



UFRR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

MARENILCE CRUZ CARVALHO DE OLIVEIRA

**GERENCIAMENTO E RECUPERAÇÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS
ALCOÓLICOS GERADOS NO LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E
CITOPATOLÓGICA EM RORAIMA**

BOA VISTA, RR

2024

MARENILCE CRUZ CARVALHO DE OLIVEIRA

**GERENCIAMENTO E RECUPERAÇÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS
ALCOÓLICOS GERADOS NO LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E
CITOPATOLÓGICA EM RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais (Recursos Naturais).

Linha de Pesquisa: Bioprospecção em Recursos Naturais.

Orientador: Dr. Francisco dos Santos Panero

Coorientador: Dr. Pedro Alves da Silva Filho

BOA VISTA, RR

2024

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

O48g Oliveira, Marenilce Cruz Carvalho de.

Gerenciamento e recuperação sustentável de resíduos alcoólicos gerados no laboratório de anatomia patológica e citopatológica em Roraima / Marenilce Cruz Carvalho de Oliveira. — Boa Vista, 2024.
62 f. : il. Inclui Anexos.

Orientador: Prof. Dr. Francisco dos Santos Panero.
Coorientador: Prof. Dr. Pedro Alves da Silva Filho.

Dissertação (mestrado) — Universidade Federal de Roraima,
Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

1. Resíduos alcoólicos. 2. Recuperação. 3. Gerenciamento. 4.
Sustentabilidade. I. Título. II. Panero, Francisco dos Santos (orientador).
III. Silva Filho, Pedro Alves da (coorientador).

CDU (2.ed.) 628.4.046(811.4)

MARENILCE CRUZ CARVALHO DE OLIVEIRA

**GERENCIAMENTO E RECUPERAÇÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS
ALCOÓLICOS GERADOS NO LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E
CITOPATOLÓGICA EM RORAIMA**

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais (Recursos Naturais) da Universidade Federal de Roraima, defendida em 02 de dezembro de 2024 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO DOS SANTOS PANERO
Data: 15/01/2025 11:42:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco dos Santos Panero
Orientador – Universidade Federal de Roraima/UFRR

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO ALVES DE MELO FILHO
Data: 15/01/2025 12:40:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Alves de Melo Filho
Membro – Universidade Federal de Roraima/UFRR

Documento assinado digitalmente
 BIANCA JORGE SEQUEIRA
Data: 16/01/2025 22:01:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Bianca Jorge Sequeira
Membro – Universidade Federal de Roraima/UFRR

Documento assinado digitalmente
 ANA PAULA BARBOSA ALVES
Data: 15/01/2025 15:54:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Ana Paula Barbosa Alves
Membro – Universidade Federal de Roraima/UFRR

Dedico esta conquista aos meus irmãos, Josenildo Carvalho e Aida Carvalho (*in memoriam*), que sempre acreditaram na minha capacidade e me incentivaram a nunca desistir dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a razão de tudo, por seus planos serem sempre melhores do que os meus.

À minha mãe, Maria Conceição, minha principal incentivadora e alicerce emocional, e aos meus irmãos: Neide Carvalho, Josenilson Carvalho, Josemar Carvalho e Deys Carvalho, pelas palavras de apoio, por acreditarem na minha capacidade e por cuidarem da nossa mãe em todos os momentos em que precisei me ausentar para me dedicar ao mestrado.

Aos meus amados filhos, Ítalo Wanderley e Alice Wanderley, que me ensinam sobre resiliência e evolução, por serem compreensivos quando precisei deixar de lado as brincadeiras para focar nas atividades acadêmicas.

Ao meu marido, Sidney Wanderley, pelo companheirismo, pelo apoio em momentos de ansiedade e por ser um pai dedicado, acompanhando as crianças nas tarefas escolares e em passeios que precisei sacrificar para realizar esse sonho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco dos Santos Panero, por sua paciência, incentivo e apoio incondicional em todas as etapas da pesquisa, na construção dos conhecimentos teóricos e práticos, e pelos ensinamentos valiosos que levarei comigo. Ao meu coorientador, Pedro Alves da Silva Filho, pelas valiosas contribuições ao longo da pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais e ao corpo docente, pela dedicação e pelos ensinamentos ao longo desse período. À Prof^a Dra. Gardênia Cabral, pelo incentivo e apoio; à Prof^a Dra. Franciele Oliveira, por sua gentileza e competência inspiradora; e ao Prof. Dr. Pedro Pequeno, por seus ensinamentos e encorajamento.

Agradeço a todos os servidores do Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica de Roraima (LAPER), que gentilmente participaram desta pesquisa, compartilhando suas experiências e respondendo aos questionários.

À minha amiga Eduvirgens Cardoso, por sua amizade sincera e por estar ao meu lado em todos os momentos, e aos amigos Rajá Vidya, Neyla Rodrigues e Guilherme Andrade, por suas contribuições e pela ajuda concedida para a realização deste mestrado.

Expresso minha profunda gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para essa conquista significativa em minha vida.

“A estrada é sua e somente sua.
Outros podem andar ao seu lado, mas
ninguém pode andar por você.”

(Cora Carolina)

RESUMO

O gerenciamento e a recuperação de resíduos químicos em laboratórios em diversas instituições ainda são tarefas desafiadoras, devido à grande variedade de resíduos gerados nesses ambientes. As atividades laboratoriais em saúde produzem grandes quantidades de resíduos, muitos deles classificados como perigosos (Grupo B) e necessitando de tratamento específico para descarte seguro. Esta pesquisa abordou a gestão e recuperação de resíduos alcoólicos gerados pelo Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica de Roraima (LAPER), com o objetivo de averiguar o manejo e o gerenciamento dos resíduos realizados no laboratório, bem como a recuperação de resíduos alcoólicos gerado e comumente descartados. A pesquisa baseou-se em visitas in loco, em coleta de resíduos para análise e em aplicação de questionário quantitativo com servidores do laboratório. Entre 2020 e 2023, constatou-se que esses resíduos alcoólicos compõem mais de 50% do volume total anual do resíduo gerado na instituição. Embora a maioria dos funcionários siga as regulamentações, foram identificadas práticas inadequadas de descarte, evidenciando a necessidade de treinamentos e de práticas de gestão mais sustentáveis, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em uma segunda etapa, evidenciou-se a viabilidade de recuperar etanol desses resíduos, utilizando destilação fracionada e espectroscopia NIR. A pesquisa demonstrou que os resíduos eram coletados por empresa terceirizada, que os encaminhava para posterior incineração. A fim de atender aos princípios da ODS, foram realizados processos de recuperação de resíduo alcoólico, nos quais alcançaram-se purezas de 85,67 °GL para amostras com teor alcoólico inicial acima de 60% e 99,8 °GL para concentrações superiores a 90%, adequadas para reutilização em processos histológicos. Modelos de Machine Learning (PLS e PCR) e espectros de infravermelho próximo-NIR permitiram previsões precisas do teor alcoólico quando comparadas a métodos tradicionais de análise. Embora a recuperação de solventes ainda seja pouco adotada no Brasil como recuperação de resíduos laboratoriais, onde a incineração é mais comum, essa prática promove uma gestão de resíduos mais sustentável, economizando recursos, reduzindo o impacto ambiental e alinhando-se aos princípios da Química Verde, da economia circular e da Agenda 2030.

Palavras-chave: Resíduos alcoólicos, Recuperação, Gerenciamento, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The management and recovery of chemical waste in laboratories in several institutions are still challenging tasks due to the wide variety of waste generated in these environments. Laboratory activities in healthcare produce large amounts of waste, much of which is classified as hazardous (Group B) and requires specific treatment for safe disposal. This research addressed the management and recovery of alcoholic waste generated by the Laboratory of Pathological Anatomy and Cytopathology of Roraima (LAPER), with the objective of investigating the waste management practices carried out in the laboratory, as well as the recovery of commonly discarded alcoholic waste. The research was based on on-site visits, collection of waste for analysis, and application of a quantitative questionnaire with laboratory employees. Between 2020 and 2023, it was found that alcoholic waste makes up more than 50% of the total annual volume of waste generated in the institution. Although most employees follow regulations, inadequate disposal practices were identified, highlighting the need for training and more sustainable management practices in line with the Sustainable Development Goals (SDGs). In a second stage, the feasibility of recovering ethanol from this waste was demonstrated using fractional distillation and NIR spectroscopy. The research demonstrated that the waste was collected by a third-party company, which sent it for subsequent incineration. In order to comply with the SDG principles, alcoholic residue recovery processes were carried out, achieving purities of 85.67 °GL for samples with an initial alcohol content above 60% and 99.8 °GL for concentrations above 90%, suitable for reuse in histological processes. Machine Learning models (PLS and PCR) and near-infrared (NIR) spectra allowed accurate predictions of alcohol content when compared to traditional analysis methods. Although solvent recovery is still seldom adopted in Brazil as a method of recovering laboratory waste, where incineration is more common, this practice promotes more sustainable waste management, saving resources, reducing environmental impact, and aligning with the principles of Green Chemistry, the circular economy, and the 2030 Agenda.

Keywords: Alcoholic waste, Recovery, Management, Sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS.....	12
1.1.1	Objetivo geral.....	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
1.2	METODOLOGIA.....	13
2	ARTIGO 1 – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS EM LABORATÓRIO PATOLÓGICO: FRENTE AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	14
3	ARTIGO 2 – RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS ALCOÓLICOS PRODUZIDOS NO LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E CITOPATOLÓGICA EM RORAIMA.....	32
4	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53
	ANEXO A – Normas Técnicas do Periódico “Revista Caderno Pedagógico”	54
	ANEXO B – Normas Técnicas do Periódico “Revista Holos”	57

1 INTRODUÇÃO

As atividades laboratoriais desenvolvidas por serviços de suporte à vida e à saúde humana geram uma quantidade significativa de resíduos, cujo manejo adequado é essencial para prevenir riscos à saúde pública e ao meio ambiente (SILVA et al., 2022). Entre os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), destaca-se o Grupo B, que inclui resíduos químicos perigosos com propriedades como corrosividade, inflamabilidade, reatividade e toxicidade, tornando-os altamente prejudiciais (ANVISA, 2018; BARBOSA; MARIA; DE SOUSA, 2024). A gestão desses resíduos é particularmente desafiadora devido à variedade de materiais, como produtos químicos tóxicos, reagentes e solventes, que demandam procedimentos específicos para seu manejo e destinação final adequada (OLIVEIRA et al., 2020; NAZARI et al., 2020). Segundo Arantes e Günther (2023), o gerenciamento desses resíduos requer métodos de eliminação rigorosos e controlados para minimizar possíveis efeitos negativos.

Pinotti e Bataghin (2020) ressaltam a importância de distinguir entre resíduos e rejeitos, uma prática essencial para o descarte adequado e para a redução dos riscos ambientais e à saúde. Enquanto resíduos são materiais remanescentes de processos que ainda podem ser reutilizados, rejeitos são aqueles que, após esgotadas as possibilidades de tratamento, devem ser descartados em conformidade com a Lei nº 12.305/2010. A falta dessa compreensão contribui para práticas de descarte inadequadas, agravando problemas ambientais e sanitários.

Almeida e Campos (2024) destacam que laboratórios utilizam solventes orgânicos com frequência, o que gera custos significativos, tanto para a compra de reagentes, quanto para o descarte, que geralmente ocorre por incineração. Esse método, amplamente empregado para resíduos químicos, envolve despesas elevadas e representa uma perda de recursos que poderiam ser recuperados e reutilizados. Além disso, a incineração é considerada uma prática menos sustentável, uma vez que, ao destruir materiais que poderiam ser reintegrados ao ciclo produtivo, aumenta a demanda por novas matérias-primas, prejudicando a eficiência dos recursos (DIAS; SCHWARZ; OLIVEIRA, 2018).

Reduzir a incineração de resíduos químicos ajuda a minimizar emissões de gases de efeito estufa e impactos ambientais. Práticas de redução, reutilização e reciclagem são essenciais na economia circular, mantendo materiais em uso e promovendo ciclos de consumo sustentáveis. A recuperação de resíduos químicos em laboratórios não só economiza recursos naturais, mas também promove e incentiva a sustentabilidade ambiental. (ALMEIDA;

CAMPOS, 2024). No entanto, o reuso de resíduos no Brasil ainda é limitado, com laboratórios dependendo de empresas terceirizadas para descarte, o que é insuficiente para minimizar os danos ao meio ambiente e à saúde pública. A Agenda 2030, por meio do ODS 12 (consumo e produção responsáveis), incentiva práticas sustentáveis, como a recuperação de resíduos, essenciais para uma gestão eficiente e de baixo impacto ambiental (ZORZO et al., 2022; MENDES; CHAGAS, 2023).

A problemática dessa pesquisa envolve diversos fatores, destacando-se que o Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica de Roraima (LAPER) é o maior laboratório de histologia da rede pública estadual, atendendo tanto à capital quanto aos demais municípios do estado. Com isso, o laboratório processa uma elevada quantidade de exames, o que resulta em uma considerável geração de resíduos químicos. Diante do exposto, surgiram as seguintes questões. Qual é o destino atual desses resíduos gerados no LAPER? Entre todos os resíduos químicos produzidos, qual deles representa a maior parte do volume gerado? Por fim, seria possível reaproveitar esses resíduos dentro da própria instituição, promovendo uma gestão mais sustentável?

Durante a pesquisa, verificou-se que os resíduos alcoólicos representam a maior parte dos resíduos químicos gerados no LAPER, correspondendo a mais de 50%. Uma parcela significativa desses resíduos é proveniente do processamento histológico, que gera semanalmente cerca de 7 a 8 litros de resíduos alcoólicos, totalizando aproximadamente 340 litros ao ano. Esse volume pode ser ainda maior, dependendo da quantidade e do tipo de materiais processados. Todos os resíduos, incluindo os alcoólicos, são coletados e enviados para incineração em Manaus (AM, Brasil), por uma empresa contratada pelo Governo do Estado de Roraima (LAPER, 2023). Apesar de o processo estar em conformidade com a Resolução CONAMA nº 316/2002, que recomenda a incineração apenas para resíduos sem possibilidade de recuperação, surgiu o interesse em investigar a viabilidade de recuperar e reutilizar o etanol nesse contexto.

Além disso, a logística de transporte é outro fator relevante. A Resolução ANTT nº 5.998/2022 determina o transporte terrestre para cargas perigosas, como substâncias inflamáveis ou tóxicas. Esse requisito complica o abastecimento das unidades de saúde em Roraima, considerando a localização do LAPER na região Norte, o que encarece e dificulta a reposição desses produtos. A recuperação de álcool diretamente no laboratório poderia mitigar essas limitações, reduzindo custos e promovendo uma gestão de resíduos mais sustentável e eficiente.

Para facilitar a compreensão desta dissertação, o documento foi estruturado em dois artigos. O primeiro, intitulado "*Gerenciamento de Resíduos Químicos Gerados em Laboratório Patológico: Frente aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*", aborda a gestão de resíduos químicos no LAPER, alinhando práticas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Este estudo visa diagnosticar e quantificar os resíduos mais frequentes na instituição, além de avaliar o conhecimento dos servidores sobre a gestão de reagentes e resíduos químicos. O artigo foi publicado na *Revista Caderno Pedagógico* (Qualis A2 em Ciências Ambientais), conforme as normas técnicas exigidas pelo periódico, que podem ser visualizadas no ANEXO A.

O segundo artigo, intitulado "*Recuperação de Resíduos Alcoólicos Produzidos no Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica em Roraima*", foca na recuperação e na reutilização dos resíduos alcoólicos gerados no laboratório, abordando a hierarquia de resíduos químicos, a sustentabilidade e os princípios da química verde. Foram aplicadas técnicas como filtração, método de Gay-Lussac, destilação fracionada e espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), para recuperar o etanol nos resíduos alcoólicos do LAPER. Este artigo será submetido à *Revista Holos Enviroment* (Qualis A1 em Ciências Ambientais) após a correção pela banca examinadora da dissertação e está estruturado conforme as normas do periódico, reproduzidas no ANEXO B.

1.1 OBJETIVOS

Para a realização desta dissertação, buscaram-se cumprir os seguintes objetivos gerais e específicos.

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o gerenciamento de resíduos realizado no Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica de Roraima (LAPER), com foco no alinhamento do processo de recuperação de resíduos alcoólicos aos padrões de sustentabilidade aplicáveis.

1.1.2 Objetivos específicos

São objetivos do presente trabalho: diagnosticar práticas de gestão de resíduos no LAPER; identificar e quantificar os resíduos prevalentes no laboratório; viabilizar a recuperação e a reutilização do álcool etílico do processamento histológico, reduzindo a

quantidade de resíduos gerados e propondo melhorias com base na Química Verde e na Economia Circular.

1.2 METODOLOGIA

Este trabalho seguiu uma abordagem quantitativa, iniciando com uma revisão bibliográfica sobre o gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios patológicos e em instituições de ensino superior. Posteriormente, foram realizadas visitas ao LAPER para identificar e quantificar os resíduos químicos gerados entre 2020 e 2023, com base nos registros disponibilizados pela instituição. Os dados foram organizados e analisados utilizando planilhas eletrônicas no software Excel.

