



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

MARIA DO CÉU DE SENA MOURA

MODELO DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA
INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DA AMAZÔNIA

Linha de Pesquisa: Manejo e Dinâmica de Recursos Naturais
Área de Concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas

BOA VISTA, RR
2025

MARIA DO CÉU DE SENA MOURA

MODELO DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA
INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DA AMAZÔNIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Roraima, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais (Recursos Naturais). Linha de Pesquisa: Manejo e Dinâmica de Recursos Naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Geórgia Patrícia da Silva Ferko.

Coorientadores:

Prof. Dr. Marcos Felipe Falcão Sobral
Prof. Dr. Pedro Alves da Silva Filho

BOA VISTA, RR
2025

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

M929m Moura, Maria do Céu de Sena.

Modelo de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos para Instituições de Ensino Superior da Amazônia / Maria do Céu de Sena Moura. – Boa Vista, 2025.

211 f. : il. Inclui Apêndices e Anexos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Geórgia Patrícia da Silva Ferko.

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Felipe Falcão Sobral.

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Alves da Silva Filho.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Roraima. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT).

1. Educação ambiental. 2. Economia circular. 3. Coleta seletiva. 4. Reciclagem. 5. Desenvolvimento sustentável. I. Título. II. Ferko, Geórgia Patrícia da Silva (orientadora). III. Sobral, Marcos Felipe Falcão (coorientador). IV. Silva Filho, Pedro Alves da (coorientador).

CDU (2. ed.) 628.4(811)

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária/Documentalista (UFRR):
Maria de Fátima Andrade Costa - CRB-11/453-AM

MARIA DO CÉU DE SENA MOURA

MODELO DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DA AMAZÔNIA

Tese apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Doutorado em Recursos Naturais (Ciências Ambientais) da Universidade Federal de Roraima, defendida em 30 de julho de 2025 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **GEORGIA PATRICIA DA SILVA FERKO**
Data: 13/08/2025 18:24:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Geórgia Patrícia da Silva Ferko
Orientadora - Universidade Federal de Roraima – UFRR

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS FELIPE FALCAO SOBRAL**
Data: 13/08/2025 18:15:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Felipe Falcão Sobral
Coorientador – Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. Pedro Alves da Silva Filho
Coorientador – Universidade Federal de Roraima – UFRR

Prof. Dr. Ruben Eurico da Cunha Pessoa
Membro – Universidade Federal de Roraima – UFRR

Prof. Dr. Fábio Luiz Wankler
Membro – Universidade Federal de Roraima – UFRR

Documento assinado digitalmente
 **LENA SIMONE BARATA SOUZA**
Data: 12/08/2025 20:50:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Lena Simone Barata Souza
Membro – Universidade Federal de Roraima – UFRR

Documento assinado digitalmente
 **FRANCIELE OLIVEIRA CAMPOS DA ROCHA**
Data: 13/08/2025 11:07:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Franciele Oliveira Campos da Rocha
Membro – Universidade Federal de Roraima – UFRR

Documento assinado digitalmente
 **ELIZETE CELESTINO HOLANDA**
Data: 13/08/2025 12:41:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Elizete Celestino Holanda
Membro – Universidade Federal de Roraima – UFRR

À Deus por direcionar todo caminho percorrido. Ao meu marido Senaquerib, companheiro fiel em todos os momentos. Aos meus filhos amados Virgínia e João Felipe minhas inspirações.

AGRADECIMENTOS

Durante quatro anos, sonhei com o momento de redigir este texto, pois considero a gratidão um dos sentimentos mais nobres do ser humano.

Agradeço a Deus pela minha vida, por guiar meus pensamentos e atitudes ao longo de toda esta jornada. Minha fé foi o alicerce que me permitiu acreditar no impossível e superar os obstáculos que surgiram durante o processo de aprendizagem.

