergunta vinculada ao eixo 1.



Fonte: Autor, 2025.

Analisando os gráficos acima é possível perceber que, no gráfico 1, há uma predominância da resposta “não sei” entre os alunos do curso de Química, o que pode ser preocupante. Mesmo estes alunos atuando na área e tendo, com frequência, práticas laboratoriais, a maior parte demonstra certo desconhecimento sobre a existência de um inventário dos resíduos que são gerados, embora uma parcela simbólica diga que este documento existe.

No gráfico 2, nota-se uma similaridade entre nas respostas. Porém, neste caso, pode até ser mais compreensível, tendo em vista que estes estudantes tem uma relação mais superficial e pouco ativa ou esporádica com os laboratórios para realização de atividades práticas de química.

De modo geral, as informações obtidas revelaram um conhecimento limitado quanto à existência de um inventário de geração dos resíduos na universidade. A ausência deste documento representa uma lacuna na gestão, uma vez que impossibilita e dificulta o controle de quantidade e tipos de resíduos gerados.

De acordo com Nascimento e Tenuta Filho (2010), o inventário não deve ser visto somente um documento técnico, mas também como uma ferramenta pedagógica essencial, que permita aos estudantes compreender o ciclo dos resíduos que estão sendo gerados. No mesmo sentido, Oliveira et al. (2020), destaca também a importância da incorporação de tópicos contextualizados de gestão. Para os autores, tal abordagem

fortalece a consciência crítica, além de estimular o desenvolvimento de atitudes responsáveis.

Logo, é importante que a Universidade implemente um sistema de inventário dos resíduos gerados, de forma a garantir um maior controle, segurança e conformidade com as diretrizes vigentes.

5.2.2. Eixo 2 – Identificação de resíduos

O eixo 2 é composto por seis perguntas, que buscam analisar os procedimentos relacionados a identificação, classificação e rotulagem dos resíduos químicos. As perguntas são apresentadas na tabela 2.

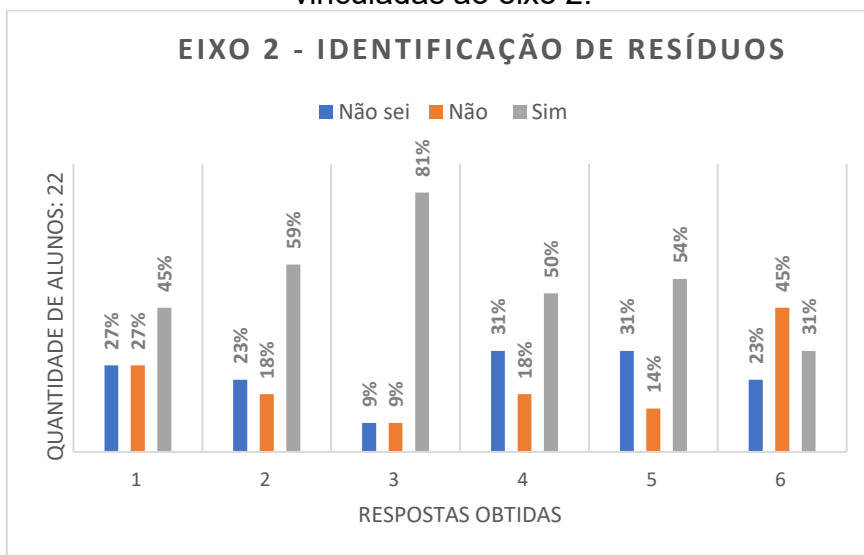
Tabela 2 – Perguntas relacionadas ao Eixo 2

-
1. Existe algum tipo de controle ou uniformização na identificação dos frascos de resíduos?
 2. Há classificação dos resíduos por natureza química?
 3. Os frascos apresentam simbologia de periculosidade?
 4. As etiquetas são colocadas antes do acondicionamento?
 5. São utilizadas abreviações/fórmulas nos rótulos?
 6. As etiquetas trazem os nomes de todos os componentes, inclusive traços?
-

Fonte: Autor, 2025.

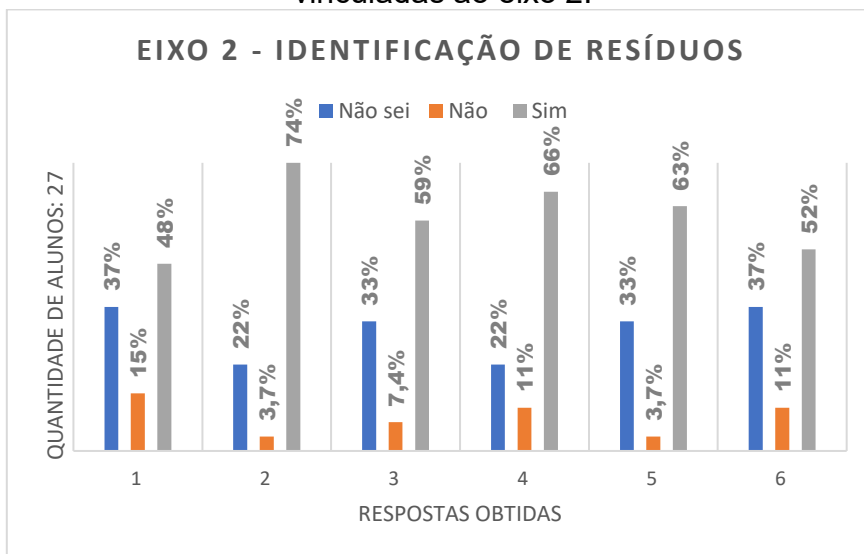
As perguntas acima mencionadas têm como objetivo avaliar a existência de práticas adequadas de segurança no processo de rotulagem dos resíduos. As respostas obtidas foram representadas no gráfico 3 e 4.

Gráfico 3 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 2.



Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 4 - Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 2.



Fonte: Autor, 2025.

A partir da análise dos gráficos acima, é perceptível que, em ambos, a maioria dos estudantes respondeu, de forma categórica, “sim”, para todas as seis perguntas. O que indica uma visão positiva acerca de práticas de identificação e rotulagem dos resíduos químicos, que sugere que há procedimentos organizados para o

acondicionamento. Além disso ambos os alunos, sejam do curso de Química ou de outros, reconhecem a existência de normas e simbologia, pontos que são extremamente importantes e que fazem total diferença, até mesmo para procedimentos voltados para o descarte seguro.

Mas, apesar das respostas positivas em ambos os grupos, os dados também revelaram respostas negativas e incertezas, que indicam um certo grau de desconhecimento sobre normas de segurança ou até mesmo uma variação na padronização dos laboratórios. Apesar das respostas positivas não invalidarem as negativas, de forma geral, os dados mostraram uma realidade mais consolidada em relação acessibilidade de informações. Esse problema também foi identificado por Rocha (2011). Em seu estudo, os dados obtidos revelaram que alguns recipientes não tinham rótulos ou estavam mal identificados, o que acabava dificultando um trabalho seguro, além de comprometer o controle dos resíduos.

De modo geral, resultados obtidos associam-se com o que é exigido pela Norma Regulamentadora nº 26 (NR-26), que trata de medidas relacionadas a identificação de substâncias perigosas em ambientes de trabalho, por meio de simbologias e rótulos. A sinalização deve estar visível, seguindo o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS), ajudando a prevenir acidentes e até mesmo orientar o descarte correto desses materiais.

5.2.3. Eixo 3 – Armazenamento de resíduos

O eixo 3 conta com seis perguntas, representadas na tabela 3, que abordam pontos importantes sobre práticas de armazenamento dos resíduos químicos, bem como sobre a segregação adequada dos mesmos.

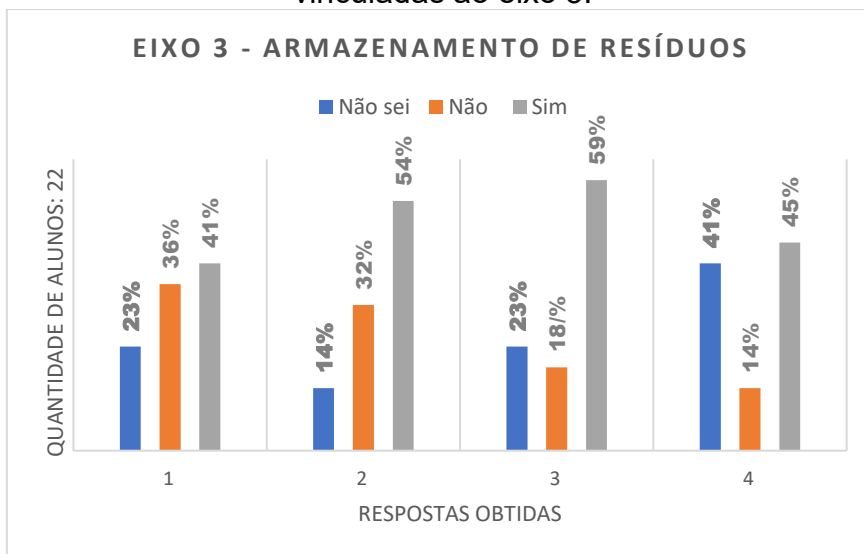
Tabela 3 – Perguntas relacionadas ao Eixo 3

1. É respeitada a compatibilidade dos resíduos em relação aos recipientes coletores?
2. É evitada a mistura de resíduos químicos mesmo quando em pequenos volumes?
3. Soluções ácidas e básicas contendo metais pesados são armazenadas separadamente?
4. Materiais contendo mercúrio e solventes específicos são separados de outros resíduos?
5. Quais os locais utilizados para armazenar resíduos no laboratório?
6. Quais os tipos de coletores utilizados no laboratório?

Fonte: Autor, 2025.

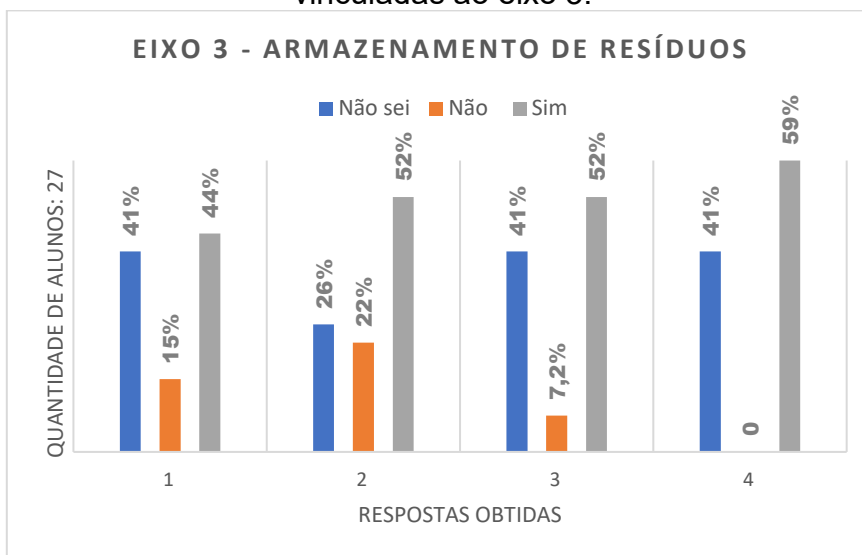
As questões tem como finalidade compreender o nível de conscientização dos alunos quando aos cuidados e boas práticas para um armazenamento seguro. As respostas obtidas nesse eixo estão representadas nos gráficos 5 e 6.