Durante o período de 2022 a 2023, foram realizadas coletas trimestrais dos resíduos de etanol gerados no setor de processamento histológico. Esses resíduos foram encaminhados ao Laboratório de Grãos e Águas da Universidade Federal de Roraima (UFRR) para análises e tratamento das amostras. A destilação das amostras ocorreu no Laboratório de Bioensaios do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT), da UFRR, enquanto a obtenção dos espectros de infravermelho próximo (NIR) das amostras, tanto dos resíduos alcoólicos quanto das amostras destiladas, foi realizada no Laboratório de Ecotoxicologia do PRONAT.

Para a quantificação do teor de etanol, foram aplicadas técnicas de Machine Learning, como Regressão por Componentes Principais (PCR) e Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (PLS), utilizando o software Pirouette para o processamento dos espectros NIR.

2 ARTIGO 1 – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS EM LABORATÓRIO PATOLÓGICO: FRENTE AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Gerenciamento de resíduos químicos gerados em Laboratório Patológico: frente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Management of chemical waste generated in a Pathological Laboratory: in light of the Sustainable Development Goals

Gestión de residuos químicos generados en Laboratorio de Patología: en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Marenilce Cruz Carvalho de Oliveira

Graduada em química pela Universidade Federal de Roraima – UFRR

Programa de Pesquisa e Pós- graduação em Recursos Naturais- PRONAT – UFRR

Endereço: (Boa Vista, Roraima, Brasil)

E-mail: marideoliveira2013@gmail.com

Francisco dos Santos Panero

Doutor em Biotecnologia e Biodiversidade da Amazonia pela Universidade Federal do Acre – UFAC

Programa de Pesquisa e Pós- graduação em Recursos Naturais- PRONAT – UFRR

Endereço: (Boa Vista, Roraima, Brasil)

E-mail: francisco.panero@ufrr.br

Pedro Alves da Silva Filho

Doutor em Engenharia Civil (Recursos Hídricos)

Universidade Federal do Ceará – UFCE

Departamento de Química – UFRR.

Endereço: (Boa Vista, Roraima, Brasil)

E-mail: felipemourams@gmail.com

Leovergildo Rodrigues Farias

Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Roraima – UFRR

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Roraima – IFRR.

Endereço: (Boa Vista, Roraima, Brasil)

E-mail: leovergildofarias@yahoo.com.br

Mirla Janaina Augusta Cidade

Doutora em Ciências pela UNICAMP

Departamento de Química – UFRR.

Endereço: (Boa Vista, Roraima, Brasil)

E-mail: mirla.cidade@ufrr.br

RESUMO

O gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de patologia ainda continua sendo uma tarefa desafiadora, devido à variedade de resíduos nocivos e inflamáveis gerados nesses ambientes, o que exige um manejo cuidadoso para o descarte final adequado desses resíduos. Este estudo foi realizado no Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica do Estado de Roraima (LAPER). A pesquisa, com abordagens qualitativa e quantitativa, identificou e quantificou os resíduos químicos do LAPER nos anos de 2020 a 2023. A literatura mostrou uma escassez de estudos específicos sobre resíduos em laboratórios de patologia, nas bases de dados científicos. Os resultados da pesquisa demonstraram que 54,73% dos resíduos gerados nesse período são alcoólicos, seguidos por formol (12,89%) e xilol (12,38%). Embora o LAPER já adote uma gestão responsável de resíduos ao contratar uma empresa terceirizada para a coleta e descarte de materiais gerados na unidade, é essencial que a instituição também priorize práticas sustentáveis em suas operações internas, em alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, como o reaproveitamento dos resíduos gerados. Embora a maioria dos servidores siga as legislações vigentes, alguns ainda descartam os resíduos na pia e desconhecem os tipos de resíduos gerados, ignorando os riscos aos servidores envolvidos. É mister salientar, a importância do treinamento dos servidores do LAPER sobre o descarte adequado e minimização de resíduos, visando segurança ocupacional, tornando possível, ações de desenvolvimento sustentável e redução de impactos ambientais, contribuindo para a conservação dos recursos naturais e um ambiente mais saudável.

Palavras-chave: Resíduos químicos, Gerenciamento de resíduos, Laboratório de patologia.

ABSTRACT

Chemical waste management in pathology laboratories remains a challenging task due to the variety of harmful and flammable waste generated in these environments, which requires careful management for the appropriate final disposal of this waste. This study was carried out at the Laboratory of Pathological Anatomy and Cytopathology of the State of Roraima (LAPER). The research, using qualitative and quantitative approaches, identified and quantified the chemical waste of LAPER from 2020 to 2023. The literature showed a scarcity of specific studies on waste in pathology laboratories in scientific databases. The results of the research demonstrated that 54.73% of the waste generated in this period is alcoholic, followed by formaldehyde (12.89%) and xylene (12.38%). Although LAPER has already adopted responsible waste management by hiring a third-party company to collect and dispose of materials generated at the facility, it is essential that the institution also prioritize sustainable practices in its internal operations, in alignment with the Sustainable Development Goals, such as the reuse of waste generated. Although most employees follow current legislation, some still dispose of waste in the sink and are unaware of the types of waste generated, ignoring the risks to the employees involved. It is important to emphasize the importance of training LAPER employees on proper disposal and waste minimization, aiming at occupational safety, making possible sustainable development actions and reduction of environmental impacts, contributing to the conservation of natural resources and a healthier environment.

Keywords: Chemical waste, Waste management, Pathology laboratory.

RESUMEN

La gestión de residuos químicos en laboratorios de patología aún sigue siendo una tarea desafiante, debido a la variedad de residuos nocivos e inflamables que se generan en estos ambientes, lo que requiere un manejo cuidadoso para la adecuada disposición final de estos residuos. Este estudio fue realizado en el Laboratorio de Anatomía Patológica y Citopatológica del Estado de Roraima (LAPER). La investigación, con enfoques cualitativos y cuantitativos, identificó y cuantificó residuos químicos del LAPER en los años 2020 a 2023. La literatura mostró escasez de estudios específicos sobre residuos en laboratorios de patología, en bases de datos científicas. Los resultados de la investigación demostraron que el 54,73% de los residuos generados durante este período son alcohólicos, seguido por el formaldehído (12,89%) y el xilol (12,38%). Si bien LAPER ya adopta una gestión responsable de los residuos al contratar una empresa subcontratada para la recolección y disposición de los materiales generados en la unidad, es fundamental que la institución también priorice prácticas sustentables en sus operaciones internas, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible. reutilización de los residuos generados. Aunque la mayoría de los servidores siguen la legislación vigente, algunos todavía tiran los residuos al fregadero y desconocen el tipo de residuos que se generan, ignorando los riesgos para los servidores involucrados. Es importante resaltar la importancia de capacitar a los empleados de LAPER en la adecuada disposición y minimización de residuos, apuntando a la seguridad en el trabajo, posibilitando acciones de desarrollo sustentable y reducción de los impactos ambientales, contribuyendo a la conservación de los recursos naturales y a un medio ambiente más saludable.

Palabras clave: Residuos químicos, Gestión de residuos, Laboratorio de patología.

1 INTRODUÇÃO

Os laboratórios patológicos são fundamentais na detecção de câncer, mas geram resíduos químicos e biológicos que precisam ser tratados adequadamente para evitar riscos à saúde pública e ao meio ambiente (CORDEIRO et al., 2023). A legislação brasileira, como as resoluções nº 358/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e nº 222/2018 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), exige um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde (PGRSS) para assegurar o tratamento adequado desses resíduos (ANVISA, 2018; ARANTES, 2023). O PGRSS, ao promover a sustentabilidade, é vital para a redução e correta destinação dos resíduos (JOVELINO et al., 2020).

Os resíduos, segundo Oliveira et al., (2020), são produtos sem utilidade comercial resultantes de transformações físicas. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) busca mitigar seus impactos ambientais por meio de coleta seletiva e reciclagem. A Resolução RDC 306/04 da ANVISA e a Resolução 358/05 do CONAMA definem os resíduos de serviços de saúde (RSS) em cinco grupos: infectantes, químicos, radioativos, comuns e perfurocortantes.

De acordo com a ANVISA os resíduos químicos se enquadram na Resolução 222/2018, como Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) do grupo B (ANVISA, 2018). Devido à periculosidade desses resíduos, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) também classifica os resíduos químicos em perigosos (classe I) ou não perigosos (classe II) (BARAZZONE et al., 2022). Embora resíduos químicos sejam vistos como inutilizáveis, a ABNT permite seu reaproveitamento por reciclagem ou recuperação, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) da Lei nº 12.305/2010, que contribui para o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental voltados ao seu reaproveitamento (ARANTES; GUNTHER, 2023).

Nos últimos anos diversas instituições de pesquisa e cientistas têm buscado melhorar e otimizar a gestão de resíduos para cumprir as normas ambientais, as políticas de sustentabilidade, e atender aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. (BARBOSA et al., 2020; FARIAS et al., 2023).

Moro (2022) ressalta que os desafios ambientais incentivam práticas sustentáveis, destacando a incompatibilidade entre consumo excessivo e preservação ambiental, resultando em resíduos e poluição. A Agenda 2030 da ONU, com seus 17 ODS, promove o reaproveitamento de resíduos químicos, especialmente o ODS 06, que busca garantir água potável e saneamento, beneficiado pela reutilização segura de resíduos para reduzir a poluição e proteger a saúde das comunidades (ONU, 2015; FARIAS et al., 2023).

O reaproveitamento de resíduos está ligado ao ODS 3 - Saúde e Bem-Estar, que visa assegurar uma vida saudável para todos. O ODS 3 enfatiza a importância do acesso à água potável e da sustentabilidade, promovendo o uso equilibrado dos recursos naturais para preservar o meio ambiente para as futuras gerações (FARIAS et al., 2023).

A gestão adequada de resíduos contribui para o ODS 14 - Vida na Água, que promove a "conservação e uso sustentável dos oceanos e recursos marinhos" (ONU, 2015; STOPA et al., 2022). O descarte inadequado de resíduos químicos pode poluir os oceanos e prejudicar a vida marinha, comprometendo esse objetivo. Portanto, o reaproveitamento e o descarte seguro desses resíduos são essenciais para atingir as metas de sustentabilidade marinha do ODS 14.

A reutilização de resíduos químicos também impulsiona a inovação industrial, alinhando-se ao ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura, que busca "promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação" (ONU, 2015; FARIAS et al., 2023). Essa prática inovadora de gestão de resíduos não apenas reduz custos e aumenta a eficiência industrial, mas também contribui para um ambiente mais saudável, alinhando-se ao ODS 12 - Consumo e Produção Sustentáveis, que promove escolhas responsáveis no uso dos

recursos naturais (ONU, 2015; STOPA et al., 2022). Ao reutilizar resíduos químicos, diminui-se a quantidade de material enviado para aterros ou incinerado, o que reduz impactos ambientais negativos e mitiga a degradação associada à produção de novos materiais.

Desse modo abranger os objetivos mencionados é fundamental para cumprir o ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, que visa tornar os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ONU, 2015; STOPA et al., 2022).

Uma gestão eficaz dos resíduos deve priorizar a redução e o reaproveitamento, minimizando os impactos ambientais e protegendo os recursos naturais (OLIVEIRA et al., 2020; BARBOSA et al., 2020).

Para Silva et al., (2022), a gestão de resíduos de serviços de saúde exige habilidades e práticas específicas para garantir tratamentos adequados e proteção ambiental para cada tipo de resíduo. De Arruda, Almeida e Oestreich, (2023) destacam que a caracterização dos resíduos é crucial para avaliar e implementar estratégias de redução, reutilização, reciclagem e tratamento, prevenindo o descarte inadequado. Giovanni, Marques e Gunther (2021) alertam que o descarte incorreto pode afetar ecossistemas e causar danos ambientais.

Ao aprimorar as práticas de gerenciamento, busca-se reduzir os impactos ambientais e contribuir para a preservação do meio ambiente. A correta destinação dos resíduos em laboratórios de patologia é crucial, pois além de garantir um ambiente mais seguro, reduz os riscos de contaminação para os trabalhadores e para o meio ambiente.

Daí a importância de um gerenciamento eficaz de resíduos nos serviços laboratoriais, tanto na saúde quanto em instituições de ensino, reside na adoção de práticas sustentáveis para o manejo seguro de resíduos químicos. Este estudo teve como objetivo avaliar e verificar o gerenciamento de resíduos realizadas no LAPER frente aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável preconizado pela ONU e o conhecimento dos trabalhadores do laboratório sobre gestão desses resíduos, além de diagnosticar e quantificar os resíduos mais prevalentes na instituição.

2 METODOLOGIA

Este estudo adotou abordagens qualitativa e quantitativa, configurando-se como um estudo de caso dividido em várias etapas. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica focada no gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios patológicos e instituições de ensino superior. Em seguida, foram conduzidas visitas ao LAPER (local de pesquisa) para quantificar os tipos de resíduos químicos gerados entre 2020 e 2023, período escolhido devido

à disponibilidade de dados nos arquivos do laboratório. Por fim, foi aplicada uma coleta de dados por meio de questionários direcionados aos servidores, abordando práticas de gerenciamento de reagentes e resíduos químicos.

2.1 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas, utilizando dois questionários distintos, denominados A e B. Cada questionário com dez perguntas, de múltipla escolha e questões abertas. O questionário A focou no Gerenciamento de Reagentes Químicos, enquanto o questionário B tratou do Gerenciamento de Resíduos Químicos. Ambos os questionários estão disponíveis no Apêndice A.

O quadro de servidores do LAPER, composto por 39 profissionais, foi convidado a participar da pesquisa, permitindo uma avaliação qualitativa do nível de conhecimento desses colaboradores sobre os reagentes químicos utilizados no laboratório e os resíduos gerados pela instituição. Além disso, foram coletadas sugestões para possíveis melhorias no gerenciamento de resíduos.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica de Roraima, situado em Boa Vista, Roraima, e vinculado à Secretaria de Estado da Saúde. O LAPER é responsável pelo recebimento e processamento de exames histopatológicos, citopatológicos especiais e esfregaços cérvico-vaginais, organizando o fluxo de entrada e saída dos exames em dois setores: (1) Histopatologia e Citopatologia Especial e (2) Citopatologia de Esfregaços Cérvico-Vaginais (LAPER, 2020)

2.3 DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NO LAPER

Durante as visitas à instituição, foram coletados dados sobre a operação diária do laboratório, suas atividades e a quantidade e classificação dos resíduos químicos gerados desde 2020. O sistema de gestão de resíduos foi verificado, incluindo os procedimentos de separação, armazenamento e descarte, conforme os riscos associados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A instituição não participa de programas de troca ou doação de resíduos químicos expirados, o que poderia reduzir a quantidade de resíduos. Reagentes expirados são enviados

para uma empresa de coleta, e os técnicos monitoram o estoque por meio de formulários que registram informações essenciais para uma gestão eficaz e logística adequada na aquisição de novos reagentes.

Desde 2018, os resíduos químicos e biológicos do LAPER têm sido coletados semanalmente por uma empresa especializada e incinerados em Manaus, em conformidade com a legislação, substituindo o descarte anterior no aterro de Boa Vista. Apesar dos avanços nas políticas de reutilização de resíduos, muitas instituições ainda dependem apenas do descarte, o que contraria as diretrizes de proteção ambiental. O laboratório possui a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) e o PGRSS, seguindo as resoluções CONAMA nº 358 e ANVISA nº 222, embora algumas etapas do gerenciamento sejam adaptadas às práticas específicas do laboratório. Essas etapas são detalhadas no Quadro 1, fornecendo uma visão clara do processo de gerenciamento de resíduos na instituição.

Quadro 1. Etapas de gerenciamento de resíduos perigosos no LAPER

ETAPAS	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
Segregação	No LAPER, os técnicos laboratoriais realizam a separação dos resíduos com base na classificação dos grupos, considerando as características físicas, químicas e biológicas, além do potencial de periculosidade. Isso é feito para evitar a mistura de resíduos químicos incompatíveis, garantindo conformidade com os riscos ambientais e os métodos de tratamento adequados.
Acondicionamento	Os resíduos laboratoriais do LAPER são armazenados em sacos plásticos rígidos, resistentes a vazamentos e impermeáveis, adequados para os Grupos A, B, D e E, conforme sua natureza e origem. Os resíduos químicos do Grupo B, produzidos em maior quantidade, são colocados em bombonas plásticas de 30 e 50 litros, enquanto menores quantidades são mantidas nos frascos originais para evitar incompatibilidades. Resíduos perfurocortantes do Grupo E são acondicionados em recipientes rígidos com tampas, resistentes à ruptura.
Identificação dos Resíduos de Serviços de Saúde	O rótulo de identificação de resíduos perigosos do LAPER foi elaborado conforme as orientações estabelecidas pelas normas ABNT NBR 16725/2014 e ABNT NBR10004/2004.
Transporte interno	Os resíduos da instituição do grupo A e D são recolhidos diretamente das lixeiras, em sacos apropriados (saco plástico branco leitoso para os resíduos do Grupo A e preto para o Grupo D).
Armazenamento interno	O laboratório possui uma sala designada para armazenar os resíduos infectantes classificados como A3 e A4, os quais serão descartados posteriormente.