Ao meu marido, Senaquerib Ferreira Moura, sou profundamente grata por tê-lo ao meu lado. Seu apoio incondicional, incentivo constante e dedicação à nossa família foram fundamentais para que eu pudesse me dedicar aos estudos. O êxito deste trabalho é também dele, pois esteve comigo em todos os momentos, durante o período de muita dedicação aos estudos dos componentes curriculares e nas pesquisas de campo. Além disso, assumiu responsabilidades em nosso lar para que eu pudesse avançar. Esta vitória é nossa!

Aos meus filhos, Virgínia de Sena Moura, minha primogênita e amiga de todas as horas, e João Felipe de Sena Moura, meu tesouro e razão de viver, agradeço por compreenderem meus momentos de ausência dedicados aos estudos e à escrita da tese. Foram muitos desafios ao longo desses anos, e, em vários momentos, pensei que não iria conseguir. No entanto, olhar para vocês me dava a coragem e a disciplina que precisava. Busquei ser exemplo de resiliência para vocês, e foi essa motivação que me impulsionou a vencer os obstáculos.

Ao meu pai, João Batista de Medeiros (*in memoriam*), sei que, onde quer que esteja, se alegra com as minhas conquistas. À minha mãe, Josefa de Sena Medeiros (*in memoriam*), que a vida não permitiu que eu a conhecesse, agradeço por ter me dado a vida, meu maior dom. Ao meu tio Miguel Higino por fazer parte de minha trajetória e por ser exemplo de vida para mim, sua influência revelou que apenas a educação transforma vidas. À minha irmã Irla querida e ao meu afilhado Gabriel pelo apoio constante ao longo dessa caminhada. À minha prima e amiga Taciana Higino, por compartilhar seus conhecimentos e ser um suporte importante neste momento ímpar de minha de vida.

À Universidade Federal de Roraima (UFRR), ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT), especialmente aos Coordenadores e Professores pelo compromisso com um ensino de qualidade.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Geórgia Patrícia da Silva Ferko, por me acolher como orientanda, gerir o meu plano de estudos e me orientar em todos os momentos da pesquisa. Sua confiança e dedicação me permitiram trilhar esse caminho com autonomia e segurança. Uma profissional incrível que merece todo meu reconhecimento. Aos meus coorientadores, Prof. Dr.

Marcos Felipe Falcão Sobral e Prof. Dr. Pedro Alves da Silva Filho, sou grata pelo apoio, generosidade, atenção, tempo dedicado e valiosas orientações, às quais foram essenciais para o planejamento e execução desta pesquisa.

À Prof.^a Dra. Meire Joisy Almeida Pereira e ao Prof. Dr. Fábio Luiz Wankler, pelo incentivo, confiança e disponibilidade. Aos professores Dr. Marcos José Salgado Vital, Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa e Profa. Dra. Franciele Oliveira Campos da Rocha, agradeço a oportunidade de tê-los como mestres, pois ampliaram minha visão e contribuíram significativamente para o delineamento desta pesquisa.

Aos estimados membros da banca examinadora, manifesto minha profunda gratidão pela dedicação de vosso tempo e pelo conhecimento empregado na avaliação desta tese, bem como pelas contribuições oferecidas para o aprimoramento deste trabalho.

Ao Professor Dr. Pedro Alves da Silva Filho e à Engenheira Civil Ariane Amorim, por me ensinarem a técnica de ensaio de quarteamento para caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos, compartilharam seus conhecimentos, tornando possível a execução deste estudo.

Aos estudantes do Programa de Educação Tutorial (PET) dos cursos de Secretariado Executivo, Ciências Contábeis, Direito, Economia e Administração do CADECON - UFRR, sob a supervisão da Prof.^a Geórgia Ferko, sou grata pela colaboração e dedicação durante os ensaios de quarteamento e coleta de dados em campo.

Aos amigos que colaboraram na pesquisa de campo, especialmente durante os ensaios de quarteamento, agradeço a parceria e coragem diante das condições desafiadoras do trabalho. Minha eterna gratidão a Eliane Maria, Carlos Alberto Oliveira, Leide Daiane Chaves, Lillian Boesing, Nathyelle Lima, Victor Samuel, Oton Melo e Professora Franciele Rocha.