Gráfico 5 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 3.



Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 6 – Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 3.



Fonte: Autor, 2025.

Analisando os dados obtidos no gráfico 5, percebe-se que a maior parte dos graduandos em Química respondeu de forma positiva as quatro perguntas, o que é um bom indicativo de que práticas de segregação e armazenamento dos resíduos gerados já estão sendo adotadas nos laboratórios, além de indicarem certo cuidado a integridade dos recipientes coletores.

Embora as respostas positivas tenham se sobressaído, ainda houveram porcentagens relativamente altas de respostas negativas e incertezas, podendo indicar que nem todos os laboratórios seguem o mesmo protocolo.

Paralelo a isso, as respostas positivas obtidas por alunos de outros cursos, presentes no gráfico 6, tendem a seguir de forma igual, logo entende-se que há uma boa percepção em relação as práticas de armazenamento e segregação. No entanto, os dados também revelaram que um número considerável de estudantes respondeu “não sei”, o que demonstra que tais práticas podem não ser explicadas ou que há uma falha na orientação durante as aulas. A baixa porcentagem de “não” indica que tais iniciativas ainda não foram implementadas. A percepção geral sobre o armazenamento de resíduos, entre os dois grupos, é positiva.

Embora as perguntas 5 e 6 não tenham sido representas graficamente, os dados obtidos revelaram aspectos importantes. Em relação à pergunta 5, relacionada a

existência de locais para armazenar os resíduos, 45% dos alunos do curso de química disseram que os resíduos gerados são armazenados em uma área dentro do laboratório, enquanto 26% dos alunos de outros cursos afirmaram também a existência desse espaço. Outro dado curioso foi que 32% dos alunos de Química e 11% de alunos de outros cursos falaram que os resíduos são descartados imediatamente, percepção que pode sinalizar a realização de práticas inadequadas. Por fim, 63% dos alunos de outros cursos e apenas 23% dos graduandos de química, apontaram para a existência de armários para o armazenamento.

A pergunta 6, referente aos tipos de coletores utilizados, apresenta algumas inconsistências. Aproximadamente 41% dos alunos de ambos os grupos (Química e de outros cursos), disseram que não há um sistema definido para a coleta de resíduos, o que revela que grande parte das pessoas que utilizam o laboratório desconhecem um modelo consistente de coleta. Cerca de 32% dos alunos de Química e 26% dos alunos de outro curso, afirmaram que há a presença de bombonas específicas para cada tipo de resíduo gerado, o que é uma coisa positiva. Por fim, 27% dos alunos de Química e 33% dos alunos de outros cursos, mencionaram a utilização de frascos de vidro ou plástico para o armazenamento, mas sem padronização.

Os resultados obtidos nesse eixo mostram que, na maioria dos casos, as práticas de segregação e armazenamento estão sendo respeitadas. Porém, ainda assim, uma porcentagem dos alunos respondeu que há o descarte inadequado, ou a utilização de frascos sem padronização, o que se assemelha com o que Rocha (2011) identificou em seu estudo. A autora constatou, através dos dados obtidos, a presença de materiais armazenados em locais inadequados e a ausência da padronização de recipientes, o que pode aumentar os riscos de acidentes. Além disso, resultados parecidos também foram encontrados por Antoniassi e Da Silva (2017). Os autores relataram que, mesmo que houvesse certo conhecimento por parte dos usuários dos laboratórios, ainda assim havia descarte incorreto de resíduos perigosos, falhas no armazenamento e no etiquetamento de frascos.

Assim, percebe-se que, embora os alunos tenham uma percepção positiva sobre as práticas de segregação, isso não é refletido da mesma forma para as práticas de

armazenamento, revelando falhas na padronização e clareza quanto à existência de espaços ou coletores para o acondicionamento dos resíduos.

5.2.4. Eixo 4 – Disposição de resíduos

O eixo 4 é composto por três perguntas, representadas na tabela 4, que tratam da existência de locais para o armazenamento temporário dos resíduos.

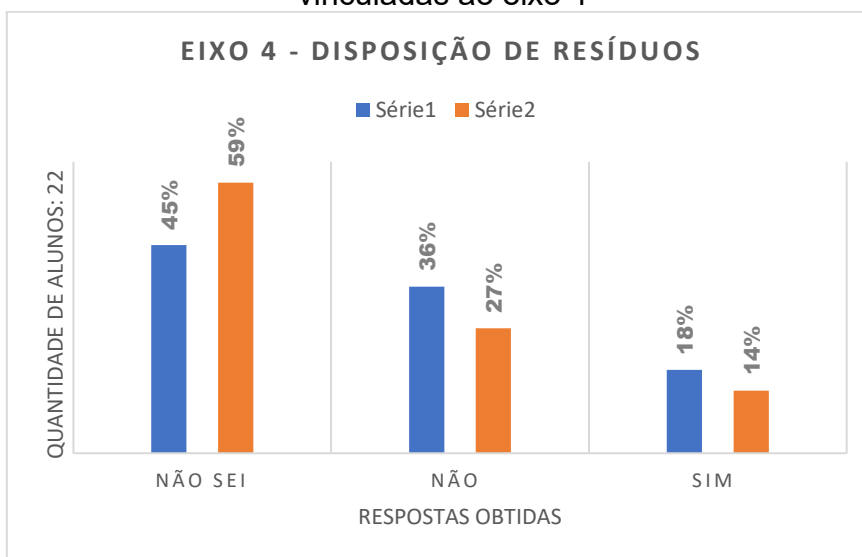
Tabela 4 – Perguntas vinculadas ao Eixo 4

1. Existe algum entreposto de armazenamento dentro do laboratório?
2. Existe algum entreposto de armazenamento fora do laboratório?
3. Você sabe qual o destino dos recipientes vazios de insumos químicos?

Fonte: Autor, 2025.

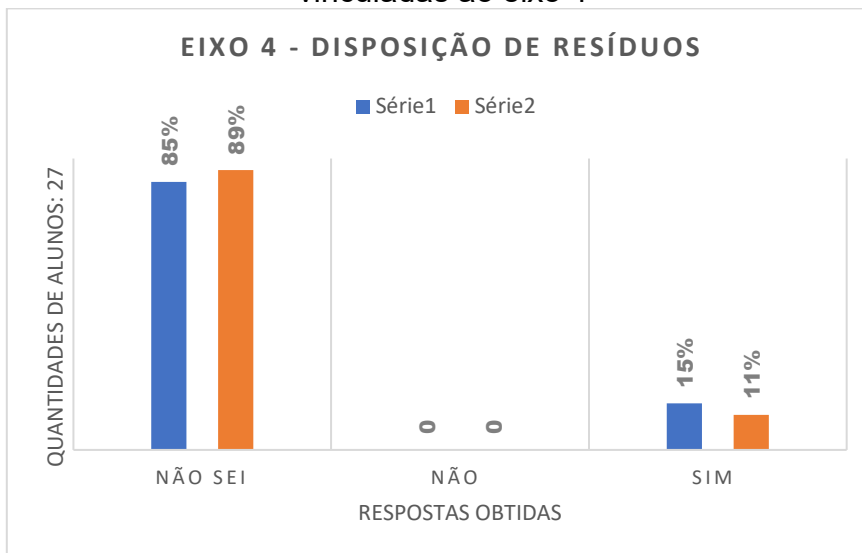
As perguntas mostradas acima buscam identificar a presença de espaços de armazenamento para os resíduos gerados. As respostas obtidas estão representadas nos gráficos 7 e 8, os quais refletem a percepção dos alunos sobre questões abordadas.

Gráfico 7 - Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 4



Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 8 - Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 4



Fonte: Autor, 2025.

A partir da leitura dos dados obtidos no gráfico 7, foi possível perceber que maior parte dos alunos respondeu “não sei” para ambas as perguntas, apesar de tratar das respostas fornecidas por alunos do curso de Química, que estão diretamente envolvidos com as atividades práticas. Tal desconhecimento pode estar relacionado à má sinalização desses locais ou são pouco discutidos. O segundo grupo mais representativo foi o de respostas negativas, que indica uma percepção mais concreta de ausência desses espaços ou que os resíduos são deixados nos laboratórios. Já o pequeno número de respostas positivas revela que uma quantidade pequena de alunos reconhece a existência desses locais.

No gráfico 8 observa-se, novamente, a predominância de respostas “não sei”, que reforça o que já foi falado acima, pode indicar problemas relacionados a falta de informação sobre os laboratórios frequentados. Uma pequena porcentagem respondeu de forma positiva, logo, estes estudantes conseguem identificar ou já foram informados a respeito dos entrepostos. A ausência de respostas negativas é algo curioso, pois isso mostra que, mesmo que grande parte desconheça esses espaços, nenhum afirmou, categoricamente, que eles não existem.

Já para a pergunta 3, os dados revelaram que 73% dos alunos de Química e 74% de alunos dos outros cursos, declarou não saber do destino final dos recipientes vazios; 18% dos graduandos em Química e 22% dos de outros cursos, afirmaram que os

mesmos recipientes são descartados em coletores apropriados; com uma porcentagem menor, mas preocupante, 9% dos alunos de Química e 4% dos outros cursos revelaram acreditar que os frascos são descartados no lixo comum.

Esse tipo de falha foi também observado por Rocha (2011), que, ao estudar um laboratório universitário, constatou que os resíduos ficavam armazenados de forma improvisada e sem controle, e que os usuários do laboratório não tinham clareza sobre o que era feito com os resíduos após o uso. Do mesmo jeito, o estudo desenvolvido por Imbriosi *et al.* (2006), mostrou que 76% dos laboratórios armazenavam seus reagentes e resíduos dentro dos próprios laboratórios, uma porcentagem menor em almoxarifados e outros locais, como câmaras de refrigeração. Logo, isso demonstra que, a falta de padronização de locais para o armazenamento temporário dos resíduos, torna implícita a existência dos processos de descarte corretos.

5.2.5. Eixo 5 - Tratamento de resíduos

O eixo 5 é composto por três perguntas, devidamente representadas na tabela 5, relacionadas às práticas de tratamento de resíduos adotadas, tanto no ambiente interno quanto no externo.

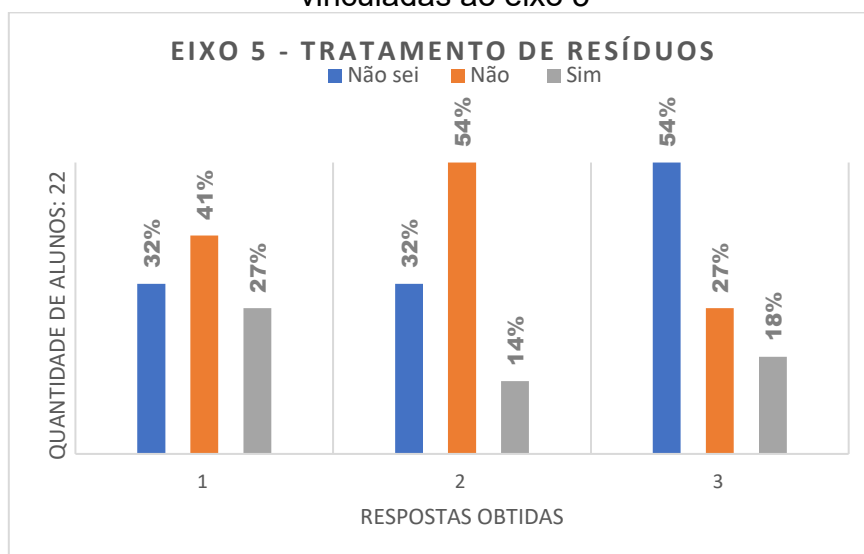
Tabela 5 – Perguntas vinculadas ao Eixo 5

-
1. É realizado algum tratamento prévio de resíduos no laboratório?
 2. Você sabe quais tipos de tratamento são feitos fora do laboratório e quem os realiza?
 3. Quando tratados ou recuperados, os resíduos recebem alguma certificação química?
-

Fonte: Autor, 2025.