ETAPAS	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
Armazenamento temporário	Os resíduos dos Grupos A e D são transportados em carrinhos de PVC de 200 litros, identificados conforme a tipologia, localizado na área externa do LAPER. Já os resíduos dos Grupos B e E, adequadamente acondicionados e identificados, são mantidos temporariamente nas salas dos químicos até serem coletados semanalmente por uma empresa terceirizada, em uma frequência de uma vez por semana. .
Armazenamento externo	O laboratório estudado não possui abrigo externo o que dificulta a coleta. Conforme a resolução 222/18, o armazenamento externo é o espaço reservado para os coletores de resíduos, em local exclusivo e de fácil acesso para a coleta externa.
Coleta e transporte externos	Conforme PGRSS da instituição, a empresa terceirizada pelo governo de Roraima é responsável pela coleta dos resíduos infectantes, químicos e perfurocortantes, utilizando veículos adequados de coleta externa, em conformidade com as diretrizes estabelecidas na Resolução 222/18. Por outro lado, os resíduos comuns são recolhidos pelo serviço de limpeza pública do município de Boa Vista.
Destinação final ambientalmente adequada	Os resíduos do grupo A passam pelo processo de autoclavagem na usina de Boa Vista, enquanto os resíduos do grupo B e E são transportados para Manaus, onde são incinerados e posteriormente dispostos no aterro sanitário local. Os resíduos comuns são direcionados para o aterro Municipal de Boa Vista.

Fonte: Adaptado ANVISA (2018); LAPER (2023)

Quanto a identificação das fontes geradoras, cada setor do LAPER gera diferentes tipos de resíduos, que foram classificados conforme a RDC 222/18 que estão ilustrados no Quadro 2.

Quadro 2. Identificação das fontes geradoras de resíduos

SETORES	RESIDUOS GERADOS	GRUPO
Recepção, Sala de Triagem, Arquivo de Peças	Papel, papelão, peças anatômicas e materiais de biópsia (membros, órgãos e tecidos) papel toalha, plástico, guardanapos, copo, embalagens, garrafas, luvas, touca, aventais, máscaras, caneta, formol (em caso de amostras mal acondicionadas), entre outros.	A, B, D
Macroscopia, Processamento Citológico, Microtomia	Papel, papel toalha, descalcificantes, corantes, xilol, álcool etílico, formol, punções aspirativas, escarros, lavados cavitários, líquidos orgânicos provenientes de esfregaços cérvico-vaginais, reservas de peças anatômicas (membros, órgãos e tecidos), luvas, touca, aventais, gases, navalhas, bisturi, entre outros.	A, B, D, E
Arquivo de Blocos, Lâminas e Laudos	Papel, fitas, lâmina, lamínula, caixas arquivos, parafina, resíduos de fragmentos de tecido em blocos de parafina, entre outros.	A, D, E

SETORES	RESIDUOS GERADOS	GRUPO
Coloração Histológica, Químicos	Papel, papel toalha, papel filtro, lâmina, lamínula, corantes, xilol, álcool etílico, luvas, touca, aventais, gases, algodão, produtos químicos diversos, entre outros.	B, D, E
Almoxarifado Químicos	Papelão, papel, fita, produtos químicos diversos (ácidos, bases, sais, óxidos e solventes orgânicos).	B, D
Microscopia Médica, Microscopia Citotécnica	Papel, lâmpadas, caneta, lâminas, entre outros.	D, E
Gerência Administrativa e Recursos Humanos, Corredores, Digitação de Laudos e Estatística, Depósito de material de limpeza (DML), Direção, Copa, UTIL, Banheiro.	Papel, papel toalha, plástico, guardanapos, fita, grampos, copo, embalagens, garrafas, caneta, resto de alimentos. entre outros.	D

Fonte: LAPER, 2023.

O diagnóstico situacional identificou os tipos de resíduos químicos mais gerados no laboratório, conforme apresentado no Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Resíduos gerados no LAPER no período de 2020 até 2023

PERÍODO	RESÍDUOS (GRUPO B) – KILOGRAMA (Kg)				
	Álcool	Formol	Xilol	Outros	Total
2020	416,00	105,00	108,00	181,90	810,90
2021	520,00	130,00	115,00	177,80	942,80
2022	480,00	102,00	110,00	132,80	824,80
2023	610,00	140,00	120,00	254,40	1.124,40

Fonte: Própria autoria (2024).

A tabela 1 apresenta uma visão abrangente da geração de resíduos no LAPER entre 2020 e 2023, destacando que os resíduos alcoólicos representam a maior parte, variando de 51,30% a 58,20% total dos resíduos produzidos, seguidos de formol, xilol e outros, incluindo corantes como Hematoxilina, eosina, EA 36 e Orange, entre outros.

Conforme o PGRSS da instituição, os resíduos são armazenados adequadamente em frascos e bombonas de diversas capacidades. A tabela 1 também evidencia a possibilidade de classificar e reaproveitar internamente esses resíduos, o que reduz substâncias perigosas e oferece vantagens econômicas, como a diminuição dos gastos com a compra de solventes e a redução de custos e impactos ambientais da incineração (MANFREDINI; FILHO; SCHNEIDER, 2020).

Nesse contexto, há pesquisas que demonstram a viabilidade de recuperar resíduos químicos usando técnicas analíticas. Buttendorff e Galão (2017) destacaram a recuperação de formaldeído e etanol por destilação simples, fracionada, azeotrópica e extrativa, com resíduos

coletados no Laboratório de Conservação Zoológica da UEL, visando reduzir a geração de resíduos e a necessidade de novos reagentes. Manfredini, Filho e Schneider (2020) analisaram resíduos químicos, incluindo xilol, em um hospital-escola e laboratório universitário, sugerindo melhorias no gerenciamento e reutilização de resíduos sem exigências analíticas rigorosas.

Essas práticas seguras e sustentáveis mostram que a recuperação de resíduos químicos não só reduz o volume de resíduos perigosos, como também contribui para um meio ambiente mais seguro. Além disso, promovem a conservação de recursos e minimizam os impactos negativos ao ecossistema, reforçando o compromisso com a responsabilidade ambiental.

Os questionários A e B, respondidos por 30 dos 39 trabalhadores do LAPER, forneceram uma visão detalhada sobre o perfil dos colaboradores e as práticas de gerenciamento de reagentes e resíduos químicos.

O questionário A - Gerenciamento de Reagentes Químicos revelou que a maioria dos participantes são funcionários efetivos, com uma equipe multidisciplinar que inclui desde médicos patologistas até auxiliares de laboratório. A maioria dos colaboradores possui menos de 33 anos de experiência na instituição, com predominância de 1 a 4 anos de serviço, sugerindo certa rotatividade. A maioria tem acesso às FISPQ, essenciais para a segurança no manuseio de substâncias.

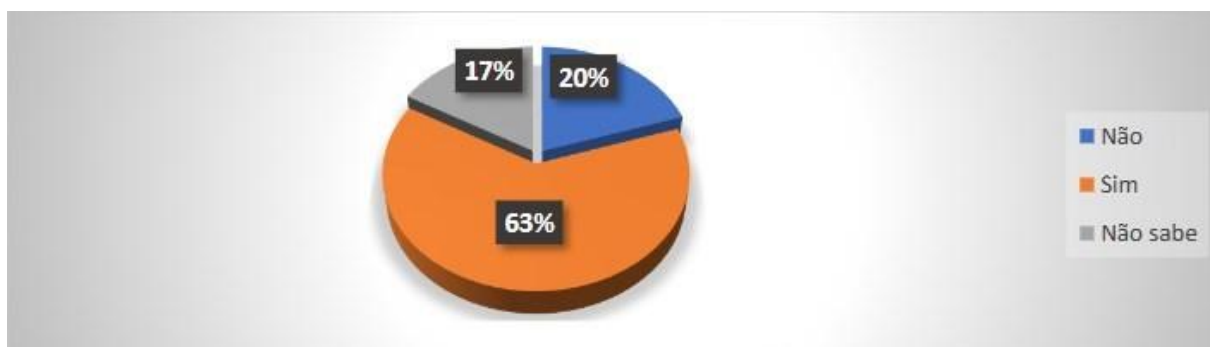
Em relação à aquisição de reagentes, 53% dos entrevistados souberam informar que o pedido do material é realizado mensalmente, mas 33% não souberam informar sobre o processo, um dado que merece atenção.

Na avaliação do estoque de reagentes, as opiniões dos trabalhadores foram divididas: 50% indicaram que o estoque atende às necessidades do laboratório, enquanto 30% apontaram que há falta de reagentes, especialmente em processos técnicos específicos. Além disso, 20% dos entrevistados não souberam informar sobre a situação do estoque.

Na pergunta sobre a dificuldade nas atividades diárias devido à falta de reagentes químicos, 63% dos entrevistados responderam afirmativamente, conforme ilustrado na Figura 2. Essa questão é particularmente relevante, considerando que existem produtos que só podem ser transportados por vias terrestres, conforme estipulado pelo artigo 12 da Resolução ANTT nº 5.947/21, devido ao seu alto grau de inflamabilidade e periculosidade, como álcool etílico, xilol, formol, entre outros. Dessa forma, levando em conta que o Estado de Roraima está situado na região Norte do Brasil, o acesso a esses produtos químicos pode ser dificultado.

Alguns trabalhadores mencionaram o uso de corantes vencidos para evitar interrupções nas atividades, porém ressaltaram a realização de testes de controle para verificar a eficácia desses corantes antes da utilização.

Figura 2 - Dificuldades na realização das atividades por falta de reagentes químicos



Fonte: Própria autoria (2024).

Assim, os resultados destacam desafios que precisam ser enfrentados em relação à disponibilidade e uso adequado dos materiais. Existem diversas áreas que necessitam de aprimoramento, uma vez que o gerenciamento dos reagentes químicos não é responsabilidade exclusiva da gestão, mas sim de todos os envolvidos, visando à saúde tanto dos pacientes quanto dos trabalhadores.

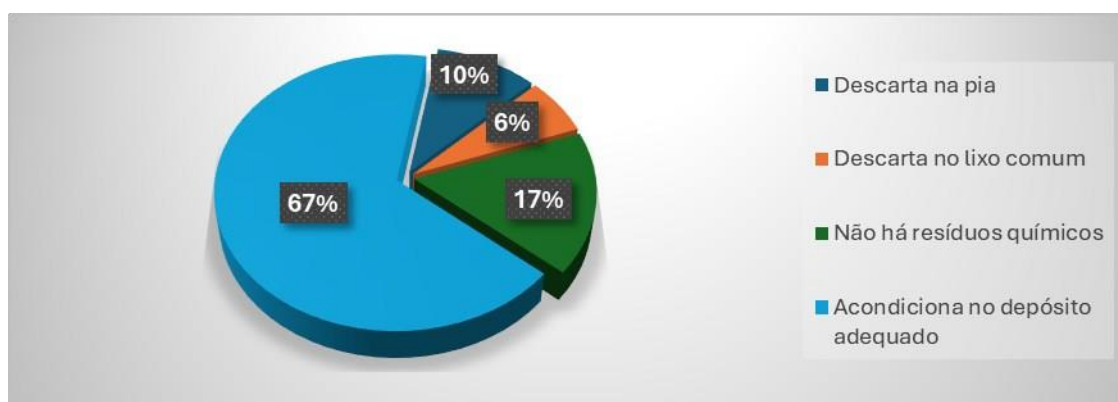
O questionário “B” que trata sobre o Gerenciamento de Resíduos Químicos oferece uma visão abrangente do perfil dos trabalhadores e das práticas de gerenciamento de resíduos no laboratório em análise. No que diz respeito à geração de resíduos químicos nos locais de trabalho, a maioria dos funcionários (90%) relatou que há produção de resíduos químicos em seus respectivos setores. Embora seja uma ocorrência típica em laboratórios de anatomia patológica e citopatologia, é fundamental manusear esses resíduos com extrema cautela, devido ao seu potencial de risco para a saúde.

Outro ponto relevante diz respeito ao PGRSS. Embora a maioria dos trabalhadores (77%) estar ciente da existência desse plano, ainda há alguns que não têm essa informação, o que é preocupante, considerando que o PGRSS é essencial para garantir o destino seguro dos resíduos gerados na instituição. Além de proteger os trabalhadores envolvidos na manipulação desses resíduos, o PGRSS também visa preservar o meio ambiente (JOVELINO et al., 2020).

Quanto ao Treinamento sobre Descarte Correto de Resíduos, a maioria dos trabalhadores (73%) afirmou ter recebido instruções adequadas sobre o tema. No entanto, ainda há uma parcela que não recebeu esse treinamento, indicando a necessidade de garantir que todos os funcionários estejam devidamente informados e capacitados nesse aspecto.

A Figura 3, que aborda os Procedimentos Realizados com os Resíduos Químicos, revela que a maioria dos trabalhadores (67%) acondiciona os resíduos no depósito apropriado, o que é altamente recomendado. No entanto, ainda há alguns que os descartam de maneira inadequada, como na pia ou no lixo comum, o que é inaceitável. Nascimento e Reis, (2021) ressaltam que o descarte inadequado dos resíduos de serviços de saúde representa um risco significativo para o ambiente e a vida, devido às suas características biológicas, químicas e físicas, as quais podem ser prejudiciais à saúde humana e ao ecossistema se não forem tratadas e eliminadas corretamente.

Figura 3 - Tipo de procedimento realizado com os resíduos químicos gerados no setor de trabalho



Fonte: Própria autoria (2024).

No que diz respeito à Retirada dos Resíduos Químicos, observou-se que são os próprios técnicos de laboratório responsáveis por essa tarefa, o que é apropriado. No entanto, é importante garantir que todos os funcionários estejam cientes dos procedimentos corretos de manuseio e descarte.

Quanto à informação presente nos rótulos dos recipientes, abordando o tipo de resíduo gerado e a indicação de mistura de resíduos, a maioria dos trabalhadores (90%) afirmou que sim, o que é positivo. Conforme estabelecido pela RDC 222/18 e CONAMA 358/05, é fundamental que os recipientes de resíduos estejam devidamente identificados.

Quando questionados sobre quem é responsável pela coleta e transporte dos resíduos químicos gerados no Laboratório, a maioria dos trabalhadores (83%) afirmou que essa tarefa é realizada por uma Empresa especializada. Esse aspecto é crucial, pois está alinhado com o que preconiza a Resolução nº 358/2005 do CONAMA, que recomenda a contratação de uma empresa especializada para realizar a coleta e o gerenciamento completo dos resíduos, desde a segregação até a destinação final (ANVISA, 2018; ARANTES, 2023).

Outro aspecto relevante surgiu ao questionar os trabalhadores sobre os riscos de contaminação, toxicidade ou periculosidade dos resíduos químicos gerados no LAPER. A

maioria (80%) demonstrou estar ciente dos perigos associados a esses resíduos. No entanto, (7%) afirmaram não ter conhecimento dos riscos, e (13%) dos entrevistados desconhecem completamente o assunto. É preocupante que alguns trabalhadores não estejam informados sobre os riscos, a classificação e a origem dos resíduos químicos, destacando a necessidade urgente de capacitação abrangente em segurança e gerenciamento de resíduos.

Quanto à percepção dos trabalhadores sobre o tratamento de resíduos químicos na instituição, (37%) dos entrevistados afirmaram que há tratamento, 36% responderam negativamente, e (27%) disseram não ter informações a respeito. Esses números revelam uma falha na comunicação interna entre os serviços.

É importante destacar que os técnicos químicos do LAPER realizam o tratamento de algumas soluções de ácidos e bases inorgânicas, exemplo: HNO_3 , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, HCl , KOH , NaOH , K_2CrO_7 . Essas soluções são diluídas, neutralizadas e descartadas na rede de esgoto, desde que não estejam contaminadas com outros produtos, e seguindo rigorosamente os limites estabelecidos pelos decretos estaduais (LAPER, 2020).

Em síntese, os resultados do questionário e as observações relacionadas ao Gerenciamento de Resíduos Químicos indicam áreas que requerem melhorias no laboratório. É fundamental que os trabalhadores do LAPER recebam capacitação contínua, comunicação clara e sigam procedimentos de segurança para garantir um ambiente de trabalho seguro e sustentável.

4 CONCLUSÃO

A análise do gerenciamento de resíduos no LAPER revelou uma compreensão detalhada das quantidades e categorias de resíduos gerados, bem como dos métodos de tratamento e destinação final, como incineração e autoclavagem. A instituição cumpre a legislação vigente e mantém um contrato com uma empresa especializada para coleta e destinação dos resíduos. No entanto, é importante que o LAPER considere o reaproveitamento de resíduos químicos, alinhando-se aos diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, como a proteção da saúde (ODS 3), a preservação dos recursos hídricos (ODS 6), a promoção de inovação sustentável (ODS 9), a melhoria da qualidade ambiental urbana (ODS 11), o incentivo ao consumo responsável (ODS 12) e a proteção dos ecossistemas aquáticos (ODS 14) o que contribuiria significativamente para a proteção ambiental.

Entre 2020 e 2023, a pesquisa mostrou que 54,73% dos resíduos químicos gerados anualmente eram alcoólicos. Embora o LAPER siga as diretrizes da RDC Nº 222/2018 da ANVISA, não participa de programas de troca ou doação de resíduos químicos vencidos, o que poderia reduzir passivos e beneficiar outras instituições acadêmicas. Os questionários aplicados indicaram que a maioria dos trabalhadores adere às legislações de segurança, qualidade e sustentabilidade, mas a alta rotatividade de pessoal demanda capacitação contínua e comunicação eficaz. Recomenda-se a aquisição de equipamentos para recuperação de resíduos e treinamento dos trabalhadores sobre descarte adequado e minimização de resíduos.