À minha amiga Prof.^a Dra. Maria Ivone Alves da Silva, pelo apoio incondicional em todos os momentos. Aos amigos Prof.^a Dra. Régia Chacon Pessoa e Reginaldo Lima, e a todos os meus amigos queridos agradeço o apoio, as conversas e os sorrisos que tornaram esta jornada mais leve.

Às Instituições de Ensino Superior de Roraima e seus gestores — Universidade Federal de Roraima (Prof. Dr. Geraldo Ticianeli), Instituto Federal de Roraima (Prof.^a Joseane de Souza Cortez) e Faculdade Claretiano (Padre Josemar), agradeço por autorizarem a realização da pesquisa durante todas as fases.

À Universidade Federal de Pernambuco, ao Departamento de Ciências Administrativas (DCA) e ao Curso de Secretariado Executivo da UFPE, pelo apoio e pela concessão da licença

capacitação, fundamental para a conclusão deste curso. Em especial, agradeço a Prof.^a Yákara Vasconcelos, ao Professor Guilherme Lima e à Prof.^a Simone Dias.

À minha amiga Mariana Cunha, com quem compartilhei esta caminhada, agradeço a parceria e apoio mútuo, mesmo nos momentos mais difíceis. Aos colegas de 2021, agradeço a colaboração, amizade e respeito que sempre prevaleceram em nossa convivência.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para o êxito desta trajetória. O suporte e o incentivo recebidos foram essenciais para que eu lograsse êxito nesta jornada do conhecimento.

Consagre ao Senhor tudo o que você faz,
e os seus planos serão bem-sucedidos.
Provérbios 16:3.

RESUMO

As Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham um papel fundamental na promoção de práticas sustentáveis e na formação de cidadãos ambientalmente conscientes. No entanto, ainda enfrenta desafios relevantes na gestão de resíduos sólidos, especialmente em contextos amazônicos, como é o caso de Boa Vista, Roraima. Este estudo teve como objetivo geral propor um modelo de gestão de resíduos sólidos para IES. Os objetivos específicos foram: a) analisar as práticas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos nas IES; b) caracterizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos nos Campi Paricarana, Cauamé e Murupu da Universidade Federal de Roraima; c) elaborar um modelo de gestão de resíduos sólidos para IES. A pesquisa foi conduzida em três fases, utilizando abordagem qualiquantitativa. Na primeira fase, avaliou-se a gestão de resíduos em três IES, sendo as IES I e II públicas e III privada, por meio de entrevistas presenciais, abordando cinco domínios: reciclagem, tratamento de resíduos orgânicos, redução do uso de papel e plástico, manejo de resíduos inorgânicos e tratamento de resíduos tóxicos. Os resultados indicaram que a IES II obteve o melhor desempenho geral ($p=0,012$), destacando-se no domínio de reciclagem, sendo a única a implementar programa de coleta seletiva (escore=150, $p<0,001$). Nenhuma das IES tratava resíduos orgânicos, e apenas as públicas realizavam desmaterialização administrativa. Nos domínios de resíduos inorgânicos e tóxicos, IES II e IES III apresentaram comportamentos semelhantes (escore = 300), e todas as instituições terceirizavam a coleta de resíduos perigosos. Na segunda fase, aplicou-se a técnica de quarteamento para análise da composição dos resíduos. No Campus Paricarana, predominou a matéria orgânica, especialmente no restaurante universitário (mediana: 65,63%). O Campus Cauamé apresentou segregação e destinação adequada dos resíduos orgânicos do restaurante, prática ausente nos demais centros. Resíduos perigosos foram encontrados misturados aos resíduos comuns nos campi Paricarana e Cauamé. No Campus Murupu, prevaleceram resíduos de poda e matéria orgânica, com potencial de compostagem ainda não explorado. A geração *per capita* (~0,022 kg/hab.dia) e o peso específico dos resíduos foram homogêneos entre os campi, sem diferenças estatísticas relevantes. Nos três Campi ficou evidente o volume de resíduos recicláveis enviados ao aterro sanitário, todos com potencial para coleta seletiva. Na terceira fase, com base no diagnóstico, na legislação vigente e na literatura, foi desenvolvido o GERESI, um modelo escalável que integra educação ambiental, economia circular, segregação na fonte, coleta seletiva e avaliação por indicadores. A análise estatística utilizou k-means e ANOVA para identificar padrões institucionais e subsidiar estratégias de gestão diferenciadas. Os processos foram modelados em BPMN 2.0, promovendo padronização e melhores práticas. Os resultados evidenciam que as principais fragilidades na gestão de resíduos sólidos das IES analisadas estão relacionadas à baixa capacitação dos profissionais e à insuficiência de ações de educação ambiental, refletidas nos baixos índices de conhecimento institucional. Observou-se predominância de rejeitos, baixa eficiência na segregação de recicláveis e tratamento inadequado de resíduos perigosos, comprometendo a conformidade legal. O modelo proposto apresenta fluxos viáveis, de baixo custo, e indicadores relevantes para aprimorar a gestão de resíduos sólidos nas IES.