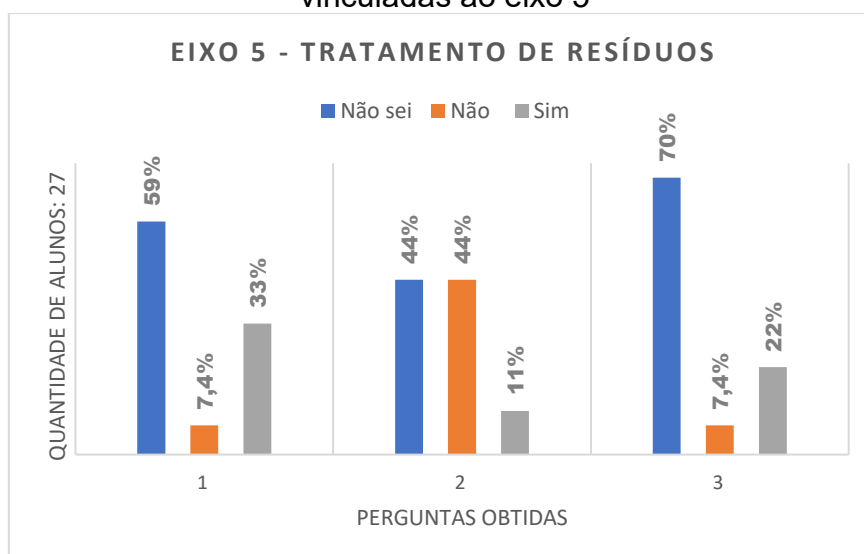
O objetivo está centrado em verificar se os resíduos passam por algum processo de tratamento antes do descarte. Os dados referentes ao percentual das respostas dadas pelos alunos foram representados nos gráficos 9 e 10.

Gráfico 9 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 5



Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 10 – Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 5



Fonte: Autor, 2025.

As respostas fornecidas por alunos do curso de Química, analisadas no gráfico 9, estão majoritariamente distribuídas entre “não sei” e “não”, e uma quantidade menor de respostas positivas. A partir dessa distribuição, nota-se uma certa contradição: mesmo que os estudantes atuem na área da química, há um grande desconhecimento sobre o destino e tratamento dos resíduos. Tal concepção pode estar relacionada a inexistência

de tratamento ou ao descarte inadequado desses resíduos. O padrão de incerteza segue igual para as respostas analisadas no gráfico 10, o que reforça, ainda mais, o desconhecimento dos estudantes em relação a essas questões. Os dados mostrados são preocupantes, pois estes frequentam e geram resíduos sem ter noção dos procedimentos realizados posteriormente. De maneira geral, esses percentuais evidenciam o que já foi discutido acima, e podem sugerir que não há uma clareza sobre quem realiza esses processos.

O cenário também é parecido com o observado por Rocha (2011), onde dados revelaram que alguns dos resíduos gerados ficavam armazenados de forma improvisada ou descartados diretamente na pia após a realização de práticas, sem nenhum tratamento prévio. Antoniassi e Da Silva (2017) reforça essa realidade, pois os autores observaram que os resíduos eram, muitas vezes, descartados incorretamente, sendo despejados até mesmo na rede pública de esgoto.

Além disso, a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), estabelece que causar poluição ou lançar substâncias perigosas no meio ambiente pode ser considerado crime, com medidas punitivas para isso. O que reforça que o descarte incorreto ou a ausência pode ter consequências legais. Assim, a existência de normas internas, medidas preventivas, como foi apontado por muitos estudantes neste estudo, é importante não só para garantir a segurança, mas também para que a instituição cumpra seu papel legal e ambiental.

5.2.6. Eixo 6 – Gerenciamento de resíduos

O eixo 6 e último, reúne perguntas que estão relacionadas à existência de diretrizes institucionais voltadas para a gestão, segurança e prevenção de acidentes. As perguntas que compõem esse eixo são representadas na tabela 6.

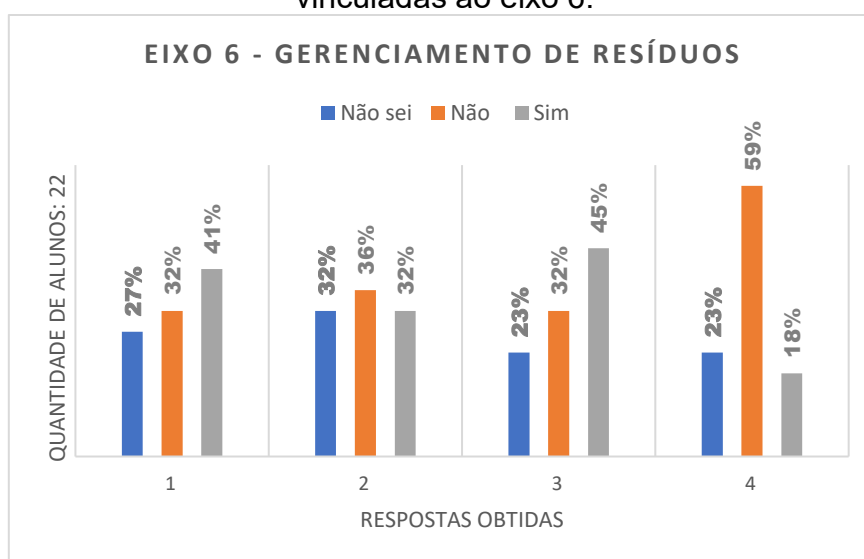
Tabela 6 – Perguntas vinculadas ao Eixo 6

1. Existem normas internas para a minimização da geração de resíduos e prevenção de acidentes?
2. Existe algum tipo de monitoramento quanto à geração de gases nos laboratórios?
3. Existem manuais, cartilhas ou orientações para situações de emergência?
4. Você sabe como é feita a destinação final dos resíduos do laboratório?
5. Você sabe quais tipos de resíduos são jogados na pia?

Fonte: Autor, 2025.

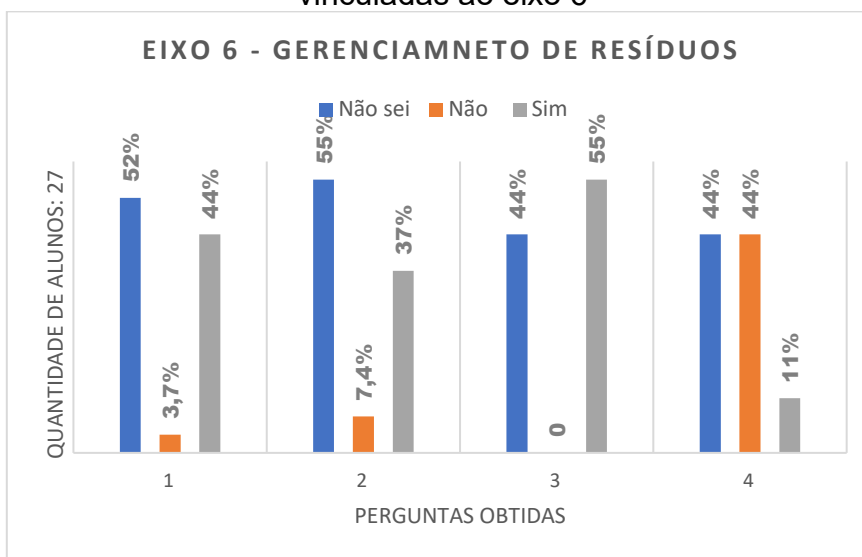
As perguntas visam avaliar o nível de institucionalização de práticas de segurança e gestão nos laboratórios. As respostas obtidas foram representadas nos gráficos 11 e 12, que correspondem à percepção dos alunos acerca dessa temática.

Analizando os resultados do gráfico 11, a maior recorrência de respostas negativas indica que boa parte dos alunos percebem que faltam ações mais estruturadas voltadas à segurança, prevenção e orientação em situações de risco no laboratório. O que pode ser um indicativo de que as diretrizes não estão sendo implementadas de forma clara. A frequência das respostas positivas reforça a ideia de que boas práticas existem. As incertezas conferem peso às falhas que são percebidas pelos estudantes.

Gráfico 11 – Respostas obtidas por alunos do curso de química referente as perguntas vinculadas ao eixo 6.

Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 12 – Respostas obtidas por alunos de outros cursos referente as perguntas vinculadas ao eixo 6



Fonte: Autor, 2025.

Para a análise do gráfico 12, é perceptível que a maior parte dos alunos pertencentes a outros cursos de graduação não sabe dizer se existem normas ou procedimentos relacionados à gestão ou segurança nos laboratórios frequentados por eles. Já ao grupo que respondeu “sim”, indica que os alunos reconhecem essas práticas. A baixa ocorrência de respostas negativas mostra que os alunos apenas não têm certeza se tais práticas existem ou não.

Os dados obtidos para a pergunta 5, apesar de não estar presente no gráfico, mostraram que 55% dos alunos do curso de Química e 26% dos alunos de outro curso de graduação revelam saber quais os tipos de resíduos são descartados diretamente na pia, o que pode ser algo positivo. Mas, embora alguns tenham respondido positivamente, outro grupo, 27% dos alunos de Química e 37% dos alunos de outros cursos, afirmou que todos os resíduos gerados em práticas laboratoriais são descartados diretamente na pia, sem um tratamento prévio. Paralelo a isso, outra parte (18% dos alunos da Química e 37% alunos de outros cursos) demonstrou certo grau de desconhecimento. Desta forma, as respostas reforçaram que práticas voltadas à segurança e ao descarte dos resíduos exibem certa carência.

A realidade das respostas obtidas relacionadas as medidas de segurança se mostram mais promissora quando comparado com os estudos de Rocha (2011) e Antoniassi e Da Silva (2017), que identificaram ausência total ou limitada de protocolos, sinalizações ou medidas preventivas. Porém, como visto anteriormente, alguns alunos ainda tem dúvidas quanto a destinação final, além de relatarem que uma parte dos resíduos ainda continua sendo descartada na pia.

O trabalho desenvolvido por Barbosa *et al.* (2019) mostrou a importância de ações educativas bem planejadas e como elas podem melhorar muito a forma como os resíduos são tratados nos laboratórios. Nesse estudo, os autores organizaram palestras, oficinas e atividades práticas com os alunos, explicando como separar os resíduos corretamente e como evitar acidentes, além de criarem procedimentos simples e claros para ajudar no dia a dia do laboratório. Antes dessas ações, os alunos jogavam resíduos na pia e deixavam frascos sem identificação, mas depois do projeto, houve mudanças no comportamento dos estudantes.