Conclui-se que, apesar da eficiência atual, há oportunidades de melhoria no gerenciamento de resíduos do LAPER. Adotar práticas de reaproveitamento e reutilização pode reduzir custos, promover a preservação ambiental e fomentar um ambiente de trabalho mais sustentável e responsável.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <<https://abnt.org.br/>>. 2004
- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 222, de 28 de mar. de 2018**, Brasília, Diário Oficial da União, mar. 2018.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n.306, de 7 de dezembro de 2004**. Brasília, 2004. p. 1-36.
- ARANTES, M. V. C.; GUNTHER, W. M. R. Boas práticas sustentáveis de gestão de resíduos químicos em instituições públicas de ensino superior. **Química Nova**, [S.l.], [S.n.], jan. 2023.
- BARAZZONE, et al., **Fundamentos para gestão de resíduos de serviços de saúde**. [s.l.: s.n.]. 2022. Disponível em: <<https://butantan.gov.br/assets/arquivos/Index/fundamentos.pdf>>. Acesso em: 27, jan. 2022.
- BARBOSA, F. C. L.; MOL, M. P. G.; DE VASCONCELOS BARROS, R. T. Minimizing laboratory waste and improving material reuse through chemical waste exchange: Case of a Brazilian institution. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, [S.l.], v. 38, n. 9, p. 1064–1072, 9 jul. 2020.
- BRASIL, Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília. DF Gráfica do Senado, 2010.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 358, de 29 abr. de 2005**, Brasília, CONAMA, 2005.
- BUTTENDORFF, G.; GALÃO, O. F. Recovery waste ethanol and formol reuse generated in zoological laboratories. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, [S.l.], v. 38, n. 2, p. 36–42, 23 dez. 2017.
- CORDEIRO, A. F. G, et al. Gerenciamento de resíduos e serviços da saúde. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [S.l.], v. 6, n. 1, 2023.
- DE ARRUDA JÚNIOR, L. M.; ALMEIDA, V. L.; OESTERREICH, S. A. Análise da geração de resíduos de serviços de saúde em laboratórios de uma universidade pública do estado de Mato Grosso do Sul. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 7, pág. 11505-11523, 2023.
- FARIAS, L. R. et al. Rapid and Green Classification Method of Bacteria Using Machine Learning and NIR Spectroscopy. **Sensors**, v. 23, n. 17, p. 7336, jan. 2023.
- GIOVANNI, C.; MARQUES, F. L. N.; GÜNTHER, W. M. R. Resíduos químicos laboratoriais: classificação de perigo pelo GHS e risco no transporte. **Revista de Saúde Pública**, v. 55, p. 102, 8 dez. 2021.

JOVELINO, J. R. et al. Estabilização/solidificação: caracterização, classificação e aplicação no tratamento e gerenciamento de resíduos sólidos de laboratórios químicos. **Holos Environment**, [S.l.], v. 20, n. 4, p. 539–558, set. 2020.

LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E CITOPATOLÓGICA - LAPER **Procedimento operacional padronizado - POP**. Roraima, p. 1-28, abr. 2020.

LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E CITOPATOLÓGICA - LAPER, **Plano de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde - PGRSS**. Roraima, p. 1-40, out. 2023.

MANFREDINI, K. L.; FILHO, I. DO N.; SCHNEIDER, V. E. Waste management of glutaraldehyde, xylenes and formaldehyde in a hospital school and in a university anatomy lab. **Brazilian Journal of Development**, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 15196–15217, mar. 2020.

MORO, L. D. et al. Iniciativas de produção e consumo de alimentos sustentáveis, água e energia em escala global. **COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. Edição Especial 1 (SOBER), [S.l.], p. 50–69, mar. 2022.

NASCIMENTO, R. D. S.; REIS, A. D. C. Uma proposta para gestão dos resíduos sólidos da saúde: um estudo de caso no curso técnico de enfermagem de uma instituição pública federal. **Revista Augustus**, [S.l.], v. 26, n. 53, p. 24–43, mar. 2021.

OLIVEIRA, D. B. et al. A construção de conceitos sobre gestão e tratamento de resíduos químicos: uma experiência de formação de estudantes de química. **Química Nova**, [S.l.], v. 43, n. 3, p. 382–390, fev. 2020.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil**. 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 27, ago. 2023.

ANTT. Resolução nº 5.947, de 2021. Produtos Perigosos. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/cargas/produtos-perigosos>>. Acesso em: 15 fev. 2024.

STOPA, S. R. et al. Vigilância das Doenças Crônicas Não Transmissíveis: reflexões sobre o papel dos inquéritos nacionais de saúde do Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 31, n. spe1, 2022.

SILVA, C. H. S. T. et al. Quantificação e gerenciamento de resíduos químicos em um hospital veterinário: **Revista Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.3, p.17524-17538, mar. 2022.

APÊNDICE A

Roteiro de Entrevista

Este questionário visa coletar informações sobre o gerenciamento de reagentes químicos no laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica de Estado de Roraima (LAPER), para subsidiar a dissertação de mestrado de Marenilce Cruz Carvalho de Oliveira, orientada pelo Prof. Dr. Francisco dos Santos Panero e coorientada pelo Prof. Dr. Pedro Alves da Silva Filho. Os dados serão analisados e publicados anonimamente, garantindo o sigilo dos participantes. A participação é voluntária e ocorre por meio de um questionário padronizado, cuja identidade dos respondentes será preservada. Ao participar, declaro estar ciente e de acordo com as condições descritas.

Boa Vista - Roraima, ____/____/____

A – GERENCIAMENTO DE REAGENTES QUÍMICOS

1. Vínculo do trabalhador com a instituição:
() efetivo () seletivo () comissionado
2. Função que desenvolve na instituição: _____
3. Setor em que desenvolve suas atribuições: _____
4. Quanto tempo de serviço você tem na instituição? _____
5. Seu setor de trabalho possui a Ficha de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?
() Não () Sim
6. Você sabe como é realizado o pedido de compras dos reagentes químicos para atender a rotina do laboratório? () Mensal () Semestral () Anual
7. O laboratório possui pessoa designada responsável pelo controle da entrada e da saída dos reagentes químicos?
() Não () Não sei dizer () Sim (quem?): _____
8. Você acha que o estoque de reagentes químicos atende às necessidades da rotina do laboratório?
() Sim () Não. Se “Não”, justifique: _____
9. O laboratório já teve dificuldades na realização das atividades laboratoriais por falta de reagentes químicos? () Não () Sim
Como ficaram as atividades do laboratório quando ocorreu tal escassez?

10. Há algum tipo de reutilização de reagentes passivos (reagentes químicos vencidos) dentro do seu setor de trabalho? ☐ Não ☐ Sim. Se sim, justifique: _____

B- GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

1. São gerados resíduos químicos neste setor de trabalho?
☐ Não ☐ Sim. Se “Sim”, quais? _____
2. O laboratório possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólido de Saúde?
☐ Não ☐ Sim
3. Você recebeu treinamento quanto ao descarte correto dos resíduos que são produzidos no LAPER? ☐ Não ☐ Sim. Se “Sim”, indique: _____
4. Qual tipo de procedimento você realiza com os resíduos químicos gerados no seu setor?
☐ descarta na pia ☐ acondiciona no depósito adequado
☐ descarta no lixo comum ☐ não há resíduos químicos
5. A retirada dos resíduos químicos é feita pelo funcionário da limpeza?
☐ Não ☐ Sim
6. É informado no rótulo do recipiente o tipo de resíduo? ☐ Não ☐ Sim
7. Se houver mistura de resíduos, esses estão indicados no rótulo do recipiente?
☐ Não ☐ Sim
8. Quem coleta e transporta os resíduos químicos gerados neste laboratório?
☐ Poder público ☐ Empresa especializada
☐ Outros: _____
9. Os resíduos químicos gerados no LAPER apresentam algum risco de contaminação, toxicidade ou periculosidade? ☐ Não ☐ Sim ☐ Não sei
10. Os resíduos químicos do laboratório recebem algum tratamento no LAPER?
☐ Não ☐ Sim Se “Sim”, qual o tipo de tratamento?
☐ Neutralização ☐ incineração e/ou identifique outro: _____

Muito obrigada pela sua participação!

Endereço dos pesquisadores: Francisco dos Santos Panero – João Magalhães, 1025 – Aeroporto – CEP 69310-058 – e-mail: francisco.panero@ufr.br – telefone (95) 98118-1643
Marenilce Cruz Carvalho de Oliveira – João Magalhães, 1219 – Aeroporto – CEP 69.310-058 – e-mail: marideoliveira2013@gmail.com – telefone (95) 991682233

3 ARTIGO 2 – RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS ALCOÓLICOS PRODUZIDOS NO LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E CITOPATOLÓGICA EM RORAIMA

RECOVERY OF ALCOHOLIC WASTE PRODUCED AT THE PATHOLOGICAL AND CYTOPATHOLOGICAL ANATOMY LABORATORY IN RORAIMA

M. C. C. de OLIVEIRA*, P. A. da S. FILHO, R. V. M. dos SANTOS, F. dos S. PANERO.
Universidade Federal de Roraima, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4990-8628>*
marideoliveira2013@gmail.com*

Submetido xx/xx/2024 - Aceito xx/xx/2024
DOI: 10.15628/holos.2024.XXXX

ABSTRACT

The study conducted at the Pathological and Cytopathological Anatomy Laboratory of Roraima (LAPER) focused on the recovery and reuse of ethyl alcohol, the main waste product from technical processes. The research utilized a quantitative approach, applying techniques such as the Gay-Lussac method, fractional distillation, and near-infrared spectroscopy (NIR) to recover ethanol present in residues from histological processing. The results demonstrated the feasibility of recovering high-purity ethanol, achieving 85.67 °GL in samples above 60% and 99.8 °GL for concentrations above

90%, making it suitable for use in histological processing (70% to 99.5%). NIR spectroscopy revealed spectral profiles of the recovered ethanol that were very similar to pure ethanol, validating the effectiveness of the process. Machine learning techniques such as PLS and PCR were employed to accurately predict alcohol content, with predictions of 59.90% and 60.46% for 60% ethanol, and 98.82% and 95.08% for 99%. The reuse of recovered ethanol reduces waste, saves raw materials and costs, promoting sustainability in line with Green Chemistry and the circular economy.

KEYWORDS: Alcoholic waste, Sustainability, Green Chemistry, Pathology laboratory.

RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS ALCOÓLICOS PRODUZIDOS NO LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E CITOPATOLÓGICA EM RORAIMA

RESUMO

O estudo conduzido no Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica de Roraima (LAPER) teve como base a recuperação e reutilização do álcool etílico, principal resíduo dos processos técnicos. A pesquisa utilizou uma abordagem quantitativa, aplicando técnicas como o método de Gay-Lussac, destilação fracionada e espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) para recuperar o etanol presente nos resíduos do processamento histológico. Os resultados mostraram que foi possível recuperar etanol com alta pureza, alcançando 85,67 °GL em amostras acima de 60% e 99,8 °GL para

concentrações acima de 90%, adequadas para o uso em processamento histológico (70% a 99,5%). A espectroscopia NIR demonstrou perfis espectrais do etanol recuperado muito semelhantes ao etanol puro, validando a eficácia do processo. Técnicas de Machine Learning, como PLS e PCR, foram aplicadas para prever o teor alcoólico com precisão, com previsões de 59,90% e 60,46% para etanol a 60%, e 98,82% e 95,08% para 99%. A reutilização do etanol recuperado reduz resíduos, economiza matérias-primas e custos, promovendo sustentabilidade alinhada à Química Verde e economia circular.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos alcoólicos, Sustentabilidade, Química Verde, Laboratório de patologia.

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos estão sendo produzidos em quantidades cada vez mais alarmantes. Isso se deve, em grande parte, ao rápido crescimento populacional global, o que exige uma reavaliação urgente de nossos hábitos de consumo e gestão de resíduos. Alvares et al., (2024) argumenta que mudanças comportamentais são essenciais para o uso eficiente de matérias-primas e a minimização de resíduos.

A questão dos resíduos de serviços de saúde (RSS) ganha maior relevância devido aos riscos específicos que representam. Segundo a RDC nº 222/2018 e a Resolução CONAMA nº 358/2005, os RSS são classificados em cinco grupos e é obrigatório que estejam devidamente identificados com sinalização de advertência, indicando os perigos envolvidos, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1: Classificação dos RSS e a simbolização.

GRUPOS	A Resíduos Infectantes	B Resíduos Químicos	C Resíduos Radioativos	D Resíduos Comum	E Resíduos Perfurocortante
SÍMBOLOS					

Fonte: Própria autoria (2024).

Conforme Arantes & Gunther (2023), os resíduos sólidos de saúde gerados pelas atividades humanas apresentam riscos significativos à saúde pública e ao meio ambiente, devido às suas propriedades físico-químicas e potencial infectocontagioso. Barazzzone et al., (2022) destaca que os resíduos químicos estão divididos em duas classes pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em Perigosos - Classe I e Não perigosos - Classe II. O descarte inadequado de resíduos químicos no meio ambiente, sem tratamento apropriado, representa um risco grave à saúde pública e à natureza (Rosa; Stelide, 2020). Esses resíduos poluem recursos naturais, alterando as propriedades químicas, físicas e microbiológicas do ar, da água e do solo, causando danos tanto ao meio ambiente quanto aos organismos vivos (Delevati et al., 2019). Segundo Giovanni, Marques & Gunther (2021), essa má gestão dos resíduos pode afetar ecossistemas inteiros e comprometer a qualidade dos recursos naturais essenciais à vida.

Conforme Cordeiro et al., (2020), considera-se impacto ambiental qualquer alteração do meio ambiente que direta ou indiretamente afetem a saúde humana e a qualidade dos recursos ambientais.

Para Aires & Pimenta (2019), as atividades rotineiras realizadas no laboratório possuem riscos elevados ao meio ambiente. Para Leite & Santos (2019), os resíduos químicos, contém metais pesados, que são tóxicos e podem poluir o solo, o ar, o abastecimento de água e prejudicar a saúde. Portanto, após o uso em uma atividade

experimental, é interessante isolá-los, para que possam ser reutilizados como matéria-prima em outro experimento, ou procurar um tratamento adequado para reduzir a toxicidade, por exemplo, alterando o estado de oxidação (Leite; Santos, 2019).

De acordo com Pinotti & Bataghin (2020), um dos princípios e objetivos fundamentais da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, é extrair o máximo de benefícios dos resíduos químicos antes que alcancem o final de seu ciclo de vida. Isso significa promover ações que reduzam a geração desses resíduos, bem como implementar práticas de reutilização, reciclagem e tratamento adequado. Estabelecendo uma hierarquia de medidas que visam minimizar os impactos ambientais causados principalmente por produtos químicos à saúde pública (Arantes & Gunther, 2023).

A hierarquia dos resíduos está detalhada no artigo 9º do PNRS e refere-se aos três R's: reduzir, reutilizar e reciclar, como mostrado na figura 1, que ilustra a ordem de prioridade recomendada para a gestão sustentável de resíduos químicos. A aplicação desse princípio transforma materiais descartáveis em recursos valiosos para serem reutilizados como matéria-prima em novas técnicas laboratoriais (Leite & Santos, 2019; Santos & Medeiros, 2019).

Figura 1. Hierarquia de resíduos químicos e simbologia.



Fonte: Própria autoria (2024).

Com base nas opções, observa-se que a prevenção é a posição mais favorável dentre as opções da hierarquia, indicando que evitar a geração de resíduos é a decisão mais sustentável em termos de equilíbrio ambiental. Seguindo as etapas da hierarquia estão a: redução, reutilização e reciclagem que é avaliar todas essas possibilidades de tratamento antes da destinação final desses resíduos (Moraes, Dolphine & Maeda, 2023). Dentro dessa sequência de medidas, é aconselhável que os laboratórios; instituição de saúde e de ensino superior incorporem em seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde (PGRSS) estratégias para reduzir tanto a quantidade de resíduos produzidos quanto sua periculosidade (Arantes & Gunther, 2023).

Portanto a redução na produção de resíduos conecta três conceitos essenciais: sustentabilidade, Química Verde e economia circular. Para (Junior & Roner, 2024) a sustentabilidade busca reduzir resíduos para preservar os recursos naturais e garantir o bem-estar das futuras gerações. A Química Verde por focar na criação de processos que gerem menos resíduos perigosos e poluentes, prevenindo a geração desde o início (Fandño & Marín, 2021). A economia circular que propõe a reciclagem e reutilização contínua de

materiais, transformando resíduos em novos recursos (Kinguari, 2024). Juntos, esses conceitos promovem um futuro mais sustentável, eficiente e com menor impacto ambiental.

1.1 Conexão da sustentabilidade e da química verde com a recuperação e a reutilização dos resíduos alcoólicos

Segundo a IUPAC, a Química Verde é definida como o desenvolvimento de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar substâncias tóxicas (Sousa, Da Silva & Costa, 2020). Ela abrange o ciclo de vida de um produto químico, desde sua concepção até o descarte (Souza, 2019; Sousa; Da Silva & Costa, 2020). Essa definição impulsionou pesquisas que resultaram nos Doze Princípios da Química Verde, que visam reduzir a poluição ambiental e promover uma química sustentável e econômica (Sandri & Filho, 2019; Sousa; Da Silva & Costa, 2020). Os Doze Princípios da Química Verde demonstrados na tabela 1 demonstraram a conexão direta da recuperação e reutilização dos resíduos alcoólicos gerados em laboratórios patológicos.

Tabela 1: Os princípios da química verde e a recuperação dos resíduos alcoólicos.