Palavras-chave: Educação ambiental. Economia Circular. Coleta Seletiva. Reciclagem. Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Higher Education Institutions (HEIs) play a fundamental role in promoting sustainable practices and in shaping environmentally conscious citizens. However, they still face significant challenges in solid waste management, especially in Amazonian contexts such as Boa Vista, Roraima. This study aimed to propose a solid waste management model for HEIs. The specific objectives were: a) to analyze the management practices and handling of solid waste at HEIs; b) to characterize the gravimetric composition of solid waste at the Paricarana, Cauamé, and Murupu campuses of the Federal University of Roraima; and c) to develop a solid waste management model tailored for HEIs. The research was conducted in three phases, employing a mixed-methods approach. In the first phase, waste management practices were assessed at three HEIs, two public and one private, through in-person interviews addressing five domains: recycling, organic waste treatment, reduction of paper and plastic use, inorganic waste management, and hazardous waste treatment. The HEI 2 achieved the highest overall performance ($p=0.012$), particularly excelling in recycling as the only institution to implement a selective collection program (score=150, $p<0.001$). None of the HEIs treated organic waste, and only the public institutions undertook administrative dematerialization. In the domains of inorganic and hazardous waste, HEI 2 and HEI 3 exhibited similar behaviors (score = 300), and all institutions outsourced hazardous waste collection. In the second phase, the quartering technique was applied to analyze waste composition. At the Paricarana Campus, organic matter predominated, especially in the university restaurant (median: 65.63%). The Cauamé Campus demonstrated proper segregation and disposal of organic waste from the restaurant, a practice not observed in other centers. Hazardous waste was found mixed with common waste at both Paricarana and Cauamé campi. At the Murupu Campus, pruning waste and organic matter prevailed, with composting potential yet to be explored. Per capita waste generation (~ 0.022 kg/person.day) and specific weight were homogeneous across campuses, with no statistically significant differences. All three campuses showed substantial amounts of recyclable waste being sent to landfills, despite their potential for selective collection. In the third phase, based on the diagnostic assessment, current legislation, and literature, the GERESI was developed. This is—a scalable model integrating environmental education, circular economy, source segregation, selective collection, and indicator-based evaluation. Statistical analysis employed k-means clustering and ANOVA to identify institutional patterns and support differentiated management strategies. Processes were modeled using BPMN 2.0, ensuring standardization and best practices. The findings reveal that the main weaknesses in solid waste management at the analyzed HEIs are linked to insufficient professional training and a lack of environmental education initiatives, as reflected in low institutional knowledge levels. There was a predominance of residual waste, low efficiency in recyclable segregation, and inadequate handling of hazardous waste, compromising legal compliance. The proposed model offers feasible, low-cost workflows and relevant indicators to enhance solid waste management at HEIs.