Considerando a análise dos dados relacionados aos seis eixos temáticos, foi possível concluir que, por mais que já existam práticas voltadas ao gerenciamento dos resíduos químicos, as devolutivas revelaram que elas podem ser fragmentas ou até mesmo desconhecidas para os alunos. É importante que ações formativas e estratégicas sejam, cada vez mais, aperfeiçoadas.

5.3. Gerenciamento e caracterização

Como parte da etapa de gerenciamento, inicialmente foi realizado um levantamento dos laboratórios que atendiam disciplinas de Química (representadas no apêndice 6), visando compreender a dinâmica de geração dos resíduos, os tipos de resíduos gerados, bem como o volume dos mesmos. Esse mapeamento incluiu a identificação dos laboratórios envolvidos para realização de práticas de Química, conforme mostra a tabela 7.

Tabela 7 – Laboratórios quem atendem disciplinas de Química

Laboratório	Nome
Lab 1	Laboratório de Zoologia
Lab 2	Laboratório de Biologia e Morfologia - LABMORFIA
Lab 3	Laboratório de Microbiologia, Patologia e Biotecnologia - MIPABIO
Lab 4	Laboratório de Biologia Vegetal e Marinha

Fonte: Autoral, 2025.

Além do mapeamento realizado, foram feitos alguns registros, por meio de fotos, das identificações externas de cada um dos laboratórios acima mencionados, como uma forma de expor os espaços utilizados para a realização de atividades práticas. As imagens a seguir mostram as placas presentes nas entradas de cada laboratório.

Figura 5 – Identificação externa dos laboratórios utilizados. (1) Laboratório de Zoologia; (2) LABMORFIA

Fonte: Autoral, 2025.

Figura 6 – Identificação externa dos laboratórios utilizados. (1) MIPABIO; (2) Laboratório de Biologia Vegetal e Marinha.



Fonte: Autoral, 2025.

Todos os laboratórios listados acima estão localizados no prédio de Ciências Biológicas – CCB/CECEN, que concentra a maior parte das atividades práticas de Química. De forma complementar, foram elaboradas tabelas que discriminam não somente o laboratório utilizado, como também a quantidade de disciplinas atendidas nesses espaços (durante os semestres de 2024.2 e 2025.1) e os números de práticas realizadas por disciplina (tabela 8). Essa sistematização permitiu não apenas quantificar a frequência de uso dos laboratórios, mas também estimar a intensidade da geração de resíduos em cada contexto.

Tabela 8 – Quantidade de disciplinas atendidas no semestre de 2024. 2 e 2025.1

Laboratórios	2024.2	2025.1
Lab 1	4	3
Lab 2	4	3
Lab 3	1	2
Lab 4	5	1

Fonte: Autor, 2025.

Além do levantamento dos laboratórios e as disciplinas atendidas por eles, também foram realizados alguns registros das bombonas que foram destinadas ao

armazenamento dos resíduos gerados (figuras 7 e 10). As imagens mostram os recipientes utilizados para o acondicionamento dos resíduos, bem como a identificação do tipo de substância armazenada em cada um deles.

Figura 7 – Acondicionamento dos resíduos gerados em aulas práticas de Química



Fonte: Autor, 2025.

Figura 8 – Acondicionamento dos resíduos gerados em aulas práticas de Química



Fonte: Autor, 2025.

Foi possível observar bombonas contendo diferentes tipos de resíduos, devidamente identificados conforme a natureza química das soluções. Entre os resíduos, estavam soluções básicas, ácidas, salinas e orgânicas. O registro serviu, principalmente, para documentar as condições de armazenamento e a prática de segregação dos resíduos químicos, o que foi importante para o manuseio seguro para as próximas etapas.

Os resíduos armazenados no almoxarifado, proveniente de atividades anteriores, também foram contemplados. Foi possível observar a presença de frascos contendo substâncias químicas variadas, alguns sem rotulagem adequadas ou informações parcialmente apagadas, conforme é mostrado nas figuras.

Figura 9 – Resíduos coletados no almoxarifado



Fonte: Autor, 2025.

Figura 10 – Resíduos coletados no almoxarifado



Fonte: Autor, 2025.

Alguns dos resíduos encontrados (soluções), estão: solução de eriocromo-T, solução de Benedict, solução de azul de metileno, solução clorídrica de resorcina, solução de murexida, solução de ácido tânico, solução de iodo, solução de nitrato de prata (AgNO_3), solução de fosfato monossódico (NaH_2PO_4), solução de carbonato de

sódio (Na_2CO_3), solução de hidróxido de amônio (NH_4OH), solução de nitrato de magnésio ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$) e uma grande variedade de outras soluções.

Esses resíduos mais antigos, apesar de estarem sem uso ativo, foram incluídos na etapa de caracterização, sendo analisados a partir de alguns parâmetros, como pH, temperatura e total de sólidos dissolvidos (TDS). É importante ressaltar que os resíduos do almoxarifado foram apenas caracterizados, já que estavam guardados há bastante tempo e vencidos. Existiam muitos frascos, como foi possível perceber nas figuras 9 e 10, e alguns desses resíduos estavam misturados o que dificulta o processo de descarte.

Segundo Couto, Lima e Pamplona (2010), a ausência de rotulagem e controle adequado compromete todo o processo de gerenciamento de resíduos, além de colocar em risco a segurança de quem os manipula. Os autores destacam que a rotulagem correta, junto de procedimentos padronizados, é essencial para evitar descartes inadequados, prevenir acidentes e garantir o tratamento seguro dos resíduos. O manual também chama atenção para o perigo da mistura indevida de resíduos químicos, que pode resultar na formação de gases tóxicos ou inflamáveis, além de aumentar a complexidade das misturas, tornando o tratamento mais difícil.

Após a conclusão das etapas de levantamento, registros e identificação dos resíduos, deu-se início ao processo de caracterização do material coletado. Essa caracterização abrangeu tanto os resíduos gerados em práticas laboratoriais recentes (período de 2024.2 a 2025.1), quanto aqueles encontrados no almoxarifado. Com o objetivo de facilitar a visualização do volume total obtido, os resíduos foram organizados em uma tabela (tabela 9), agrupados conforme o tipo químico identificado.

Tabela 9 – Volume total dos resíduos coletados em práticas laboratoriais do ensino de Química e reagentes vencidos do almoxarifado.

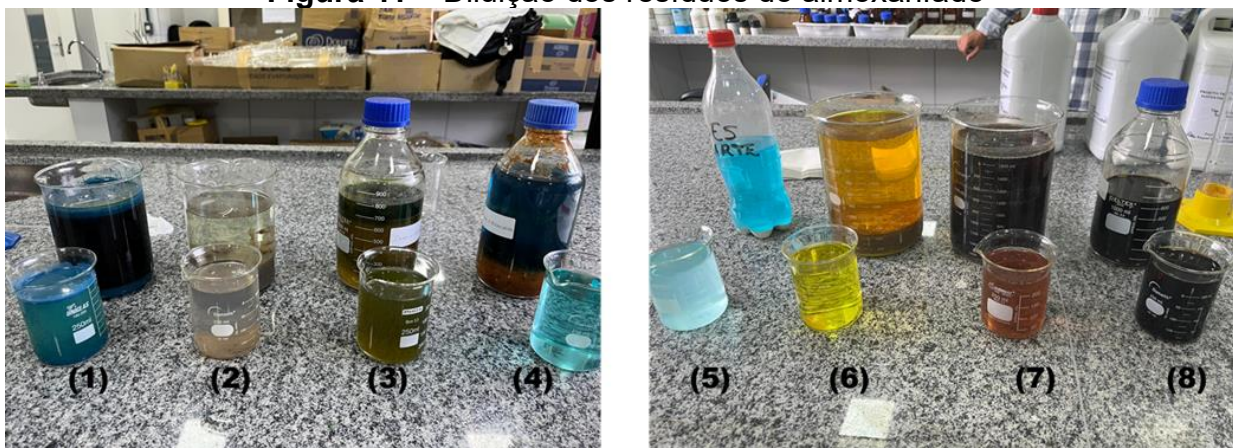
Tipo de Resíduo	Origem	Volume Total (estimado) (L)
Soluções ácidas	Práticas laboratoriais	10
Soluções básicas	Práticas laboratoriais	12
Soluções salinas	Práticas laboratoriais	10,5
Soluções orgânicas	Práticas laboratoriais	7
Reagentes vencidos (soluções)	Almoxarifado	10
Reagentes orgânicos vencidos (soluções)	Almoxarifado	9

Fonte: Autor, 2025.

Partindo do levantamento do volume estimado dos resíduos gerados, o próximo passo consistiu, de fato, em caracterizar essas substâncias. De início, foi realizada uma diluição dos resíduos que teve como objetivo facilitar a medição dos parâmetros físico-químicos, além de garantir a precisão das análises. A diluição seguiu a proporção de 1:4, utilizando-se 50ml do volume de cada uma das substâncias coletadas, para 200ml de água destilada. A estratégia adotada foi importante para minimizar possíveis interferências e preservar a integridade do equipamento.

As figuras 11 e 12 ilustram o processo realizado, evidenciando a padronização das amostras e o cuidado com o controle experimental. A adoção desse procedimento também permitiu a comparação entre diferentes tipos de resíduos coletados, assegurando uma base consistente para a análise posterior e para a definição de procedimentos específicos de tratamento ou descarte ambientalmente correto.

Figura 11 – Diluição dos resíduos do almoxarifado



Fonte: Autor, 2025

Figura 12 – Diluição dos resíduos de práticas laboratoriais (período de 2024.2 e 2025.1)



Fonte: Autor, 2025.

Na figura 11 é possível perceber os resíduos do almoxarifado já diluídos e classificados por números. Para facilitar a caracterização, os resíduos (vencidos e já misturados) foram agrupados e identificados na forma de soluções de 1 até 8 do almoxarifado, conforme mostrou a numeração nas imagens. O resíduo identificado como solução 1 tem coloração azul escura e aspecto translúcido; a solução 2 contém uma coloração acinzentada e turva, com presença de partículas em suspensão; A solução 3 apresenta cor esverdeada; a solução 4 com a coloração azul clara e sedimentos alaranjados; a solução 5 apresenta cor azul; a solução 6 do almoxarifado possui coloração amarelada e aparência límpida; a solução 7 mostra uma cor avermelhada e turva e por fim, a solução 8 apresenta um resíduo escuro, com coloração entre preto e marrom intenso.

O mesmo processo de agrupamento foi realizado para os resíduos do período de 2024.2 (figura 12), onde estes foram enumerados de 1 a 5. As amostras de resíduos básicos foram representadas pelos números 1 e 2; a amostra de resíduo salino pelo número 3 e as amostras ácidas, pelos números 4 e 5. De forma complementar, as amostras do período de 2025.1 também foram enumeradas: 1 para resíduo ácido, 2 para o básico e 3 para o salino. Os resíduos orgânicos não passaram pelo processo de caracterização.

Após as diluições devidamente realizadas, conforme mostraram as imagens acima, com o auxílio de um medidor multiparâmetro AK88, previamente calibrado seguindo as recomendações do fabricante, os parâmetros foram analisados e serviram de base para a definição dos métodos que seriam utilizados para o tratamento e descarte. A figura 13 representa parte da análise realizada.

Figura 13 – Medição das propriedades físico-químicas dos resíduos coletados



Fonte: Autoral, 2025.