Princípios	Relação com a recuperação dos resíduos alcoólicos
P1 – Prevenção	Evitar a formação de resíduos previne a poluição futura, e a reutilização do álcool etílico reduz a geração de resíduos a partir da fonte.
P2 - Economia atômica	A recuperação do álcool otimiza a utilização de átomos e moléculas, reduzindo o desperdício de recursos e matérias primas.
P3 - Síntese Segura	A reutilização de álcool reduz a utilização de substâncias tóxicas ou arriscadas, proporcionando um ambiente de laboratório mais seguro.
P4 - Desenho de produtos seguros	A recuperação do álcool etílico assegura o uso de produtos menos prejudiciais, além de assegurar seu descarte controlado, o que reduz os riscos à saúde das pessoas e ao meio ambiente.
P5 - Solventes e auxiliares seguros	O álcool é frequentemente empregado como solvente. Sua reutilização ajuda a evitar a necessidade de novos solventes, contribuindo para a redução do impacto ambiental.

Princípios	Relação com a recuperação dos resíduos alcoólicos
P6 - Eficiência energética	O processo de recuperação de álcool pode ser aprimorado para usar uma quantidade menor de energia em comparação com a fabricação de novos solventes, resultando em uma eficiência energética superior.
P7 - Uso de matéria-prima de fontes renováveis	O etanol pode ser extraído de fontes renováveis, como a cana-de-açúcar. Sua reutilização fortalece o ciclo sustentável, reduzindo a demanda por recursos não renováveis.
P8 - Evitar a formação de derivados	A prática da reutilização elimina a necessidade de produzir compostos provenientes do álcool, tornando a cadeia produtiva mais simples e reduzindo a geração de resíduos.
P9 – Catálise	A utilização de processos catalíticos pode ser considerada para aumentar a eficiência na recuperação de solventes.
P10 - Geração de produtos biodegradáveis	Ao reaproveitar o álcool, a produção de resíduos potencialmente nocivos é reduzida, auxiliando na criação de produtos com menor impacto ambiental.
P11 - Análise em tempo real para a prevenção da poluição	A supervisão do processo de recuperação do álcool pode assegurar a alta qualidade do produto recuperado, prevenindo a contaminação e o desperdício.
P12 - Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes	Ao reutilizar o álcool e reduzir a compra e descarte contínuos, reduz-se a manipulação de substâncias químicas em grande quantidade, o que pode diminuir a probabilidade de incidentes em laboratórios.

Fonte: SOUSA; SILVA; COSTA (2020). Adaptado pela autora.

Para Marco et al., (2019) esses doze princípios fundamentam-se em reduzir ou até mesmo eliminar o uso de substâncias tóxicas geradas por atividades na área da química e propõem ações que são ecologicamente corretas que são favoráveis e vão desde a fabricação do produto até sua destinação final, após o uso.

Temas como Química Verde e sustentabilidade vêm sendo discutidos nos meios acadêmicos e industriais. Conforme Souza (2019) a Sustentabilidade é um conjunto de medidas que visam prover as necessidades humanas atuais sem comprometer as gerações seguintes. Já a sustentabilidade ambiental para Aguiar et al. (2020) “consiste no gerenciamento das funções e componentes dos ecossistemas, a fim de certificar que permaneçam viáveis e capazes de se autorreproduzir e se adaptar a mudanças, para manter a sua diversidade biológica”.

1.2 Caracterização do álcool e a importância da recuperação dos resíduos alcoólicos em laboratórios

O álcool etílico absoluto, também conhecido como álcool puro ou álcool anidro, é líquido aquoso, sem coloração, produz vapor, classificado de acordo com NBR 10.004/04 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como tóxico para a saúde humana e aquática; apresenta elevado potencial de inflamabilidade. Seu vapor é irritante para os olhos, nariz e garganta. A rotulagem dos resíduos deve conter o símbolo de risco inflamável que indica a sua propriedade em queimar-se instantaneamente (ABNT, 2009; ANVISA, 2004; PETROBRÁS, 2019).

De acordo com a Ficha de Informação Toxicológica (FIT), o álcool é especialmente produzido por “via fermentação de açúcares, sendo utilizado em diversos produtos e processos, como bebidas alcoólicas, solventes, perfumes e artigos de higiene pessoal, desinfetantes, vernizes, combustível” entre outros produtos (CETESB, 2020). Conforme Lima (2020) o álcool apresenta o ponto de ebulição a 78,3 °C e ponto de fulgor a 12,8 °C, isso significa que essa substância por ser inflamável e com ponto de fulgor baixo, pode evaporar-se, e se entrar em contato com qualquer fonte de calor, entrará em combustão podendo causar acidentes.

Estudos sobre a recuperação de resíduos em laboratórios mostram avanços importantes na reutilização de substâncias químicas. Em 2017, Buttendorff e Galão aplicaram técnicas de filtração, destilação simples e fracionada para recuperar resíduos de etanol e formol em laboratórios zoológicos da Universidade Estadual de Londrina. O objetivo era minimizar o desperdício e reduzir o impacto ambiental desses compostos, amplamente usados na preservação de amostras zoológicas. Essas técnicas transformam os resíduos em insumos reaproveitáveis e destacam benefícios ambientais e econômicos, como a diminuição na compra de novos produtos e a minimização do descarte inadequado no meio ambiente.

De forma complementar, uma pesquisa realizada em 2018 por Dias, Schwarz e Oliveira na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que conta com mais de 250 laboratórios e gera aproximadamente 15 mil litros de resíduos químicos orgânicos por ano, utilizou técnicas semelhantes para recuperar solventes orgânicos contaminados. Esse estudo aplicou filtração, destilação e análises como espectroscopia de infravermelho (IV), ressonância magnética nuclear (RMN), índice de refração, densidade e cromatografia gasosa (CG) para garantir a qualidade dos solventes recuperados. Com isso, foi possível reutilizar solventes como hexano, clorofórmio, metanol, diclorometano, acetato de etila, xilol e etanol, gerando a menor quantidade de resíduos possível e mantendo padrões de pureza, o

que contribui tanto para a economia de insumos quanto para a mitigação dos impactos ambientais associados ao descarte de resíduos químicos.

Dessa forma estudos indicam que resíduos químicos orgânicos podem ser reaproveitados de forma prática e econômica, o que reduz despesas e evita a incineração, promovendo uma abordagem mais sustentável. Com esse propósito, a presente pesquisa tem como objetivo recuperar o álcool proveniente dos resíduos do Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica de Roraima (LAPER), visando reduzir a quantidade de resíduos ao recuperar e reutilizar o etanol no processamento histológico da própria instituição. A reutilização do etanol recuperado irá contribuir significativamente para a redução de resíduos gerados, o que minimizará os impactos ambientais e reduzirá custos relacionados ao descarte adequado desses materiais.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste projeto adotou uma abordagem quantitativa, com foco no levantamento mensal do volume de resíduos alcoólicos gerados pela instituição LAPER. Para recuperar o etanol desses resíduos, foram utilizadas as seguintes técnicas: quantificação do teor alcoólico nas amostras de resíduos e no álcool recuperado pelo método de Gay-Lussac, destilação fracionada e espectroscopia de infravermelho próximo (NIR) para identificação de possíveis impurezas.

Essas metodologias foram implementadas visando reduzir os riscos à saúde humana e prevenir a contaminação ambiental, os quais são causados pelo descarte inadequado de resíduos alcoólicos. Com o emprego de técnicas sustentáveis de coleta e tratamento, o projeto contribui para um ambiente mais limpo e seguro, diminuindo a geração de resíduos químicos e promovendo a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações. Esse objetivo está em sintonia com os princípios de sustentabilidade, que buscam um equilíbrio entre os aspectos econômico, social e ambiental.

Cada visita à instituição foi cuidadosamente planejada, contando com autorização do diretor técnico e o acompanhamento de um técnico de laboratório. Esse profissional orientou sobre as práticas de manuseio seguro de reagentes químicos e a coleta adequada dos resíduos. Na segunda etapa, os resíduos alcoólicos foram coletados para análises detalhadas, enquanto todos os materiais e equipamentos utilizados na pesquisa passaram por um rigoroso processo de limpeza e calibração, garantindo a qualidade dos resultados obtidos. A utilização de reagentes com pureza analítica e instrumentos calibrados também reforça o compromisso com a precisão e a segurança ao longo do processo.

2.1 Caracterização do local de estudo

O LAPER é uma unidade pública de saúde criada em 1981 no Território Federal de Roraima, posteriormente renomeada como Laboratório de Patologia Clínica (LPC) pela Portaria nº 10.352-E em 2009, integrando a estrutura da Secretaria de Saúde do Estado de Roraima. O laboratório realiza exames histopatológicos, citopatológicos especiais e de esfregaços cérvico-vaginais, organizados em dois setores: Histopatologia e Citopatologia Especial, e Citopatologia de Esfregaços Cérvico-Vaginais (LAPER, 2020).

2.2 Diagnóstico dos resíduos alcoólicos gerados no laboratório de anatomia patológica e citopatológica em Roraima

De acordo com Lemos, Vieira & Oliveira (2023), os laboratórios de anatomia patológica são essenciais para o diagnóstico de diversas doenças, especialmente na patologia. Os exames histológicos obtidos por biópsia e peças cirúrgicas passam por etapas essenciais, como fixação, clivagem, desidratação, diafanização, impregnação, inclusão, microtomia e coloração, preparando as amostras para análise microscópica. Esse processo permite que os médicos patologistas identifiquem possíveis alterações celulares, facilitando o diagnóstico de inflamações, infecções e cânceres (Torres et al., 2020).

Conforme o Procedimento Operacional Padrão (POP) do LAPER, o processamento histológico utiliza sete frascos de álcool etílico em diferentes concentrações, variando de 70% a 99,5%, resultando semanalmente em uma quantidade significativa de resíduos alcoólicos (LAPER, 2020). De acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS), os resíduos químicos gerados na instituição são recolhidos semanalmente por uma empresa especializada, contratada pelo governo de Roraima, para incineração (LAPER, 2023).

Para Dias, Schwarz & Oliveira (2018), a incineração de resíduos químicos é considerada menos sustentável, uma vez que implica na perda de recursos que poderiam ser recuperados e reutilizados, economizando matéria-prima e energia. A recuperação desses resíduos através de métodos como a destilação permite o reuso em novos ciclos produtivos, evitando a contaminação ambiental e reduzindo custos.

2.3 Técnicas para recuperação de solventes orgânicos

As técnicas utilizadas na pesquisa seguem descritas logo abaixo.

2.3.1 Filtração

As coletas dos resíduos alcoólicos foram realizadas trimestralmente, totalizando três coletas, com volumes entre 7 e 8 litros cada, provenientes do processamento histológico da sala de macroscopia do LAPER (Figura 1a). As amostras, após coleta, foram filtradas com funil de vidro e papel filtro (Figura 1b) e em seguida encaminhadas para análise.

2.3.2 Teor de álcool etílico

No Laboratório de Análise de Grãos da Universidade Federal de Roraima, realizou-se a alcoometria pelo método de Gay-Lussac (Figura 1c), conforme a NBR-5992/08, que determina a graduação alcoólica em misturas de etanol e água. A amostra foi colocada em proveta de 1.000mL, em seguida realizada a medição do teor alcoólico em °GL utilizando o referido alcoômetro, e posteriormente a leitura foi ajustada com uma tabela de conversão para corrigir a variação de densidade devido à temperatura (Sequinel et al., 2020; ANVISA, 2019).

2.3.3 Recuperação do álcool por destilação fracionada

Após a análise do teor alcoólico, as amostras foram envasadas, identificadas (Figura 1d) e encaminhadas ao Laboratório de Bioensaios do PRONAT (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais) para o processo de destilação fracionada. Essa técnica, que utiliza uma coluna de fracionamento, é adequada para separar líquidos de pontos de ebulição próximos (Souza et al., 2020). No procedimento, 1 litro da amostra hidroalcoólica foi colocado em um balão de destilação de 2 litros, aquecido por uma manta elétrica até o ponto de ebulição do etanol, entre 76 e 78°C (Figura 1e). O destilado foi recolhido em uma proveta de 1 litro e novamente analisado quanto ao teor alcoólico com densímetro de Gay-Lussac.

2.3.4 Espectroscopia próximo NIR

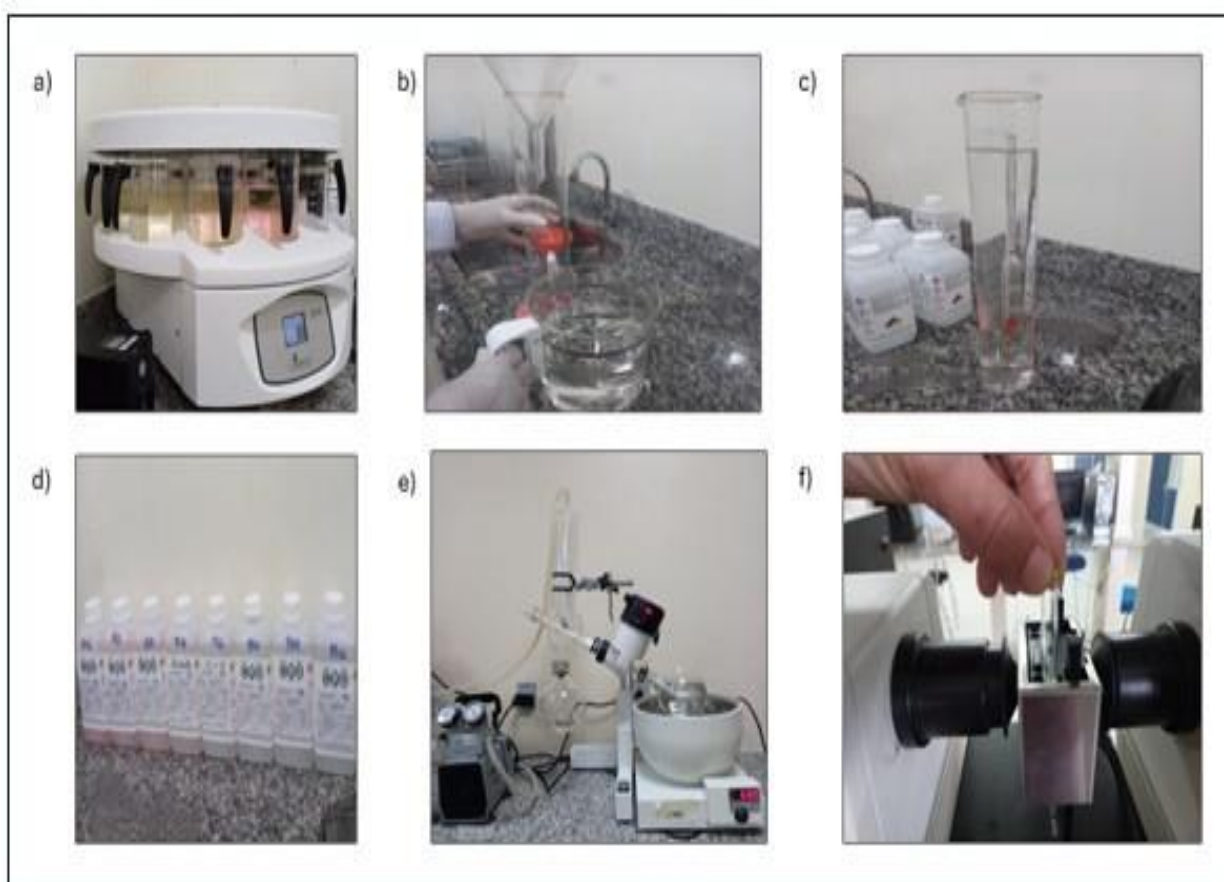
Os espectros de absorbância na região do infravermelho próximo-NIR foram obtidos no Laboratório de Ecotoxicologia do PRONAT/UFRR, usando o espectrofotômetro MB 3600 da ABB Bomem. Esse equipamento utiliza um interferômetro de Michelson de alto rendimento com metrologia a laser de estado sólido, fonte de halogênio de quartzo e detector DTGS-BK7, cobrindo a faixa espectral de 750 a 2500 nm. Para a análise, as amostras foram acondicionadas em cubetas de quartzo de 2 mL com caminho óptico de 1 mm, evitando qualquer interferência de materiais externos.

Para confirmar a pureza, as amostras destiladas foram submetidas à Espectroscopia NIR (Figura 1f), técnica analítica que permite a análise qualitativa e quantitativa de moléculas orgânicas com precisão (Farias et al., 2023). Os espectros de infravermelho próximo do álcool etílico residual foram comparados com os espectros destilados, e os espectros NIR das amostras destiladas foram comparadas com uma solução padrão de etanol (99,9%), validando a qualidade e adequação do etanol recuperado.

2.3.5 Análise multivariada dos espectros

Para o pré-processamento (primeira derivada, segunda derivada, correção da linha base), remoção e suavização do ruído nos espectros, comparação dos diferentes espectros de infravermelho próximo-NIR das amostras e para quantificação do teor de etanol, utilizando as técnicas de Machine Learning: Regressão por Componentes Principais-PCR) e Regressão por Mínimos Quadrados Parciais-PLS, utilizou-se o software Pirouette.

Figura 2: Técnicas realizadas para obtenção do reaproveitamento do álcool.



Fonte: Própria autoria (2024).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Teor de álcool etílico

Os resultados das amostras em triplicata que foram realizadas para a caracterizações do álcool residual do processamento histológico do LAPER, utilizando o alcoômetro Gay Lussac, calibrado a temperatura de 20°C. Em uma das coletas trimestrais os resultados das concentrações da bateria do processamento histológico foram as seguintes: estes apresentaram as concentrações de 60°, 65°, 68°, 90° e 95° GL (v/v).