Paralelo ao procedimento realizado, como forma de facilitar a compreensão e organização dos resultados das análises, foi criada uma tabela que reuniu os valores de pH, sólidos totais dissolvidos (TDS) e condutividade elétrica, a temperatura teve uma média de 24°C. Essa forma de apresentar os dados tornou tudo mais claro e fácil de visualizar, além de facilitar a comparação entre as diferentes substâncias analisadas. Além disso, essa estrutura ajudou bastante nas próximas etapas do estudo, especialmente na escolha dos métodos mais adequados para o tratamento e na avaliação dos riscos ambientais envolvidos.

Tabela 10 – Propriedades físico-químicas das amostras de resíduos (2024.2)

Resíduos	pH	Sólidos totais dissolvidos (ppm)	Condutividade (mS)
Básicos ¹	11.22	$6,48 \times 10^3$	$1,19 \times 10^1$
Básicos ²	9.35	$3,28 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-2}$
Salinas ³	9.35	$3,87 \times 10^3$	7,6
Ácidos ⁴	-	$3,22 \times 10^{-5}$	$5,12 \times 10^{-2}$
Ácidos ⁵	-	$4,92 \times 10^{-5}$	$7,81 \times 10^{-2}$

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 11 – Propriedades físico-químicas das amostras de resíduos (2025.1)

Resíduos	pH	Sólidos totais dissolvidos (ppm)	Condutividade (mS)
Ácidos ¹	1.82	$1,36 \times 10^3$	2,17
Ácidos ²	1.54	$8,62 \times 10^2$	$1,38 \times 10^1$
Básicos ¹	10.49	$6,75 \times 10^2$	4,2
Básicos ²	6	$1,78 \times 10^{-5}$	$9,95 \times 10^{-2}$
Salinos ¹	7.03	$4,18 \times 10^2$	2,61
Salinos ²	6,1	$1,44 \times 10^2$	8

Fonte: Autor, 2025.

Tabela 12 – Propriedades físico-químicas dos resíduos do almoxarifado

Resíduos	pH	Sólidos Totais Dissolvidos (ppm)	Condutividade (mS)
Solução 1	1	$4,4 \times 10^2$	$7,04 \times 10^1$
Solução 2	5.7	$7,4 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$
Solução 3	1.79	$2,34 \times 10^2$	$3,7 \times 10^1$
Solução 4	11.11	$7,03 \times 10^3$	$7,0 \times 10^2$
Solução 5	5.24	$7,84 \times 10^2$	$1,43 \times 10^2$
Solução 6	10.12	$2,18 \times 10^3$	$9,05 \times 10^2$
Solução 7	6.44	$8,45 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
Solução 8	8	$3,3 \times 10^2$	$5,0 \times 10^1$

Fonte: Autor, 2025.

Os dados obtidos a partir do processo de caracterização, mostraram pontos importantes sobre os diferentes os resíduos analisados, com variações significativas em pH e concentração de sólidos dissolvidos, o que impacta diretamente suas propriedades químicas e potencial de risco ambiental.

Entre as amostras, os resíduos ácidos se destacam por seu pH extremamente baixos, que indica um material que exige cuidados especiais tanto no manuseio, quanto no tratamento. Já os resíduos básicos, com pH bastante alcalinos, também apresentam características preocupantes, com concentrações altas de sólidos. Os resíduos salinos, por outro lado, mostram pH neutro e básico também, e concentração de sólidos que varia.

As amostras de soluções do almoxarifado, apresentam uma grande variação em suas propriedades. O Almoxarifado 4 tem valores extremos: pH alcalino (11.11) e concentração alta de sólidos (7030 ppm), caracterizando um resíduo que demanda tratamento especializado antes de qualquer disposição final. Os Almoxarifados 1 e 3 apresentam pH ácido (1.0 e 1.79 respectivamente), semelhante aos resíduos ácidos da tabela principal, mas com concentrações de sólidos diferentes entre si.

Os demais almoxarifados (2, 5, 6, 7 e 8) mostram uma faixa intermediária de pH, variando de levemente ácido a moderadamente alcalino (5.24 a 10.12), com concentrações de sólidos que vão desde 330 ppm até 2179 ppm.

Em linhas gerais, foi possível observar uma diversidade nas características dos resíduos coletados nos laboratórios. As amostras apresentaram valores extremos de pH, que variaram entre 0 e 11.22, o que indica a presença de substâncias corrosivas e que merecem atenção. Além disso, observou-se também uma ampla variabilidade na concentração de sólidos totais dissolvidos (STD), com valores que ultrapassam 3000 ppm, o que reforça a complexidade das soluções analisadas e a necessidade de cuidados específicos quanto ao descarte.

De acordo com Couto, Lima e Pamplona (2010), o descarte de resíduos líquidos em pias laboratoriais pode ser realizado, seguindo alguns critérios, como: soluções solúveis em água, previamente diluídas, de baixa toxicidade e com pH ajustado entre 6 e 9. Nessa mesma linha, Nascimento e Tenuta Filho (2010) apontam que a gestão adequada dos resíduos deve priorizar estratégias de minimização da geração,

reaproveitamento e tratamento prévio, como a neutralização (ajuste de pH), oxidação ou precipitação química, desde que a composição do resíduo permita.

Esses procedimentos são fundamentais para evitar impactos ambientais. Como afirma Jordão *et al.* (2011, apud Freitas, 2015), o descarte inadequado de resíduos, por exemplo, pode comprometer o equilíbrio ecológico e afetar diretamente a fauna, a flora e até mesmo processos bioquímicos. Além disso, a Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, estabelece que o pH de resíduos líquidos lançados deve estar entre 5 e 9, o que também reforça a exigência de tratamento prévio.

Dessa forma, torna-se evidente que a padronização dos procedimentos de descarte dos resíduos laboratoriais é essencial não apenas para a segurança, mas também para garantir o cumprimento das legislações vigentes. Estes resultados são de fundamental importância, pois oferecem subsídios para a definição dos métodos de tratamento que serão utilizados.

5.4. Tratamento e descarte dos resíduos

De início, uma das propostas principais do presente trabalho era realizar o tratamento necessário dos resíduos químicos gerados nas atividades experimentais de Química. Porém, algumas limitações impediram que esta etapa fosse desenvolvida de forma integral. Grande parte dos resíduos previamente armazenados e caracterizados foram recolhidos pela empresa responsável, restando no laboratório apenas algumas bombonas com resíduos orgânicos, salinos, ácidos e básicos, conforme mostra a figura 14.

Figura 14 – Bombonas de resíduos remanescentes



Fonte: Autor, 2025.

Boa parte dos resíduos orgânicos que estavam nas bombonas, eram oriundos do almoxarifado, estes estavam misturados, vencidos e muitos com rótulos danificados, fato que agrega complexidade ao processo de tratamento, sendo recomendado o armazenamento temporário e posterior encaminhamento para uma empresa licenciada. Conforme Nascimento Filho *et al.* (2016), é de extrema importância a segregação dos solventes orgânicos por classe química, além de uma rotulagem correta. Os autores reforçam ainda que a mistura de diferentes tipos de solventes compromete o reaproveitamento e dificulta o tratamento, por isso a alternativa segura é a destinação para empresas especializadas. Quanto aos resíduos salinos remanescentes, apesar de estarem identificados, estavam misturados com outros tipos de resíduos, o que inviabilizou o tratamento adequado.

Diante das limitações acima mencionadas, optou-se pela validação de um método seguro de tratamento dos resíduos ácidos e básicos restantes, o processo de neutralização mútua. A abordagem utilizada, é acessível e está alinhada às recomendações propostas por Schneider, Gamba e Albertini (2011), que fortalece a ideia de que a neutralização é uma das formas mais viáveis de tratamento nos laboratórios acadêmicos, principalmente quando não há a utilização de métodos mais complexos. Para que este processo seja realizado com segurança, os autores apontam para a importância da realização de testes prévios, cuidado com o manuseio e monitoramento do pH final.

Para a neutralização, visando a sustentabilidade e a não utilização de reagentes novos, os resíduos ácidos e básicos foram tratados entre si. De início, o pH foi medido separadamente utilizando um medidor multiparâmetro AK88, devidamente calibrado e seguindo orientações do fabricante. Os resultados mostraram os resíduos ácidos com pH em torno de 2 e os básicos, próximos de 11. Foram realizados testes de pequena escala, com o objetivo de encontrar a proporção ideal entre eles, conforme mostra a figura 15.

Figura 15 – Testes para ajuste de pH dos resíduos

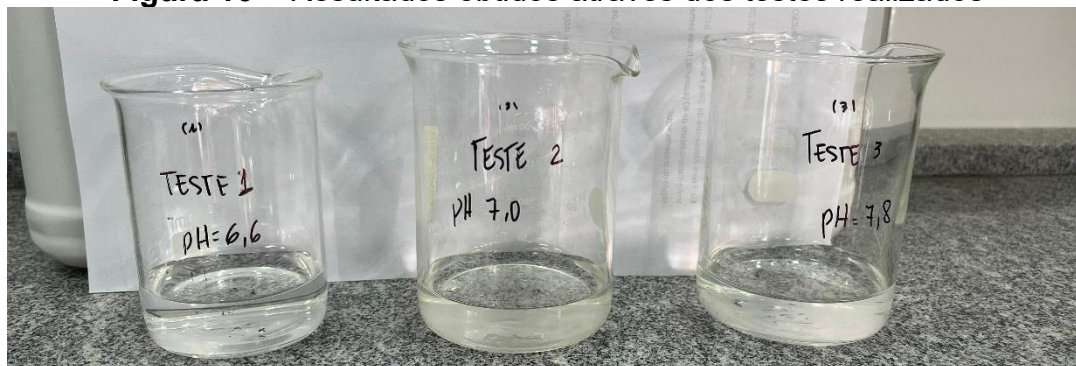


Fonte: Autor, 2025.

Logo após essa etapa, foram realizados testes em pequena escala, onde volumes diferentes foram combinados e submetidos a medição de pH. O objetivo era encontrar a proporção que alcançasse uma faixa de pH entre 6 e 8, de forma a alinhar-se com os critérios recomendados pela Resolução CONAMA nº 430/2011.

A proporção que melhor atendeu aos parâmetros estabelecidos foi a de 1:2 (ácido:base), onde utilizou-se 15ml de resíduo ácido para 30ml de resíduo básico. A partir dessa combinação, foi possível alcançar valores satisfatórios de pH (dentro da faixa de neutralidade). Para assegurar a proporção utilizada, os testes foram feitos em triplicata, conforme mostra a figura 16.

Figura 16 – Resultados obtidos através dos testes realizados



Fonte: Autor, 2025.

A média dos valores de pH acima representados ficou em torno de 7, o que reforça a eficácia do método utilizado. A escolha do parâmetro volume se deu em decorrência da impossibilidade de identificar com exatidão a concentração e composição dos resíduos, visto que estes estavam misturados com vários outros. Segundo Machado

et al. (2009), a neutralização em situações como essa, pode ser realizada com segurança desde que os volumes sejam reduzidos e o monitoramento seja adequado.

Seguindo as orientações de descarte de efluentes neutros e diluídos, presentes na literatura consultada, o resíduo tratado foi descartado na pia com grande fluxo de água. Assim, o tratamento realizado, mesmo que em pequena escala, demonstrou ser tecnicamente viável e ambientalmente responsável, dentro das limitações. Além disso, o método utilizado seguiu as boas práticas recomendadas pela literatura.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as práticas de gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios universitários, a partir de ações de sensibilização, levantamento e caracterização físico-química dos resíduos gerados, bem como na avaliação da percepção de estudantes sobre a temática em questão. A partir da metodologia aplicada, foi possível concluir que, apesar da existência de uma estrutura institucional responsável pela gestão ambiental, ainda há algumas fragilidades quanto a comunicação, e padronização dos procedimentos e no conhecimento dos usuários sobre os processos de armazenamento, descarte e tratamento dos resíduos.

As informações obtidas por meio dos questionários aplicados aos estudantes de Química e de outros cursos revelaram um certo grau de desconhecimento quanto aos procedimentos de gerenciamento, o que fortalece a urgência de ações educativas contínuas. Além disso, a caracterização físico-química dos resíduos mostrou soluções com pH extremamente ácido ou básico, além de elevadas concentrações de sólidos dissolvidos, o que torna inviável o descarte direto em pias sem que antes passe por um tratamento, tendo em vista que o descarte de resíduos só pode ocorrer em condições específicas, e o não cumprimento desses critérios representa riscos à saúde e ao meio ambiente.

As ações de sensibilização desenvolvidas ao longo da pesquisa, como conversas e a mostra de banners informativos sobre o gerenciamento, o tratamento e o descarte dos resíduos, contribuíram para iniciar um processo de conscientização entre os usuários dos laboratórios. No entanto, observou-se que essas ações precisam ser contínuas, sistematizadas e integradas à formação acadêmica, de modo a criar uma cultura institucional de responsabilidade ambiental.

A legislação ambiental brasileira, em especial a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a Resolução CONAMA nº 358/2005, estabelece claramente o dever das instituições geradoras de resíduos químicos de assegurar sua destinação ambientalmente adequada. Assim, o trabalho contribui não apenas para o diagnóstico de uma realidade institucional, mas também para a proposição de caminhos possíveis para fortalecer o cumprimento da legislação e promover a sustentabilidade nos espaços acadêmicos.

Como recomendações, sugere-se o aperfeiçoamento de protocolos institucionais claros para descarte, rotulagem e segregação de resíduos, bem como ações voltadas para a educação ambiental permanentes e a ampliação da participação da comunidade acadêmica nos processos de gestão. Além disso, a replicação desta pesquisa em outros cursos e instituições pode enriquecer o debate e fortalecer políticas públicas voltadas à gestão segura e sustentável dos resíduos laboratoriais.

Por fim, conclui-se que o presente trabalho alcançou seu objetivo principal, ao promover a reflexão crítica sobre a realidade dos laboratórios universitários e apontar caminhos viáveis para o aprimoramento da gestão de resíduos, contribuindo com a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Julio Carlos *et al.* Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Quim. Nova**, v. 26, n. 4, p. 602-611, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26352695_Gerenciamento_de_residuos_laboratoriais_recuperacao_de_elementos_e_preparo_para_descarte_final. Acesso em 12 mai. 2025.
- ANDRADE, Lilia Paula *et al.* Estratégia como prática: uma análise das práticas ambientalistas da Universidade Federal de Lavras (UFLA). *Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 02-18, maio/ago. 2016. Disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/1129/pdf>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- ARANTES, Marcus Vinícius Carvalho; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. Boas práticas sustentáveis de gestão de resíduos químicos em instituições públicas de ensino superior. **Química Nova**, 46(7), 724-730, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20230034>. Acesso em: 12 de mai. 2025.
- ANTONIASI, Beatriz; DA SILVA, Mariana Cristina Kempa. A importância do gerenciamento de resíduos perigosos em uma universidade: estudo de caso dos laboratórios de ensino e pesquisa. **Sistemas & Gestão**, v. 12, n. 2, p. 183-91, 2017. Acesso em: 17 jun. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7500:2001**. Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7.501:2003**. Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7503:2016**. Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004:2004**. Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14.001:2004**. Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14.004:2005**. Sistema de gestão ambiental – Diretrizes. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14.619:2003**. Transporte terrestre de produtos perigosos. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14.725-1:2010**. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14.725-2:2009**. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 2: Classificação de perigo. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14.725-3:2012**. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 3: Rotulagem. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14.725-4:2010**. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ). Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16.725:2014**. Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17.505-4:2006**. Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Armazenamento em recipientes e tanques metálicos até 3.000 L. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17.505-5:2006**. Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Operações. Rio de Janeiro, 2006.

BORTOLON, Brenda; MENDES, Maísa Schmitt Siqueira. A Importância da Educação Ambiental para o Alcance da Sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**. Itajaí, Centro de Ciências Sociais e Jurídicas da UNIVALI. v. 5, n.1, p. 118-136. Disponível em: <https://ava.unifaveni.com.br/wp-content/uploads/2017/09/ARTIGO-COMPLEMENTAR-I.pdf>. Acesso em 28 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 20 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 03 ago. 2010.

BRASIL. **Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020**. Institui o Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 jun. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 jan. 2022.

BRASIL. 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. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 04 maio 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 89–91, 16 maio 2011. Acesso em: 20 jun. 2025.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018**. Dispõe sobre o regulamento para a gestão dos resíduos de serviços de saúde. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 29 mar. 2018.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Resolução ANTT nº 5.947, de 6 de julho de 2021**. Atualiza o regulamento para o transporte de produtos perigosos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 07 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 1: Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais**. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 6: Equipamentos de proteção individual (EPI)**. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 9: Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos**. Brasília, DF, 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 20: Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis**. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 25: Resíduos industriais**. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 26: Sinalização de segurança**. Brasília, DF, 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 32: Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde**. Brasília, DF, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 222, de 28 de março de 2018**. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 mar. 2018. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf. Acesso em: 04 jan. 2025.

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. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 2 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 4 jun. 2025.

BARBOSA, Karoline Carvalho. *et al.* Gestão de resíduos químicos dos laboratórios de ensino de química do município de Crateús: um caminho rumo à sustentabilidade. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2019**. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/55169>. Acesso em: 20 jun. 2025.

CAPELO, Sofia; SIQUENINE, Guilhermina; MORGADO, João. Gestão de resíduos nos laboratórios da universidade de Évora (2007-2021). **Química Nova**, Vol. 46, No. 7, 706-717, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230042>. Acesso em 12 mai. 2025.

COUTO, Hilma Alessandra Rodrigues do; LIMA, Rosangela Santos dos Reis; PAMPLONA, Ana Maria Santa Rosa. Normas para o gerenciamento de resíduos de laboratórios da Embrapa Amazônia Ocidental. **Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental**, 2010. 24 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 79). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/882377/normas-para-o-gerenciamento-de-residuos-de-laboratorios-da-embrapa-amazonia-ocidental>. Acesso em: 20 jun. 2025.

GADOTTI, Moacir. Educar para a sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: **Editora e Livraria Instituto Paulo Freire**, 2008. Disponível em: https://gadotti.org.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/419/AMG_PUB_01_005.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: 20 jun. 2025.

GONÇALVES, Elenice Messias do Nascimento *et al.* Modelo de implantação de plano de gerenciamento de resíduos no laboratório clínico. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 47, p. 249-255, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-24442011000300008>. Acesso em: 28 abr. 2025.

IMBROISI, Denise *et al.* Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 404–409, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/m7NxDny4W5Z7kZzKVcn7CtP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 jun. 2025.

JARDIM, Wilson de Figueiredo. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de Ensino e pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, p. 671-673, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Z46dkYrT5zpVmFYtYLyhYjh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 12 de mai. 2025.

MARANHÃO. **Lei Estadual nº 8.521, de 27 de novembro de 2006**. Dispõe sobre a produção, transporte, armazenamento, comercialização, utilização e destinação final de resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos e afins no estado do Maranhão. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 27 nov. 2006.

MARANHÃO. **Decreto Estadual nº 23.118, de 25 de abril de 2007**. Regulamenta a Lei nº 8.521, de 27 de novembro de 2006, e dispõe sobre o controle e fiscalização de agrotóxicos. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 25 abr. 2007.

MARANHÃO. **Decreto Estadual nº 38.140, de 14 de julho de 2023**. Estabelece diretrizes para a implementação da logística reversa de embalagens em geral no Estado do Maranhão. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 14 jul. 2023.

MARANHÃO. **Lei Estadual nº 11.578, de 13 de julho de 2021**. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Naturais. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 13 jul. 2021.

MARANHÃO. **Decreto Estadual nº 37.969, de 10 de fevereiro de 2022**. Regulamenta a Lei Estadual nº 11.578, de 13 de julho de 2021, e institui o Sistema Estadual de REDD+ e o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 10 fev. 2022.

MARANHÃO. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA**. Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos do Maranhão – PEGRS-MA. São Luís: SEMA, 2023. Disponível em: <https://www.sema.ma.gov.br> Acesso em: 04 jun. 2025.

MARANHÃO. **Plano Estadual de Educação Ambiental do Maranhão – PEEA-MA**. São Luís: Governo do Estado do Maranhão, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais; Secretaria de Estado da Educação, 2018.

MACHADO, Ana Marta Ribeiro *et al.* **Gestão de Resíduos Químicos – NR01/UGR: Normas de Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, 2009. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2013/10/UFSCar.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2025.

MONTEIRO, Adriana Roseno. **Educação ambiental: um itinerário para a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida nas cidades**. 2020. Acesso em 28 abr. 2025. Disponível em: https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/bibli_informativo/bibli_inf_2006/Rev-Dir-Cidade_v.12_n.1.28.pdf

MURCIA FANDIÑO, Jonathan Steven; MARÍN, Luís Alfonso Esquiaqui. Química verde aplicada en los residuos de universidades. **Educación química**, v. 32, n. 2, p. 154-167, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76534>. Acesso em 29 abr. 2025.

NASCIMENTO, Elizabeth de Souza; FILHO, Alfredo Tenuta. Chemical waste risk reduction and environmental impact generated by laboratory activities in research and teaching institutions. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 187–198, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-82502010000200004>. Acesso em: 17 jun. 2025.

NASCIMENTO FILHO, Armando Pereira do *et al.* **Manual de Gerenciamento de Resíduos Químicos da Universidade Federal Fluminense**. Niterói: UFF, 2016. Disponível em: https://www.uff.br/wp-content/uploads/2024/05/manual_residuos_quimicos-uff_0.pdf. Acesso em: 04 jul. 2025.

OLIVEIRA, Maria Valiene Gomes de. Indicadores ambientais para as variáveis água, energia e resíduo sólido urbano para instituição de ensino. **Natal: Campus Verde**, 2017. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1175/ebook%20indicadores%20ambientais.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 mai. 2025.

OLIVEIRA, Diego B. *et al.* A construção de conceitos sobre gestão e tratamento de resíduos químicos: uma experiência de formação de estudantes de química. **Quim. Nova**, Vol. 43, No. 3, 382-390, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170477>. Acesso em 28 abr. 2025.

PAULA, Vanessa Romário de; OTENIO, Marcelo Henrique. Manual de gerenciamento de resíduos químicos. **Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite**, 2018. 36 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 215). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1093598/manual-de-gerenciamento-de-residuos-quimicos>. Acesso em: 22 jun. 2025.