3.2 Destilação fracionada

Os resultados operacionais (volume inicial dos resíduos e destilado final; teor alcoólico inicial dos resíduos e teor alcoólico final destilado; temperatura operacional) e o cálculo das médias dos resultados obtidos nas amostras de destilação dos resíduos alcoólicos do processamento histológico do LAPER estão apresentados na tabela 2 e 3 estão os resíduos alcoólicos com teores na faixa acima de 60% e tabela 3 estão os resíduos na faixa acima de 90%.

Tabela 2: Resultados dos parâmetros operacionais das soluções obtidas na destilação fracionada dos resíduos alcoólicos do LAPER.

Coleta	Volume inicial (L)	Volume final (L) Destilado	Teor alcoólico (°GL) inicial	Teor alcoólico (°GL) final destilado	Temperatura operacional inicial (°C) destilação
Primeira 1ª	0,93	0,86	60	82	76
Segunda 2ª	0,96	0,89	65	86	78
Terceira 3ª	0,95	0,88	68	89	78
Média dos Resultados	0,947	0,877	64,33	85,67	77,33

Fonte: Própria autoria (2024).

Os resultados obtidos indicam que o processo de destilação fracionada foi altamente eficaz na concentração de álcool nas três coletas realizadas. O volume inicial médio das amostras foi de 0,947 L, enquanto o volume final médio do destilado apresentou uma leve diminuição, com média de 0,877 L. Essa redução é esperada e pode ser atribuída a perdas durante o processo, possivelmente decorrentes da evaporação de substâncias além do álcool.

O teor alcoólico das soluções aumentou de maneira significativa após a destilação, passando de uma média inicial de 64,33 °GL para uma média final de 85,67 °GL. Esse resultado destaca a eficiência do processo em separar o álcool dos demais componentes da mistura, resultando em um destilado mais concentrado. As temperaturas operacionais foram mantidas em níveis adequados, variando de 76 °C a 78 °C, com uma média de 77,33 °C. Essa variação demonstra um controle absoluto do processo, garantindo a adequação das condições para o tipo de líquido destilado.

Tabela 3: Resultados dos parâmetros operacionais das soluções obtidas na destilação fracionada dos resíduos alcoólicos do LAPER.

Coleta	Volume inicial (L)	Volume final (L) Destilado	Teor alcoólico (°GL) inicial	Teor alcoólico (°GL) final destilado	Temperatura operacional inicial (°C) destilação
Primeira 1ª	6,870	6,300	96,43	99,8	78
Segunda 2ª	7,860	7,390	97,32	99,7	80
Terceira 3ª	6,900	6,380	96,54	99,8	80
Média dos Resultados	7,210	6,69	96,76	99,77	79,33

Fonte: Própria autoria (2024).

Os resultados apresentados na tabela 3 indicam uma diferença entre a média dos volumes iniciais (7,210 L) e a média dos volumes finais (6,69 L), sugerindo uma leve perda volumétrica da solução alcoólica. Essa redução pode estar associada a perdas ocorridas durante o processo, provavelmente devido à evaporação de componentes não alcoólicos ou impurezas presentes.

A média inicial do teor alcoólico das amostras foi de 96,76°GL, indicando que elas já apresentam um nível alcoólico relevante e uma variação reduzida, inferior a 1°GL. Isso sugere que o processo de preparação inicial é bastante consistente. Após a destilação, o teor alcoólico final das amostras atinge 99,77°GL, demonstrando um aumento significativo na pureza, o que é ideal, visto que o processamento histológico utiliza álcoois com 99,5% de teor alcoólico para desidratar e diafanizar as amostras com eficácia.

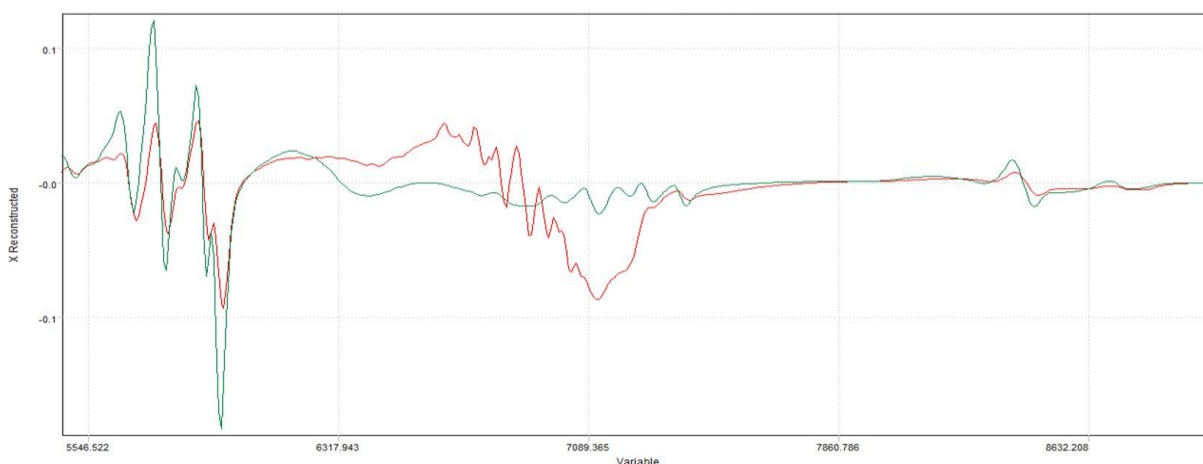
As temperaturas operacionais iniciais variaram entre 78 °C e 80 °C, com uma média de 79,33 °C. Esse controle de temperatura manteve-se dentro da faixa ideal para garantir uma separação eficiente dos componentes e evitar a degradação de compostos voláteis. Assim, evitou-se operar com temperaturas próximas ao ponto de ebulição da água (100 °C), minimizando o arraste de compostos indesejáveis.

Dessa forma, o processo de destilação mostrou-se altamente eficiente em elevar a concentração alcoólica dos resíduos, alcançando um teor final de 99 °GL em todas as coletas. Os dados apresentados evidenciam a eficácia da destilação fracionada realizada no LAPER, destacando a precisão e o sucesso do processo.

3.3 Espectroscopia próximo NIR

A Figura 3 apresenta o espectro NIR após a aplicação de primeira derivada e correção de espalhamento multiplicativo-MSC de uma amostra de resíduo alcoólico (vermelho) e uma amostra padrão de etanol 99,5% (verde), é possível observar a diferença nas bandas espectrais nas duas amostras em aproximadamente 6650 cm^{-1} (onde observamos elevação na banda das amostras de resíduos) 7090 cm^{-1} (uma banda com absorbância negativa para a amostra residual), demonstrando o uso da espectroscopia no infravermelho próximo-NIR para verificar amostras puras de etanol e amostras de resíduos alcoólicos.

Figure 3: Demonstrando a diferença nas bandas espectrais.

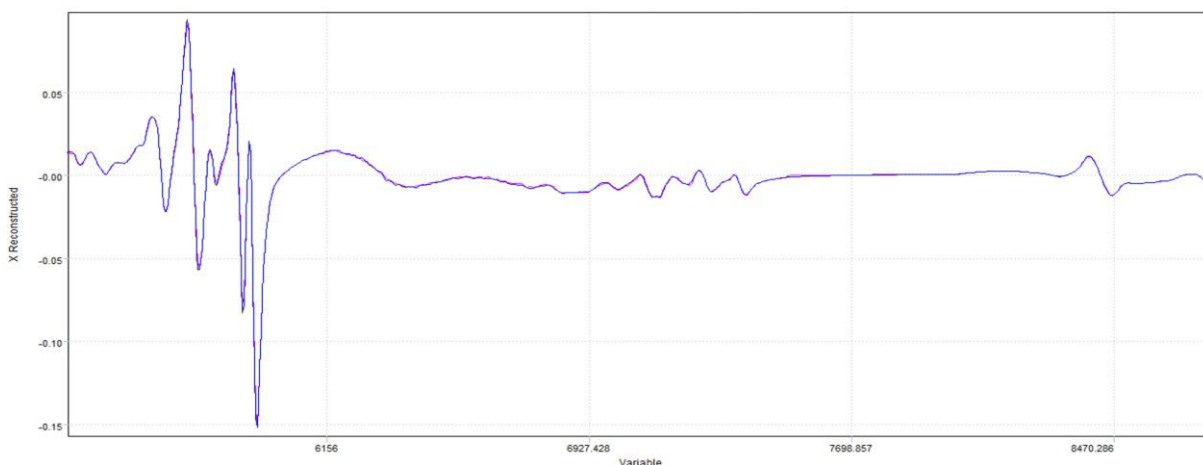


Fonte: Própria autoria (2024)

As amostras residuais que foram submetidas a filtração, e posterior destilação, ou seja, amostras de etanol, recuperadas também foram comparadas com amostra de etanol absoluto (99,5%), a fim de se verificar bandas espectrais que demonstrassem resquícios de resíduos nas amostras. E conforme observamos na Figura 4 abaixo, as amostras tratadas e recuperadas de etanol, possuem o mesmo perfil espectral da amostra de etanol puro. Ambos os espectros médios de amostra de etanol recuperada e etanol 99,9% passaram por tratamento espectral da primeira derivada, a fim de tentar identificar alguma banda espectral diferente, que pudesse informar que o etanol recuperado ainda apresentava resíduo.

Após confirmar a eficácia da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) para diferenciar bandas espectrais entre amostras alcoólicas com resíduos e amostras recuperadas, aplicou-se a mesma técnica para determinar o teor de etanol em amostras alcoólicas. Para essa análise, foram empregadas duas técnicas de Machine Learning: a regressão por mínimos quadrados parciais (PLS) e a regressão por componentes principais (PCR). Esses métodos quimiométricos foram associados à espectroscopia para melhorar a precisão e a interpretação dos dados, disponibilizando uma abordagem robusta para prever a concentração de etanol com alta precisão (Tosato et al., 2020).

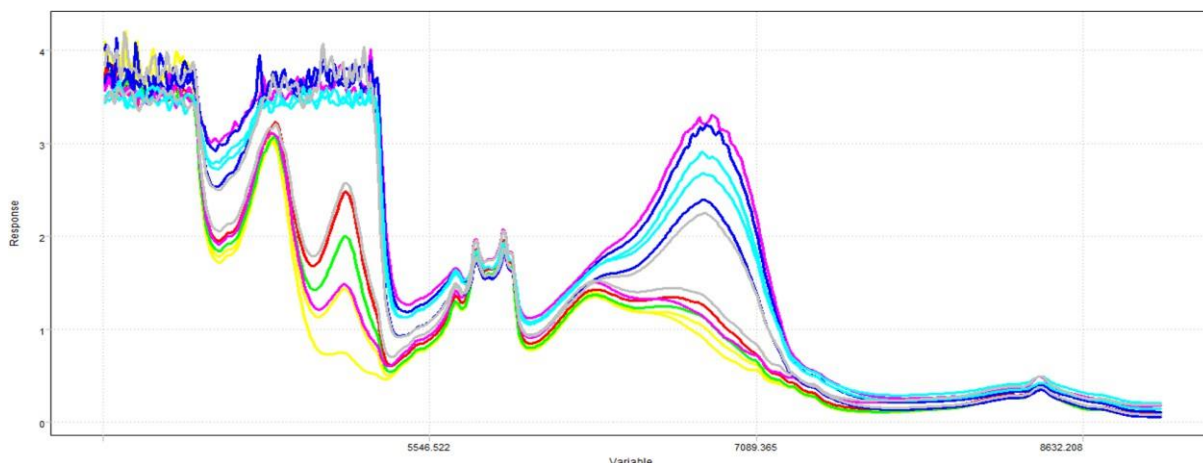
Figura 4: Comparação das amostras residuais com o etanol absoluto.



Fonte: Própria autoria (2024).

A Figura 5. abaixo apresenta o espectro da curva de calibração contendo amostras de 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 e 99% de etanol, utilizadas no treinamento das técnicas de PLS e PCR com a finalidade de realizar a previsão do etanol nas amostras.

Figura 5: O espectro da curva de calibração das amostras para treinamento das técnicas quimiométricas.

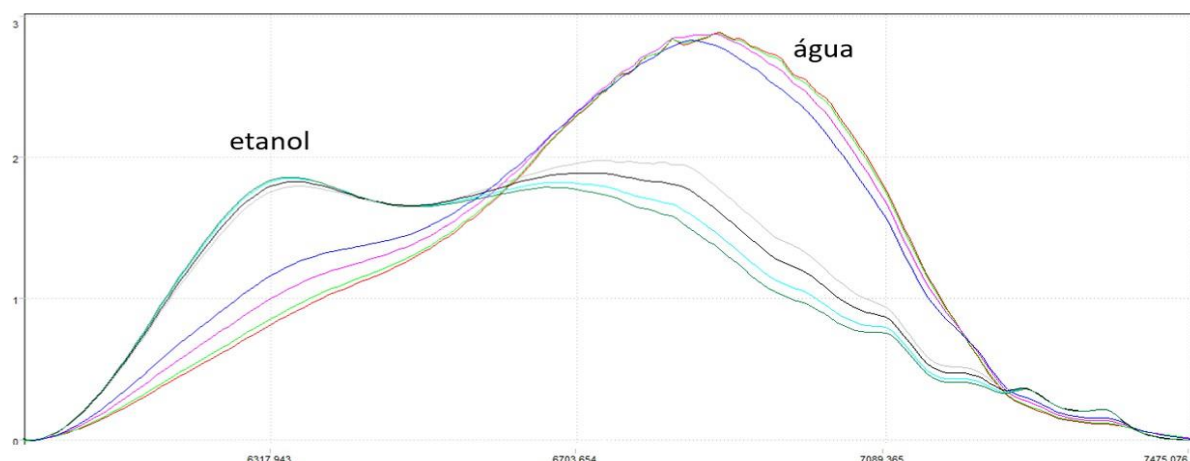


Fonte: Própria autoria (2024).

A figura acima corresponde à faixa de 9.000 a 4.000 cm^{-1} , na qual se observam fortes características na região de 7.350 a 6.200 cm^{-1} consistem em um número de bandas sobrepostas devido às combinações dos modos de estiramento antissimétrico e simétrico de O-H de várias espécies de água e os primeiros harmônicos dos modos de estiramento de O-H do etanol livre e ligado por hidrogênio, enquanto a banda em torno de 5.200 cm^{-1} , atribuída à combinação das vibrações de estiramento e flexão de O-H, é muito forte e saturada nas condições de medição presentes, especialmente para as misturas com baixa concentração de etanol (Fonseca et al., 2020; Pasquini et al., 2020). As absorções na faixa de 6.000 a 5.300 cm^{-1} e de 4.500 a 4.200 cm^{-1} são atribuídas aos primeiros e harmônicos de combinação de CH, respectivamente (Silva et al., 2021). A região de absorção de baixa intensidade entre 7950 e 8350 cm^{-1} é atribuído ao segundo tom do modo vibracional de alongamento CH da molécula de etanol (Fonseca et al., 2020; Tosato et al., 2020).

A Figura 6 apresenta a faixa espectral ampliada de 6.000 a 7.500 cm^{-1} , que trata da informação relevante sobre a substância ativa (etanol), onde a absorção devido ao primeiro tom do modo de alongamento vibracional de os grupos O-H do álcool e da água se sobrepõem. O ombro encontrado em 6.320 cm^{-1} está claramente associado ao teor de etanol, enquanto o pico em 6.860 cm^{-1} mostra intensidade crescente em função da água (Tosato et al., 2020; Pasquini et al., 2020).

Figura 6: Apresentação da banda de absorção do etanol e da água.



Fonte: Própria autoria (2024).

A curva analítica foi construída nos valores máximos de absorbância no comprimento de onda de 1.480 nm (região de primeiro sobretom do estiramento do O-H da água) em função do teor de água (Pasquini et al., 2020). Após diversos testes com técnicas de pré-processamento de sinais e faixas espectrais a tabela 4, apresenta o resultado experimental versus os resultados previstos pelos melhores modelos de PLS e PCR.

Tabela 3. Resultados previstos pelos modelos de PLS e PCR.

Etanol/% GL	PLS	PCR
60	59,90	60,46
65	64,01	65,10
70	69,69	70,59
75	74,21	75,11
80	79,22	80,01
85	87,61	86,19
90	88,45	89,27
95	94,16	92,16
99	98,82	95,08

Fonte: Própria autoria (2024)

3.4 Envasar o álcool/ identificação

Após as análises e a recuperação do etanol dos resíduos alcoólicos, o produto foi acondicionado nas garrafas plásticas originais, devidamente higienizadas e secas. Em seguida, cada frasco foi identificado com informações como nome do produto, data de validade do etanol recuperado, teor alcoólico, simbologia de riscos e assinatura do responsável técnico pelo procedimento. Finalmente, o etanol recuperado foi encaminhado ao LAPER para ser utilizado no processamento técnico da instituição, sendo destinado exclusivamente para uso interno e não para comercialização.

4 CONCLUSÃO

Os resultados das técnicas utilizadas para a recuperação dos resíduos alcoólicos no laboratório de anatomia patológica e citopatológica em Roraima foram altamente satisfatórios. As amostras de resíduos alcoólicos, que inicialmente apresentavam concentrações superiores a 60% e 90%, atingiram uma média de 85,67 °GL e 99,8 °GL, respectivamente, indicando níveis de pureza adequados para uso no processamento histológico da instituição, que requer álcool com teores entre 70% e 99,5%. A espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) também mostrou excelente desempenho, diferenciando com precisão as bandas espectrais entre resíduos alcoólicos e etanol puro. Além disso, amostras de etanol recuperado após processos de filtração e destilação exibiram perfis espectrais praticamente idênticos ao etanol puro, comprovando a eficácia da recuperação. Modelos de Machine Learning, como PLS e PCR, aplicados à previsão do teor de etanol, demonstraram alta precisão, confirmando a utilidade da espectroscopia NIR nessa aplicação.