PENATTI, Fabio Eduardo; GUIMARÃES, Solange T. de Lima. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de análises e pesquisa: o desenvolvimento do sistema em laboratórios da área química. In: **WORKSHOP INTERNACIONAL EM INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE (WIPIS)**. 2008. p. 106-119. Disponível em: https://www.academia.edu/3047162/Gerenciamento_de_res%C3%ADduos_qu%C3%AAdmicos_em_laborat%C3%B3rios_de_analises_e_pesquisa_o_desenvolvimento_do_sistema_em_laborat%C3%B3rios_da_%C3%A1rea_qu%C3%ADmica. Acesso em: 28 abr. 2025.

PEREIRA, Adriana Karla Barbalho; MELO, Alanny Christiny Costa de. A importância da Educação Ambiental no processo de ensino-aprendizagem: promovendo a consciência ecológica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**. 19. 83-94. 10.34024/revbea. 2024.v17.16081. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2024.v17.16081>. Acesso em 28 abr. 2025.

FREITAS, Priscila Ramos, SILVA JÚNIOR, Ândio Damasceno da; LONGHIN, Sandra Regina. Caracterização dos resíduos químicos gerados em laboratórios de análises ambientais. **Revista Estudos - Revista de Ciências Ambientais e Saúde (EVS)**,

Goiânia, Brasil, v. 42, n. 4, p. 433–448, 2015. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/4362>. Acesso em: 24 jun. 2025.

ROCHA, Patrizia Cappelletti. **Gestão de resíduos químicos em laboratório universitário. Estudo de caso: Laboratório de Engenharia Sanitária**. Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. Rio de Janeiro, p.161, 2011. Acesso em 1 mai. 2025.

SCHNEIDER, René Peter; GAMBA, Rosa de Carvalho; ALBERTINI, Leny Borghesan. **Manuseio de Produtos Químicos: Procedimentos para Tratamento e Disposição Final de Resíduos Químicos**. São Paulo: ICB II/USP, 2011. Disponível em: <https://ww3.icb.usp.br/wp-content/uploads/2019/11/Procedimentos Tratamento Disposicao Final Residuos Quimicos.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2025.

SILVA, Alexander Fidelis da; SOARES, Tamires Rúbia dos Santos; AFONSO, Júlio Carlos. Gestão de resíduos de laboratório: uma abordagem para o ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 37–42, fev. 2010. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/08-PE-9208.pdf. Acesso em 12 mai. 2025.

SILVA, Francine Cristina *et al.* Implementação de protocolos de biossegurança em instituição de ensino superior na área da saúde. **Revista Extendere**, v. 3, n.1, p. 20-36, 2015. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/EXT/article/view/4134>. Acesso em 17 jun. 2025.

SILVA, Elmo Rodrigues; MENDES, Luiz Antonio Arnaud. **O papel das Universidades na Construção da Sustentabilidade Ambiental: uma proposta de Modelo de Gerenciamento Integrado de Resíduos**. Revista ADVIR da UERJ – nº 23/2009 (p. 78-85). Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0BzVoTGbNilF3cHlxdDhNTTJReGs/edit?resourcekey=0-C872aelZHXCzb5CsRO1kmA>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SISINNO, Cristina Lucia Silveira. **Destino dos resíduos sólidos urbanos e industriais no Estado do Rio de Janeiro: avaliação da toxicidade e suas implicações para o ambiente e para a saúde humana**. 2002. 102 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4374>. Acesso em 1 mai. 2025.

SOUTO, Ana Flávia Lins *et al.* Gestão dos recursos naturais: uma análise das contribuições da política nacional de meio ambiente (Lei 6938/81) / Natural resources management: an analysis of the contributions of the national environmental policy (Law 6938/81). **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 16542–16555, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n3-068. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/44864>. Acesso em: 1 mai. 2025.

SOUZA, Josy Suyane de Brito. **Estudos preliminares para o gerenciamento nos laboratórios de ensino de Química: um caminho para a sustentabilidade**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial). Universidade Estadual da Paraíba. Campo Grande, 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/3957>. Acesso em 29 abr. 2025.

SÃO LUÍS (MA). **Lei Municipal nº 6.321, de 16 de janeiro de 2018**. Institui o Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Luís e dá outras providências. Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/lei-municipal-n--6a321/2018---sistema-de-limpeza-urbana-de-sao-luis---sulip/>. Acesso em: 4 jun. 2025.

SÃO LUÍS (MA). **Responsabilidades dos grandes geradores – SULIP**. Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/responsabilidades-dos-grandes-geradores---sulip/>. Acesso em: 4 jun. 2025.

SÃO LUÍS (MA). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana da Grande São Luís**: Volume II – Prognóstico e Planejamento da Gestão de Resíduos Sólidos. São Luís: AGEM, 2019. Disponível em: https://www.ma.gov.br/uploads/agem/docs/RESUMO_EXECUTIVO_RESIDUOS_SOLIDOS_RMGS_L REV 2 %281%29 %283%29.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

WICHMANN, Bruno *et al.* Using pro-environmental information to modify conservation behavior: Paper recycling and reuse. **Recycling**, v. 2, n. 1, p. 5, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/recycling2010005>. Acesso em: 17 jun. 2025.

ZANDONAI, Dorai P. *et al.* Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino. **Revista Virtual de Química**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2014. Disponível em: <https://rvq-sub.sbgq.org.br/index.php/rvq/article/view/432>. Acesso em 28 abr. 2025

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Legislação Estadual aplicável ao gerenciamento de resíduos químicos

Norma	Ano	Descrição	Abrangência
Lei Estadual nº 8.521	2006	Dispõe sobre o controle de resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos.	Produção, transporte, uso e destinação final
Decreto Estadual nº 23.118	2007	Regulamenta a Lei nº 8.521/2006, detalhando a atuação da SEMA na fiscalização e educação ambiental.	Fiscalização e controle
Decreto Estadual nº 38.140	2023	Estabelece diretrizes para a logística reversa de embalagens em geral, incluindo químicas.	Responsabilidade pós-consumo
Lei Estadual nº 11.578	2021	Institui a Política Estadual de Redução de Gases de Efeito Estufa, incentivando práticas sustentáveis.	Sustentabilidade ambiental
Decreto Estadual nº 37.969	2022	Regulamenta a Lei nº 11.578/2021, com mecanismos de PSA e REDD+ aplicáveis ao manejo de resíduos.	Gestão ambiental e incentivos sustentáveis
Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos do Maranhão (PEGRS-MA)	2023	Documento estratégico que estabelece diretrizes para a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos no estado, incluindo resíduos químicos.	Planejamento e gestão de resíduos sólidos

APÊNDICE 2

Legislação Municipal aplicável ao gerenciamento de resíduos químicos

Norma	Ano	Descrição	Abrangência
Lei Municipal nº 6.321	2018	Institui o Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Luís e define diretrizes para a gestão de resíduos.	Todos os resíduos sólidos urbanos, incluindo químicos de grandes geradores.
Decreto Municipal nº 49.090	2018	Regulamenta dispositivos da Lei nº 6.321/2018 e detalha obrigações dos grandes geradores.	Empresas, instituições e entidades com geração ≥ 200 L/dia.
Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)	2015	Documento estratégico que define metas e diretrizes para o gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos na cidade.	Planejamento municipal de resíduos, incluindo resíduos químicos perigosos.

APÊNDICE 3

Banner 1 – Gerenciamento de resíduos químicos



Título do projeto: TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS:
Sustentabilidade e Educação Ambiental

Equipe Executora: Prof. Alamgir Khan (Coordenador), Profa. Raquel Maria Trindade Fernandes (colaboradora), Anna Beatriz Vidal Pavão (Extensionista), Carlos Henrique Borges Figueredo (Bolsa-Bate)

(EDITAL N.º 10/2022-PROEXAE-AGA/UEMA)



GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

É um processo fundamental para garantir a segurança e a proteção do meio ambiente, da saúde pública e dos trabalhadores envolvidos na manipulação desses resíduos. Envolve a gestão de substâncias perigosas que podem ser geradas em atividades industriais, laboratoriais ou de pesquisa, e inclui a coleta, o armazenamento, o transporte, o tratamento e a disposição final desses materiais

AQUI ESTÃO ALGUNS PRINCÍPIOS ESSENCIAIS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS:

CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO

- Os resíduos químicos devem ser classificados de acordo com suas características (perigosos ou não perigosos) e identificados corretamente, para garantir o manuseio adequado. Isso inclui informações sobre os riscos de cada substância, como inflamabilidade, toxicidade ou reatividade.



Fonte – GPESEG, 2017.

TRANSPORTE

- O transporte dos resíduos químicos deve ser realizado de forma segura, com veículos que atendam às normas regulamentadoras. A documentação de transporte deve acompanhar os resíduos, com informações sobre a quantidade, a natureza do resíduo e as instruções de segurança.



Fonte – LiderResíduos, s/d.

SEGREGAÇÃO

- Resíduos químicos devem ser segregados de acordo com suas características, para evitar reações indesejadas, como a formação de substâncias tóxicas ou explosivas.

ARMAZENAMENTO

- O armazenamento deve ser feito de forma segura, de preferência em locais ventilados, longe de fontes de calor e isolados de outras substâncias perigosas.

TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL

- Dependendo do tipo de resíduo, ele pode ser tratado para redução de sua periculosidade antes de ser descartado. Isso pode incluir processos como neutralização, incineração, tratamento biológico ou outros métodos.

A implementação de práticas adequadas de gerenciamento de resíduos químicos não só minimiza os riscos ambientais e à saúde humana, mas também pode ajudar as empresas a atender às exigências legais e melhorar sua imagem no mercado.

UEMA - Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – São Luís/MA

Fone: (98) 2016-8100

APÊNDICE 4

Banner 2 – Tratamento de resíduos químicos



Título do projeto: TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICO:
Sustentabilidade e Educação Ambiental
Equipe Executora: Prof. Alamgir Khan (Coordenador), Profa. Raquel Maria Trindade Fernandes (colaboradora), Anna Beatriz Vidal Pavão (Extensionista), Carlos Henrique Borges Figueredo (Bolsa-Bate)
(EDITAL N.º 10/2022-PROEXAE-AGA/UEMA)



TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

É uma etapa essencial no gerenciamento desses materiais, com o objetivo de reduzir os riscos ambientais, de saúde e de segurança associados a substâncias perigosas. Esse tratamento pode envolver uma série de processos que visam transformar ou eliminar os resíduos de maneira segura e eficaz, minimizando seu impacto no meio ambiente e na saúde pública.

PRINCIPAIS MÉTODOS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS:

SEGREGAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO

- Separar os resíduos incompatíveis para evitar reações perigosas.
- Classificar os resíduos de acordo com suas propriedades
- Rotular corretamente os recipientes com nome do resíduo, data e responsável.

ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO

- Utilizar recipientes adequados e resistentes a vazamentos
- Manter os resíduos em local ventilado, longe de fontes de calor ou ignição.
- Não misturar substâncias sem orientação técnica.

TRATAMENTO INTERNO

Alguns resíduos podem ser tratados dentro do próprio laboratório para reduzir sua periculosidade, através de alguns processos, como:

- Neutralização
- Precipitação
- Evaporação controlada



DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA

- Quando o tratamento interno não é suficiente, os resíduos devem ser encaminhados para:
- Empresas especializadas em tratamento de resíduos químicos.
- Coletas seletivas de materiais perigosos (realizadas por universidades ou órgãos ambientais).
- Reciclagem ou reaproveitamento, quando possível (exemplo: recuperação de solventes).

LEGISLAÇÃO E NORMAS

- No Brasil, o descarte de resíduos químicos laboratoriais segue normas como:
- Resolução CONAMA nº 313/2002 – Dispõe sobre o inventário de resíduos industriais.
- Normas da ABNT (NBR 10.004, NBR 12.235, NBR 13.221) – Classificação e manuseio de resíduos perigosos.
- Legislação Estadual e Municipal – Algumas cidades possuem regras específicas.

A gestão correta de resíduos químicos laboratoriais é essencial para evitar contaminação ambiental e proteger a saúde dos envolvidos.



Fonte – Concept Systems, 2020.

UEMA - Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – São Luís/MA
Fone: (98) 2016-8100

APÊNDICE 5

Banner 3 – Descarte de resíduos químicos



Título do projeto: TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS:
Sustentabilidade e Educação Ambiental
Equipe Executora: Prof. Alamgir Khan (Coordenador), Profa. Raquel Maria Trindade Fernandes (colaboradora), Anna Beatriz Vidal Pavão (Extensionista), Carlos Henrique Borges Figueredo (Bolsa-Bate)
(EDITAL N.º 10/2022-PROEXAE-AGA/UEMA)



DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS

O descarte de resíduos químicos laboratoriais deve ser feito de maneira segura e em conformidade com as normas ambientais e de saúde pública. Isso é essencial para evitar contaminação do meio ambiente, riscos à saúde humana e danos aos ecossistemas.

AQUI ESTÃO AS ETAPAS GERAIS PARA O DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS LABORATORIAIS:

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

- Os resíduos podem ser classificados de acordo com seu tipo e características. Alguns tipos comuns de resíduos químicos laboratoriais são:
 - Solventes, como clorados e não clorados
 - Ácidos e bases
 - Metais pesados, em solução ou no estado sólido
 - Aminas, cianetos, fenóis, pesticidas e outros de alta toxicidade

ETIQUETAGEM CORRETA

- Os resíduos devem ser armazenados em recipientes apropriados e etiquetados corretamente.
- A etiqueta deve conter informações como: Nome do resíduo, composição química, potenciais riscos (inflamabilidade, toxicidade, corrosividade, etc.), data de geração.

ARMAZENAMENTO ADEQUADO

- Devem ser armazenados em locais adequados, seguindo as normas de segurança. Alguns cuidados incluem:
 - Armazenar os resíduos em locais seguros, longe de fontes de calor, chamas, eletricidade e outros materiais inflamáveis.
 - Proteger os recipientes de fontes de luz, calor e de água.
 - Armazenar os produtos químicos altamente tóxicos ou controlados em um local específico, dedicado e trancado.

COLETA E TRANSPORTE

- A coleta e o transporte de resíduos químicos devem ser feitos com segurança, utilizando veículos adequados, rotas específicas e sistemas de contenção para prevenir vazamentos ou contaminações acidentais.



Fonte – Autoral, 2025.

DESTINAÇÃO FINAL

- A destinação final dos resíduos químicos laboratoriais deve ser feita por empresas especializadas em gestão de resíduos, que seguem os procedimentos legais e ambientais para dar o destino adequado, como:
 - Tratamento
 - Reciclagem.
 - Incineradores ou aterros licenciados

Esse procedimento é crucial para garantir a segurança do laboratório e minimizar os impactos ambientais negativos.



Fonte – Autoral, 2025.



Fonte – BH Ambiental, s/d.

UEMA - Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – São Luís/MA
Fone: (98) 2016-8100

APÊNDICE 6

Lista de disciplinas atendidas

	DISCIPLINAS	CURSO
1	Análise Instrumental	CQL
2	Bromatologia	CQL
3	Cinética Química e Fenômenos de Superfície	CQL
4	Corrosão	CQL
5	Estudo dos Gases e Termodinâmica	CQL
6	Equilíbrio Químico	CQL
7	Fundamentos de Química	CCB
8	Mecanismos das reações orgânicas	CQL
9	Química Analítica Qualitativa	CQL
10	Química Analítica Quantitativa	CQL
11	Química de Produtos Naturais	CQL
12	Química Geral	Engenharias
13	Química do Carbono	CQL, Engenharia de Pesca
14	Química de Coordenação	CQL
15	Química Inorgânica	CQL
16	Experimentação em Química	CQL, Engenharias
17	Química Analítica	Agronomia
18	Química Aplicada	CFO – Bombeiros

*CQL = Curso de Química Licenciatura; CCB = Curso de Ciências Biológicas; CFO = Curso de Formação de Oficiais.

ANEXOS

ANEXO 1

Propriedades dos resíduos químicos	Intensidade, classificação e características das propriedades
Reatividade	4. Perigo: Material explosivo em temperatura ambiente.
	3. Perigo: Pode ser explosivo em caso de choque, em aquecimento sobre confinamento ou se misturado com água.
	2. Cuidado: Instável ou pode reagir violentamente se misturado com água.
	1. Cautela: Pode reagir sobre aquecimento ou misturado com água, mas não violentamente.
	0. Estável: Não reativo quando misturado com água.
Saúde	4. Perigo: Pode ser fatal em pequena exposição. Usar EPI necessários.
	3. Perigo: Corrosivo ou tóxico. Evitar contato com a pele ou inalação.
	2. Cuidado: Pode ser prejudicial ou nocivo se inalado ou absorvido.
	1. Cautela: Pode ser irritante.
	0. Estável: Não causa danos à saúde.
Inflamabilidade	4. Perigo: Gás inflamável ou líquido extremamente inflamável.
	3. Perigo: Líquido inflamável com pressão de vapor abaixo de 38°C.
	2. Cuidado: Líquido inflamável com pressão de vapor entre 38° e 93°C.
	1. Cautela: Combustível se aquecido.
	0. Estável: Não combustível.
Risco Específico	OXY – Oxidante
	ACID – Ácido
	ALK - Alcalino
	COR – Corrosivo
	W - Reativo em água
	RAD - Radioativo

Fonte: Adaptado de Paula e Otenio, 2018.

ANEXO 2

Legislação Federal aplicável ao gerenciamento de resíduos químicos

Normativa	Número e Referência	Descrição Geral
Lei	Lei nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos
Portaria	Portaria nº 280/2020	Institui o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR)
Decreto	Decreto nº 10.936/2022	Regulamenta a PNRS e atualiza a gestão nacional de resíduos sólidos
Resolução	CONAMA 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde
Resolução	ANVISA RDC nº 222/2018	Regulamenta boas práticas de gerenciamento dos resíduos de saúde
Resolução	ANTT nº 5.947/2021	Atualiza o regulamento para transporte rodoviário de produtos perigosos
Norma ABNT	NBR 7.500/2011	Identificação para transporte, manuseio e armazenamento de produtos

Norma ABNT	NBR 7.501/2012	Terminologia para transporte terrestre de produtos perigosos
Norma ABNT	NBR 7.507/2016	Ficha de emergência para produtos perigosos
Norma ABNT	NBR 10.004/2004	Classificação dos resíduos sólidos
Norma ABNT	NBR 14.006/2007	Sistema de gestão ambiental - Requisitos
Norma ABNT	NBR 14.007/2005	Sistema de gestão ambiental - Diretrizes
Norma ABNT	NBR 14.169/2003	Transporte terrestre de resíduos perigosos
Norma ABNT	NBR 14.725-1/2010	Produtos químicos - Informações de segurança: Parte 1
Norma ABNT	NBR 14.725-2/2009	Produtos químicos - Informações de segurança: Parte 2
Norma ABNT	NBR 14.725-3/2012	Produtos químicos - Informações de segurança: Parte 3
Norma ABNT	NBR 14.725-4/2010	Produtos químicos - Informações de segurança: Parte 4 (FISPQ)
Norma ABNT	NBR 16.725/2014	Ficha com dados de segurança de resíduos (FDSR)

Norma ABNT	NBR 17.505-4/2006	Armazenamento de líquidos inflamáveis com recipientes até 300 L
Norma ABNT	NBR 17.505-5/2009	Armazenamento de líquidos inflamáveis - Operações
Norma Regulamentadora	NR 7/2000	Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais
Norma Regulamentadora	NR 6/2018	Equipamentos de proteção individual (EPI)
Norma Regulamentadora	NR 9/2011	Exposição a agentes físicos, químicos e biológicos
Norma Regulamentadora	NR 15/2022	Segurança no trabalho com líquidos inflamáveis
Norma Regulamentadora	NR 26/2015	Sinalização de segurança
Norma Regulamentadora	NR 32/2009	Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde

Fonte: Elaborado por Arantes, 2023.

ANEXO 3

Perguntas correspondentes a cada eixo temático

Eixo temático	Perguntas correspondentes
Eixo 1	1. Existe um inventário com estimativa da geração de resíduos (quantidade/ mês ou ano)?
Eixo 2	1. Existe algum tipo de controle ou um sistema de uniformização de identificação dos recipientes ou frascos utilizados no acondicionamento dos resíduos?
	2. Existe algum tipo de classificação dos resíduos por natureza química?
	3. Existe algum tipo de simbologia na identificação dos produtos químicos no que diz respeito às suas características químicas e periculosidade?
	4. As etiquetas de identificação são colocadas no frasco antes de ser inserido o resíduo químico para evitar erros?
	5. Existe abreviação e fórmulas na rotulagem dos frascos?
	6. Nas etiquetas são preenchidos os nomes do produto principal (mais tóxico) e todos os outros materiais contidos no frasco mesmo os que apresentam concentrações muito baixas (traços de elementos) inclusive a água?
Eixo 3	1. É respeitada a compatibilidade dos resíduos em relação aos recipientes coletores?
	2. É evitada a mistura de resíduos químicos mesmo quando em pequenos volumes?
	3. Soluções ácidas e básicas contendo metais pesados são armazenadas individualmente e separadas de quaisquer outros resíduos?

	4. Materiais contendo mercúrio (sólido ou líquido) são separados de qualquer outro material assim como solventes contendo pesticidas, anilina, piridina e resíduos de banhos eletrolíticos?
	5. Quais os locais utilizados para armazenar resíduos no laboratório?
	6. Quais os tipos de coletores utilizados no laboratório?
Eixo 4	1. Existe algum entreposto de armazenamento dentro do laboratório?
	2. Existe algum entreposto de armazenamento fora do laboratório?
	3. Você sabe qual o destino dos recipientes vazios de insumos químicos?
Eixo 5	1. É realizado algum tratamento prévio de algum resíduo no laboratório?
	2. Você sabe quais são os tipos de tratamento utilizados fora do laboratório e quem os faz?
	3. Quando tratado ou recuperado, existe alguma certificação química para produtos recuperados?
Eixo 6	1. Existem normas internas no laboratório para a minimização de geração de resíduos a fim de diminuir também a possibilidade de acidente quando estes forem transportados?
	2. Existe algum tipo de monitoramento nas instalações do laboratório no que diz respeito a possíveis gerações de gases oriundos dos resíduos?
	3. Existem procedimentos internos (manuais, cartilhas métodos) contendo orientações sobre procedimentos de emergência em casos de acidentes com produtos químicos (derramamentos, vazamentos, equipamentos de proteção

	individual que devem ser utilizados e procedimentos de primeiros socorros)?
	4. Você sabe como é realizada a destinação final dos resíduos químicos do seu laboratório?
	5. Você sabe quais tipos de resíduos são jogados na pia?

Fonte: Elaborado por Rocha, 2011.