Contudo a reutilização e recuperação de resíduos alcoólicos no LAPER seguem os princípios da Química Verde, sustentabilidade e economia circular, promovendo a redução de impactos ambientais, o uso eficiente de recursos e a minimização de resíduos. Essas abordagens aumentam a eficiência do laboratório e garantem processos mais ecológicos, econômicos e socialmente responsáveis.

5 REFERÊNCIAS

- Aguiar, GO, et al. (2020). Aplicação da química verde na indústria química como desenvolvimento sustentável com ênfase na produção do plástico verde. *Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana*, 12, 41–58.
- Aires, CF & Pimenta, HCD (2019). Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de um laboratório de análises físico-químicas pelo método FMEA. *Holos*, 8, 1–20. <https://doi.org/10.15628/holos.2019.9529>
- Álvares, T.C.C, et al. (2024). Gerenciamento ambiental de resíduos provenientes de laboratórios do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 13(1), e0313144627-e0313144627. <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i1.4627>
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2018). Resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018. *Diário Oficial da União*.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2004). Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. *Diário Oficial da União*.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2019). *Farmacopeia Brasileira* (6ª ed.). Brasília: ANVISA.
- Arantes, MVC e Gunther, WMR (2023). Boas práticas sustentáveis de gestão de resíduos químicos em instituições públicas de ensino superior. *Química Nova*.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2004). NBR 10004/04: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2009). NBR 5992/08: Determinação da massa específica e do teor alcoólico. Rio de Janeiro: ABNT.
- Barazzone, et al. (2022). Fundamentos para gestão de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <https://butantan.gov.br/assets/arquivos/Index/fundamentos.pdf>
- Brasil. (2010). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Gráfica do Senado.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). (2005). Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Diário Oficial da União.
- Buttendorff, G., & Galão, OF (2017). Resíduos de recuperação de etanol e formol gerados em laboratórios zoológicos. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, 38(2), 36–42.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). (2020). Ficha de informação toxicológica do etanol. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2020/12/Etanol.pdf>
- Cordeiro, A.F.G, et al. (2023). Gerenciamento de resíduos e serviços de saúde. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, 6(1).
- Da Rosa, LR & Stedile, NLR (2020). Resíduos de serviço de saúde presentes na coleta seletiva: uma análise dos riscos aos catadores. Ciência com Indústria, 8(1), 1-6.
- De Moraes, CSB, Dolphine, LM, & Maeda, AY (2023). Auditoria do plano de gerenciamento de resíduos em instituição com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos e leis correlatas. Revisão por pares, 5(3), 59-81.
- Delevati, DS, et al. (2020). Desafios na gestão de resíduos de estabelecimentos de saúde públicos perante a RDC 222/18. Saúde em Debate, 43(3), 190–199.
- Dias, BC, Schwarz, FW, & Oliveira, ER (2018). Recuperação de Solventes Orgânicos de Laboratório. Revista Processos Químicos, 12(23), 55-61.
- Fandiño, JSM & Marín, LAE (2021). Química verde aplicada nos resíduos das universidades. Educação Química, 32(2), 154.
- Farias, LR, et al. (2023). Método de classificação rápida e verde de bactérias usando aprendizado de máquina e espectroscopia NIR. Sensores, 23(17), 7336.
- Fonseca, F., Jr., et al. (2020). Determinação de etanol em gel higienizador de mãos usando espectroscopia no infravermelho médio e próximo. Revista da Sociedade Brasileira de Química.
- Giovanni, C., Marques, FLN, & Günther, WMR (2021). Resíduos químicos laboratoriais: classificação de perigo pelo GHS e risco no transporte. Revista de Saúde Pública, 55, 102.

- Junior, HM da C., & Roner, MNB (2024). Desafios e soluções para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: impactos ambientais e medidas mitigadoras. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 9(3), 147–173.
- Kinguari, MA (2024). Economia circular como uma alternativa à economia linear no século XXI. *Revista Balaio Acadêmico*, 2(1).
- Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica - LAPER. (2020). Procedimento operacional padronizado - POP. Roraima.
- Laboratório de Anatomia Patológica e Citopatológica - LAPER. (2023). Plano de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde - PGRSS. Roraima.
- Leite, TM, & Santos, MV dos. (2019). Tratamento de resíduos de cromo gerados nas aulas de química analítica. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 2, 34–47. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/8876/5700>
- Lemos, AKA, Vieira, SFA, & Oliveira, TCG (2023). A relação entre a gestão da qualidade e a inovação para laboratórios de anatomia patológica no Brasil. *Revista Contemporânea*, 3(6), 7167-7195.
- Lima, MLSO, et al. (2020). A química dos saneantes em tempos de COVID-19: você sabe como isso funciona? *Química Nova*, 43(5), 668-678.
- Marco, BA, et al. (2019). Evolução da química verde e seus impactos multidimensionais: Uma revisão. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 27(1), 1–8.
- Pasquini, C., et al. (2020). Monitoramento da qualidade de higienizadores de mãos à base de etanol por espectroscopia de infravermelho próximo de baixo custo. *Microchemical Journal*, 159, 105421.
- Petrobrás. (2019). FISPQ - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos . Disponível em: https://vibraenergia.com.br/sites/default/files/pdfs/FISPQ_BR_PT_ALCOOL+ETILICO+HIDRATADO+OUTROS+FINS.pdf
- Pinotti, SM & Bataghin, FA (2020). Gerenciamento de resíduos em unidade básica de saúde como atitude sustentável e educação ambiental. *Simpósio de Tecnologia Fatec Jaboticabal*, 11(1), 105-109.
- Roraima. (2009). Decreto nº 10.352-E, de 11 de agosto de 2009. Aprova a Estrutura Organizacional da Secretaria de Estado da Saúde de Roraima.
- Sandri, MCM, & Filho, OS (2019). Os modelos de abordagem da química verde no ensino de química. *Educação Química*, 30(4), 34.
- Santos, AS & Medeiros, NMP (2019). Percepção e conscientização ambiental sobre resíduos sólidos no ambiente escolar: respeitando os 5R's. *Revista Geografia Ensino & Pesquisa*, 23, 1-30.

- Sequinel, R., et al. (2020). Soluções à base de álcool para higienização das mãos e superfícies na prevenção da COVID-19: compêndio informativo sob o ponto de vista da química envolvida. *Química Nova*, 43(5).
- Silva, AC da, et al. (2021). Uma abordagem rápida e de baixo custo para controle de qualidade de desinfetante para mãos à base de álcool usando um espectrômetro infravermelho próximo portátil e quimiometria. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 29(3), 119–127.
- Sousa, AC, Silva, CE, & Costa, TT (2020). A abordagem dos princípios da química verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 593-616.
- Souza, CP, et al. (2020). Procedimentos analíticos em perícia ambiental: fracionamento de soluções. *Revista Naturae*, 2(2), 14–22.
- Souza, P.G. (2019). Conceitos e adoção de química verde: uma revisão bibliográfica. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 8(1), 248–264.
- Torres, A., et al. (2023). Técnicas de processamento histológico e citológico em serviços de patologia clínica: uma revisão da literatura. *Revista Acadêmica*, 2(3).
- Tosato, F., et al. (2020). Análise de amostras de combustíveis por fotometria, NIR portátil e RMN de ¹H – uma comparação com os resultados encontrados por técnicas normatizadas. *Química Nova*, 43, 155-167.

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

OLIVEIRA, M. C. C. de *; SILVA FILHO, P. A. da; SANTOS, R. V. M. dos; PANERO, F. dos S. Recovery of alcoholic waste produced at the pathological and cytopathological anatomy laboratory in Roraima. *HOLOS*, [S.l.], v. 4, n. 40, [s.d].

SOBRE OS AUTORES

M. C. C de OLIVEIRA

Possui graduação em química pela Universidade Federal de Roraima – UFRR (2006), pós-graduação em nível de especialização em Educação Ambiental (2008); pós-graduação em nível de especialização em Gestão e Tecnologia de Processos Químicos (2021). É professora efetiva (2010), e Química (2011) do Governo do Estado de Roraima, lotada na Secretária de Estado da Gestão Estratégica e Administração-SEGAD. Atualmente está no Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Recursos Naturais- PRONAT – UFRR

E-mail: marideoliveira2013@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4990-8628>*

Pedro Alves da Silva Filho

Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Roraima UFRR. Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Roraima - UFRR; Especialização em Engenharia de Saúde Pública pela FEAMIG/MG, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco de Mato Grosso do Sul -UCDB; Mestrado em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN; Doutorado em Engenharia Civil e Saneamento Ambiental, pela Universidade Federal do Ceará - UFC e Pós-Doutorado pelo Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/UFS. Atualmente é Coordenador e Professor permanente do Programa do Mestrado profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua; Tutor PET - Engenharia Civil/UFRR; Líder do Grupo de Pesquisa: SARI - Saneamento, Amazônico, Rural e Indígena. Tem experiência nas áreas de Engenharia Sanitária e Ambiental e Engenharia de Recursos Hídricos, com ênfase em Tratamento de Águas Residuárias, Resíduos Sólidos, Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento alternativo de efluentes para pequenas e médias localidades, técnicas de pós-tratamento de esgoto, lagoas de estabilização, tratamento de resíduos sólidos (aterros sanitários de pequeno e a grande porte), Instrumentos da Política de Recursos Hídricos e Segurança hídrica e os usos múltiplos da água.

Orcid: [0000-0003-3897-4954](https://orcid.org/0000-0003-3897-4954)

E-mail: felipemourams@gmail.com

Rajá Vidya Moreira dos Santos

Doutorando em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT), em Universidade Federal de Roraima (UFRR). Possui Mestrado em Ciências Ambientais e Graduação em Química pela Universidade Federal de Roraima. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Ensino de Química, Química Orgânica e Química Inorgânica, atuando principalmente no seguinte tema: Produtos Naturais, Metabólitos Secundários, Prospecção Fitoquímica, Compostos de Coordenação, Análise Instrumental Orgânica e Inorgânica.

Orcid: [0009-0005-9695-0813](https://orcid.org/0009-0005-9695-0813)

E-mail: raja.vidya@hotmail.com

Francisco dos Santos Panero

Possui graduação em Pedagogia pela Faculdade de Teologia de Boa Vista, Especialização em Educação a Distância pela Universidade Federal de Roraima, graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Roraima, Especialização em Química, Mestrado em Química pela Universidade Federal de Roraima e Doutorado em Biotecnologia e Biodiversidade da Amazônia Legal-BIONORTE pela Universidade Federal do Acre. Atualmente é professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da UFRR e professor 40hDE da Universidade Federal de Roraima. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Instrumentação Analítica, Química Ambiental, Qualidade de Águas, Quimiometria, Química Verde e Sustentável, Educação Ambiental e Sustentabilidade, Química de Alimentos, Machine Learning, Infravermelho Médio, Infravermelho Próximo-NIR. Orcid:

[0000-0002-9215-1177](https://orcid.org/0000-0002-9215-1177)

E-mail: francisco.panero@ufr.br

4 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada no LAPER proporcionou uma compreensão detalhada do gerenciamento de resíduos químicos, destacando que a instituição atende às normas vigentes quanto ao armazenamento e à destinação dos seus resíduos. No entanto, cumprir a legislação vai além de simplesmente seguir regras. É fundamental adotar práticas que minimizem o impacto ambiental.

Os resíduos alcoólicos gerados no processamento histológico da instituição somam cerca de 340 litros anuais. Esses resíduos poderiam ser tratados e reutilizados dentro do próprio processo, em vez de serem descartados por incineração. O reaproveitamento e a reutilização de resíduos químicos são alternativas mais sustentáveis, pois reduzem a poluição, diminuem o descarte de substâncias tóxicas e contribuem para a redução de custos operacionais. Além disso, essas práticas estão alinhadas com normas internacionais de sustentabilidade, fortalecendo o compromisso ambiental do laboratório e promovendo uma gestão mais responsável.

Técnicas de recuperação, como destilação, têm demonstrado resultados promissores, com purezas médias de 85,67°GL e 99,8°GL, tornando os resíduos adequados para reutilização no laboratório. No entanto, apesar de os funcionários seguirem as regulamentações, a alta rotatividade de pessoal exige uma capacitação contínua para garantir a correta gestão dos resíduos.

Para aprimorar a gestão, recomenda-se que o LAPER invista no treinamento contínuo para seus servidores, com foco no descarte adequado dos resíduos químicos, e na aquisição de equipamentos para a recuperação desses resíduos. A implementação do reaproveitamento de resíduos alinharia ainda mais o laboratório aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), aos princípios de Química Verde e à economia circular. Essas práticas, além de reduzir custos, promovem a sustentabilidade e a otimização do processo laboratorial, contribuindo para o uso responsável do recurso e para a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 222, de 28 de mar. de 2018**, Brasília, Diário Oficial da União, mar. 2018.
- ALMEIDA, G.; CAMPOS, M. **63º Congresso Brasileiro de Química Reciclagem de solventes: utilização em atividades de ensino e pesquisa**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.abq.org.br/cbq/trabalhos/5/A5T25717-1726529791.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2024.
- ARANTES, M. V. C.; GUNTHER, W. M. R. Boas práticas sustentáveis de gestão de resíduos químicos em instituições públicas de ensino superior. **Química Nova**, [S.l.], [S.n.], jan. 2023.
- BARBOSA, A. P.; DOS SANTOS, M. L.; DE SOUSA, R. B. Proposta de implementação de plano de gerenciamento De resíduos químicos em laboratórios de ensino no Norte do Tocantins. **REVISTA CEREUS**, v. 16, n. 2, p. 422–435, 2024.
- BRASIL, Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília. DF Gráfica do Senado, 2010.
- BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Resolução nº 5.998, de 03 de jun. de 2022**, Brasília, DF, ANTT, 2022.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 316, de 20 nov. de 2002**, Brasília, DF, CONAMA, 2002.
- DE MORAIS, M. V. M.; CHAGAS, K. K. N. Pedagogia dos R'S nas escolas: da teoria à prática. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 3, p. 32-42, 2023.
- DIAS, B. C.; SCHWARZ, F. W.; OLIVEIRA, E. R. Recuperação de Solventes Orgânicos de Laboratório. Alternativas Econômicas e Ecologicamente Adequadas. **Revista Processos Químicos**, v. 12, n. 23, p. 55-61, 2018.
- LABORATÓRIO DE ANATOMIA PATOLÓGICA E CITOPATOLÓGICA - LAPER, **Plano de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde - PGRSS**. Roraima, p. 1-40, out. 2023.
- NAZARI, M. T. et al. Incidência de resíduos de serviços de saúde em cooperativas de triagem de materiais recicláveis. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 271-279, 2020.
- OLIVEIRA, D. B. et al. A construção de conceitos sobre gestão e tratamento de resíduos químicos: uma experiência de formação de estudantes de química. **Química Nova**, [S.l.], v. 43, n. 3, p. 382–390, fev. 2020.
- PINOTTI, S. M; BATAGHIN, F. A. Gerenciamento de resíduos em unidade básica de saúde como atitude sustentável e educação ambiental. **Simpósio de Tecnologia Fatec Jaboticabal**, v. 11, n. 1, p. 105-109, 2020.
- ZORZO, F. B. et al. Desenvolvimento sustentável e Agenda 2030: uma análise dos indicadores brasileiros. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 19, n. 2, p. 160-182, 2022.

ANEXO A – Normas Técnicas do Periódico “Revista Caderno Pedagógico”.

27/12/2024, 17:52

Submissões | Caderno Pedagógico

**REVISTA**
CADERNO
PEDAGÓGICOISSN: 1983-0882
Qualis CAPES 2017-2020: A2

INÍCIO / Submissões

Submissões

O cadastro no sistema e posterior acesso, por meio de login e senha, são obrigatórios para a submissão de trabalhos, bem como para acompanhar o processo editorial em curso. [Acesso](#) em uma conta existente ou [Registrar](#) uma nova conta.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.



Os artigos, resenhas e comunicações científicas devem estar vinculados à natureza da publicação e à temática de cada edição.



Os artigos devem ter no máximo 20 páginas (incluindo notas de rodapé, anexos e referências), digitadas em fonte Arial, tamanho 12, com espaço entre linhas de um e meio.



Os artigos devem respeitar a seguinte estrutura: a) título na língua do texto; b) nome(s) do(s) autor(es) com nota de rodapé informando referências acadêmicas (formação, titulação, instituição) e profissionais (cargo que ocupa); c) resumo na língua do texto; d) palavras-chave na língua do texto; e) título em língua estrangeira; f) resumo em língua estrangeira; g) palavras-chave em língua estrangeira; h) introdução; i) desenvolvimento; j) conclusão; k) referências; l) apêndice(s) (se houver); m) anexo(s) (se houver).



Os originais devem ser submetidos em FORMATO EDITÁVEL (.doc, .odt...). Opcionalmente pode-se adicionar uma versão do trabalho em formato fechado (.pdf), na etapa Documentos suplementares. O tamanho máximo por arquivo é 10MB.

As referências bibliográficas devem seguir os padrões da ABNT (NBR 6023/2002) e estarem dispostas em ordem alfabética, de acordo com o sistema utilizado para citação no texto (SISTEMA AUTOR-DATA, NBR

27/12/2024, 17:52

Submissões | Caderno Pedagógico

- ✓ 10520/2002), no final do trabalho. As notas de rodapé são utilizadas EXCLUSIVAMENTE para notas explicativas, devendo ser numeradas e inseridas na página em que estiverem alocadas.
- ✓ Mais orientações podem ser obtidas no Manual da Univates para trabalhos acadêmicos, disponível em "http://www.univates.br/editora-univates/publicacao/110", essas orientações são baseadas, em sua maioria, nas normas ABNT.
- ✓ Conselho Editorial da Revista reserva-se o direito de aceitar, ou não, os trabalhos enviados, informando ao autor se o artigo será ou não publicado. A publicação não implica em espécie alguma de remuneração.
- ✓ A qualidade da apresentação do trabalho bem como seu conteúdo e originalidade, são responsabilidades exclusivas do(s) autor(es). O(s) autor(es), ao encaminharem os trabalhos, cedem à Univates os respectivos direitos de reprodução e publicação. Os casos omissos serão resolvidos pelos editores científicos do periódico.

Diretrizes para Autores

Revista Caderno Pedagógico tem por objetivo divulgar conhecimentos sobre educação em saúde, prevenção e tratamento, biomedicina, entre outros. Os estudos apresentados deverão desenvolver práticas e reflexões teóricas e metodológicas de pesquisadores, docentes e discentes.

Aqui estão os padrões detalhados para formatação e preparação de submissões originais:

- Os artigos devem ter no máximo de 20 páginas.
- Os idiomas aceitos incluem Português, Inglês ou Espanhol.
- A autoria é limitada a um máximo de 8 autores por artigo.
- O texto deve ser formatado em fonte Arial, tamanho 12, com espaçamento entre linhas de 1,5.
- Figuras e Tabelas devem ser integradas ao texto, editáveis e apresentadas em fonte tamanho 10. Tanto o conteúdo quanto o título das figuras e tabelas devem estar em fonte tamanho 10, com o título colocado logo acima dos elementos gráficos e o conteúdo abaixo.
- O título do artigo deve ser fornecido em Português, Inglês e Espanhol no início do arquivo, usando fonte tamanho 14.
- Resumos e palavras-chave devem ser incluídos em Português, Inglês e Espanhol, com espaçamento simples, imediatamente abaixo do título.
- As referências devem seguir os padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- O arquivo enviado não deve conter nenhuma identificação dos autores.
- - Para baixar o Template para os autores click [aqui](#)

Artigos

Política padrão da seção

Declaração de Direito Autoral

Autores que publicam nesta revista concordam com os seguintes termos:

- a. Autores mantêm os direitos autorais e concedem à revista o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) que permite o compartilhamento do trabalho com reconhecimento da autoria e publicação inicial nesta revista.
- b. Autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não-exclusiva da versão do trabalho publicada nesta revista (ex.: publicar em repositório institucional ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial nesta revista.
- c. Autores têm permissão e são estimulados a publicar e distribuir seu trabalho online (ex.: em repositórios institucionais ou na sua página pessoal) a qualquer ponto antes ou durante o processo editorial, já que isso pode gerar alterações produtivas, bem como aumentar o impacto e a citação do trabalho publicado (Veja [O Efeito do Acesso Livre](#)).

Política de Privacidade

- O conteúdo dos artigos é de responsabilidade exclusiva dos autores.
- A reprodução total ou parcial do conteúdo dos artigos é permitida, desde que seja mencionada a fonte.
- Artigos com plágio serão recusados, e o autor do plágio perderá o direito de publicar nesta revista.
- Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação e não estão disponíveis para outros fins ou para terceiros.
- Uma vez que os artigos são enviados, os autores cedem os direitos autorais de seus artigos ao Caderno Pedagógico. Se você se arrepender do envio, o autor tem o direito de solicitar ao Caderno Pedagógico que não publique seu artigo. No entanto, essa solicitação deve ocorrer até dois meses antes da publicação do número em que o artigo será publicado.
- O Caderno Pedagógico utiliza a licença Creative Commons CC BY. Informações sobre esta licença podem ser encontradas em: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/br/>.

ENVIAR SUBMISSÃO

PALAVRAS-CHAVE

ANEXO B – Normas Técnicas do Periódico “Revista Holos”.

BRASIL & NORTE (2024)



TITULO EM INGLÊS

R. F. BRASIL*, R. G. NORTE

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande de Norte

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-XXXX-XXXX-XXXX>*

brasil@ifrn.edu.br*

Submetido 14/01/2024 - Aceito xx/xx/2024

DOI: 10.15628/holos.2024.XXXX

ABSTRACT

O abstract do trabalho será precedido pelo subtítulo **ABSTRACT**, fonte Colibri, corpo 12, maiúscula, negrito. O texto do resumo utilizará a fonte Colibri, corpo 10pts, alinhamento de parágrafo justificado, sem recuos à

direita ou à esquerda e com espaçamento entre linhas SIMPLES. O resumo/abstract não excederá a primeira página do artigo, ter no mínimo 100 e no máximo 150 palavras. Use este espaço para escrever o resumo.

KEYWORDS: Use until five (05) keywords by separating them with commas. Não incluir siglas.

TITULO EM PORTUGUÊS

RESUMO

O resumo do trabalho será precedido pelo subtítulo **RESUMO**, fonte Colibri, corpo 12pts, maiúscula, negrito. O texto do resumo utilizará a fonte Colibri, corpo 10pts, alinhamento de parágrafo justificado, sem recuos à

direita ou à esquerda e com espaçamento entre linhas SIMPLES. O resumo/abstract não excederá a primeira página do artigo, ter no mínimo 100 e no máximo 150 palavras. Use este espaço para escrever o resumo.

PALAVRAS-CHAVE: Use até 05 (cinco) palavras chave, separando-as por vírgula. Não incluir siglas.



1 APRESENTAÇÃO

1.1 Modelo para submissão de artigos para a Revista Holos

Estas normas têm como objetivo dar uma orientação geral aos autores dos artigos no momento em que forem redigir e, principalmente, quando forem organizar e digitar seus artigos científicos.

Os artigos devem ser enviados para a publicação em, no mínimo, dois idiomas dos três aceitos pela revista (português, inglês e espanhol; e francês, no caso do artigo original ser do mesmo idioma), incluindo referências bibliográficas, as notas, o título, o resumo, as palavras-chave e os dados de autoria. Deve ser submetido em arquivo em formato editável.

Esse documento já está configurado com as normas pré-estabelecidas pela editora da Revista Holos e, para segui-las, basta substituir os textos de descrição pelo conteúdo do artigo. Caso não seja possível proceder dessa forma, as normas de submissão serão descritas a seguir nos demais itens.

- No tocante ao número de autores, recomenda-se, no máximo, seis (6), entre pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Em caso de número excedente, o autor principal poderá apresentar justificativa ao Conselho Editorial.

1.2 Prestigia-se os autores do periódico, assim, recomenda-se a interlocução também com a produção veiculada na revista.

- Normas para submissão de artigos

Recomenda-se que o texto do artigo seja dividido em Introdução, Revisão Bibliográfica, Metodologia, Resultados e Discussões, Conclusão e Referências Bibliográficas. Porém, os autores estão livres para mudarem a nomenclatura dos tópicos quando for conveniente. Os tópicos deverão estar enumerados seguindo uma ordem sequencial. O mesmo acontece com os subtópicos como visto no exemplo abaixo:

Recomenda-se que o artigo tenha até 15 páginas mais as referências.

1.2.1 Exemplo

Segue abaixo um exemplo de organização do artigo em forma de tópicos, bem como a formatação de cada um.

1. TÓPICO – Fonte: calibri; tamanho: 14; negrito; justificado, todo maiúsculo.

1.1. Subtópico 1 – Fonte: calibri; tamanho: 13pts; justificado, primeira letra maiúscula.

1.1.1. Subtópico 2 – Fonte: calibri; tamanho: 12pts; itálico; justificado; primeira letra maiúscula.



2. TÓPICO – Fonte: calibri; tamanho: 14 pts; negrito; justificado, todo maiúsculo.

2.1. Subtópico 1 – Fonte: calibri; tamanho: 13 pts; justificado, primeira letra maiúscula.

2.1.1. *Subtópico 2* – Fonte: calibri; tamanho: 12pts; itálico; justificado; primeira letra maiúscula.

Para o corpo do trabalho, será utilizada a seguinte formatação – digitação em *Word for Windows*®, Fonte: calibri; tamanho: 12 pts; justificado; primeiro parágrafo deslocado em 1,25cm à esquerda; espaçamento entre linhas em Múltiplos 1,1; espaçamento entre parágrafos em 6pt antes e 6pt depois.

Todas as formatações acima descritas estão previamente configuradas na barra “Estilo” no *Word for Windows*®. Basta selecionar o texto e pressionar a configuração desejada.

Citações com mais de 3 linhas: Fonte: Calibri; tamanho: 11pts; Recuo: 1,25; Entre linhas: simples; Espaçamento Antes: 12; Espaçamento Depois: 18; Alinhamento: Justificado. Para as referências das citações seguir as normas da APA:

- Com 2 autores: separar os autores com & seguido por vírgula e ano de publicação, por exemplo, no texto: Silva e Lopes (2003) ou (Silva & Lopes, 2003);
- De 3 a 5 autores: na primeira citação referenciar todos os autores, na citação seguinte utilizar o sobrenome do primeiro autor e o et al, por exemplo, no texto (1ª citação): Silva, Serra, Abreu, Veras Neto e Borges (2014) ou na citação: (Silva, Serra, Abreu, Veras Neto & Borges, 2014); nas citações seguintes: no texto, Silva et al. (2004) ou no final da citação: (Silva et al., 2004).
- A partir de 6 autores, utilizar o primeiro sobrenome seguido do et al.

2 INFORMAÇÕES

2.1 Configuração da página

O formato da página é A4, digitação em *Word for Windows*®, com orientação retrato e tamanho de margens:

- Superior: 3,0 cm;
- Inferior: 2,5 cm;
- Esquerda: 2,0 cm;
- Direita: 2,0 cm.

Não deverão constar os números de páginas, pois essa informação será introduzida posteriormente pela Comissão Organizadora.

3 MODELO DE FORMA DE APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

Aplica-se nos casos em que o trabalho segue uma linha de desenvolvimento de assuntos contínuos, conforme a estrutura dada abaixo:

- **Introdução**



Apresentar o assunto estudado, abordando os aspectos gerais e buscando introduzir ao leitor na temática delineada. Também, fazer uma descrição sucinta dos objetivos da pesquisa. Ressaltar a importância da pesquisa dentro do contexto científico e/ou tecnológico, relatando as possíveis contribuições dos resultados alcançados.

- **Revisão Bibliográfica**

Abordar os aspectos teóricos diretamente relacionados com o trabalho desenvolvido, detalhando os assuntos principais do estudo em questão e baseando-se nas diferentes abordagens pesquisadas na literatura (livros, teses, dissertações, artigos, trabalhos de congresso, etc.).

- **Metodologia**

Apresentar os materiais e equipamentos utilizados na pesquisa de campo e/ou experimental, detalhando os métodos e procedimentos empregados durante as atividades, detalhando a metodologia utilizada para a resolução do problema, os equipamentos e softwares usados no estudo.

- **Resultados e discussões**

Apresentar os resultados, analisando e discutindo os diversos aspectos de interesse.

- **Conclusão**

Relacionar as conclusões ou considerações finais obtidas de acordo com os resultados observados na pesquisa, podendo incluir sugestões para trabalhos futuros.

- **Referências bibliográficas**

Relacionar toda a bibliografia consultada e citada no artigo.

4 APRESENTAÇÃO DE FIGURAS, TABELAS E EQUAÇÕES

Para **Figuras** (em alta resolução) e **Tabelas**, utilizar preferencialmente o mesmo padrão (tamanho de letra, borda, etc.). Quando citadas no texto, escrever com a 1ª letra maiúscula e não abreviar.

Exemplos: “Na Figura 1 é possível observar a evolução da população...”; “... De acordo com a Tabela 2 ...”

As **Equações** quando citadas no texto virão com a 1ª letra maiúscula e o número entre parênteses, sem abreviação.

Exemplo: “Obtendo-se assim a Equação (1):”

Sistema de unidades deverá ser homogêneo em todo o texto. Recomenda-se o sistema internacional (SI).

As **Figuras/Fotografias** (em alta resolução) deverão ser numeradas em algarismos arábicos, por ordem de aparição no texto e devem estar centralizadas.



A legenda deverá vir **abaixo** da mesma, com apenas a 1ª letra maiúscula na palavra “Figura” e no “título”, sendo separado por dois pontos. A fonte usada para na legenda é a padrão usado em todo o texto (calibri), o tamanho é 10pts e todo o texto da legenda deverá está em **negrito**.

Exemplo: para o caso de uma 3ª figura exposta no artigo.



Figura 3: Evolução da população em diversas regiões do RN.

Quando houver mais de um gráfico para uma mesma figura, o título pode aparecer uma única vez, logo abaixo do conjunto de gráficos dispostos horizontal ou verticalmente.

Exemplo: para o caso de uma 5ª figura exposta no artigo.

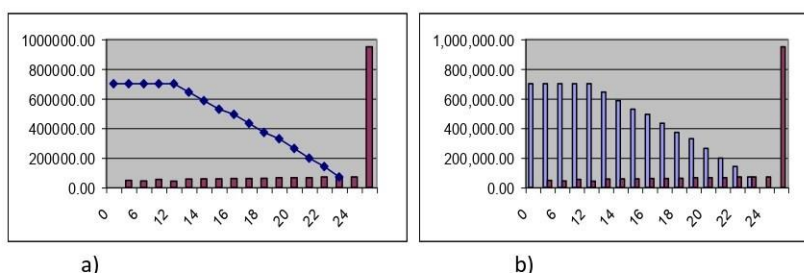


Figura 5: Evolução de ganhos (em azul) e custos (em roxo) - a) etapa 1; b) etapa 2.

As **Tabelas** deverão ser enumeradas em algarismos arábicos, por ordem de aparição no texto e devem estar centralizadas. O tamanho da fonte do texto interno da tabela é 11, sem espaçamento entre as linhas, o texto da primeira linha deverá vir em **negrito**, as bordas deverão seguir o padrão estabelecida no exemplo abaixo.

O título deverá vir **acima** da mesma, com apenas a 1ª letra maiúscula na palavra “Tabela” e no “título”, sendo separado por dois pontos. As unidades referentes à coluna, quando couber, serão apresentadas nos “cabeçalhos” da coluna correspondente. A fonte usada para no título da tabela é a padrão usado em todo o texto (calibri), o tamanho é 10pts e todo o texto do título deverá está em **negrito**.

Exemplo: para o caso de uma 2ª tabela exposta artigo

Tabela 2: Estudo da influência do tempo na degradação da glicose.

Amostra	Concentração (moles/L)	Rendimento (%)
1	0,02	45
2	0,12	56
3	0,30	70
4	0,43	87

As **Equações Matemáticas e Químicas** deverão estar enumeradas por ordem de aparição, com o respectivo número entre parênteses e no extremo da margem direita. Quando ocorrerem equações seguidas no texto, inserir uma linha como espaço entre as equações.

Exemplo:

$$AB + CD \square AC + BD \quad (1)$$

$$\left[\frac{Q_d}{Q_c} \right] = \frac{2\beta_e^2}{(1 - \beta_E)(1 - 2\beta_e)} \quad (2)$$

Quanto ao **Uso de palavras estrangeiras**, recomenda-se evitar o estrangeirismo. Quando o uso for necessário, utilizar a forma em itálico.

Exemplo: “O polímero produzido na etapa de finalização é extrudado na forma de *chip* ou *pellet*”.

5 REFERÊNCIAS

Ao final do texto deverão aparecer as **REFERÊNCIAS**, utilizando fonte calibri, tamanho da fonte 12pts, espaçamento simples entre linhas; separadas por 12pts depois; com deslocamento na segunda linha de 0,75cm e alinhamento justificado.

Todas as referências colocadas no artigo deverão seguir as **Normas da APA**.

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

XXXX, xxxx (2024). *Holos* (Não preencher; os dados serão preenchidos pelos organizadores).

SOBRE OS AUTORES (Não preencher no arquivo. Inserir as informações no sistema da revista no ato da submissão na área dos METADADOS)

EXEMPLO

R. F. BRASIL

Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN com Estágio Doutoral na Universidade de Lisboa (Portugal); Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional-PPGEP, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte/IFRN (Brasil); Líder do Grupo de Pesquisa Educação, Ciência e Tecnologia/CNPq. E-mail: rffbrasil@ifrn.edu.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-XXXX-XXXX-XXXX>



R. G. NORTE

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN em co-tutela com a Université de Toulon (França); Engenheiro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte/IFRN (Brasil); Membro do Núcleo de Inovação Tecnológica do IFRN. E-mail: rgnorte@ifrn.edu.br.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-XXXX-XXXX-XXXX>

Não preencher editor, pareceristas, QR code, datas de recebimento, aceite e publicação.

Editor(a) Responsável: Francinaide de Lima Silva Nascimento/Rafael Hernandez Damascena dos Passos

Pareceristas *Ad Hoc*: PARECERISTA A E PARECERISTA B



Recibido 05 de janeiro de 2024

Aceito: xx de xx de 2024

Publicado: xx de xx de 2024