Keywords: Environmental education. Circular economy. Selective collection. Recycling. Sustainable development.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO GERAL.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos.....	16
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
1.3	METODOLOGIA.....	19
1.3.1	Aspectos Éticos.....	22
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
2	ARTIGO 1 - PERCEPÇÃO DOS TRABALHADORES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR NA REGIÃO AMAZÔNICA DO BRASIL....	24
2.1	ARTIGO 1 – VERSÃO PUBLICADA NA REVISTA WASTE MANAGEMENT BULLETIN.....	45
3	ARTIGO 2 - CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR, AMAZÔNIA SETENTRIONAL.....	55
3.1	ARTIGO 2 - SUBMISSÃO DO ARTIGO CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR, AMAZÔNIA SETENTRIONAL À REVISTA	80
3.2	ARTIGO 2 - NORMAS DA REVISTA INTERNACIONAL	81
4	ARTIGO 3 - MODELO INTEGRADO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (GERESI): UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL BASEADA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E NOS PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR.....	82
4.1	ARTIGO 3 - NORMAS DA REVISTA INTERNACIONAL	113
5	CONCLUSÃO.....	114
	REFERÊNCIAS.....	117
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	120
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO.....	123
	APÊNDICE C – FORMULÁRIO.....	124
	APÊNDICE D – CARTA DE ANUÊNCIA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA.....	125
	APÊNDICE E – CARTA DE ANUÊNCIA INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA.....	126
	APÊNDICE F – CARTA DE ANUÊNCIA FACULDADE CLARETIANO.....	127
	APÊNDICE G – ARTIGO A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA AMAZÔNIA.....	128
	APÊNDICE H – ARTIGO CULTURA E RECURSOS NATURAIS	129
	APÊNDICE I –ARTIGO TÓPICOS EM GEOGRAFIA I.....	130
	APÊNDICE J – ARTIGO GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS...	131
	APÊNDICE K – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ANÁLISES GRAVIMÉTRICAS.....	132
	APÊNDICE L – SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA IES.....	207

ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA NA PLATAFORMA BRASIL.....	210
--	------------

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da exploração dos recursos naturais tem sido observado nas últimas décadas. Diante das pressões da sociedade e da necessidade de adequação à legislação em vigor, o tema da sustentabilidade ambiental emerge, passando a integrar as agendas políticas dos gestores dos setores públicos e privados (Araújo; Aquino, 2024).

Nessa direção, Leff (2015) afirma que a degradação ambiental surge como uma crise civilizatória ocasionada pela sobreposição da racionalidade econômica e tecnológica sobre a organização do meio natural, desencadeando a necessidade de acompanhar o desempenho dos países na definição de políticas públicas, bem como gestores comprometidos com o meio ambiente. Assim, no âmbito das discussões acerca da sustentabilidade ambiental, a elevada geração de resíduos sólidos tem ganhado destaque na gestão governamental no Brasil e no mundo.

Observa-se que o agravamento da geração dos resíduos sólidos decorre de fatores sociais que compreendem desde o aumento populacional, com grandes concentrações em centros urbanos, e mudanças nos hábitos de consumo, até os avanços tecnológicos. Destacam-se, ainda, as transformações advindas da tecnologia da informação e da automação industrial, além do crescimento econômico, culminando com o advento da globalização (Santaella *et al.*, 2014).

Consequentemente, todos esses fatores que ocasionaram o aumento da geração de resíduos sólidos trouxeram graves problemas para as cidades, incluindo desafios para a gestão pública, tais como o tratamento e destinação do lixo. O descarte inadequado de resíduos provoca a proliferação de animais vetores de doenças e a obstrução dos sistemas de drenagem pluvial urbana, gerando caos em períodos chuvosos, enchentes constantes, contaminação do solo e da água pelo chorume – também conhecido por líquido percolado ou lixiviado, líquido poluente, de cor escura e odor nauseante, originado dos processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos orgânicos e metais pesados – além de causar, consequentemente, morte de animais e emissão de odores desagradáveis (Silva; Bessa, 2022).

No Brasil, a Lei nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e o Decreto nº 10.936/2022 regulamentou sua aplicação. Essas normas estabelecem atribuições aos geradores e ao poder público, contemplando a gestão dos resíduos sólidos desde a geração até as etapas de coleta, transporte, tratamento e disposição ambientalmente adequada (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Além disso, o Decreto nº 9.178/2017 estabelece critérios, práticas e diretrizes para promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica, fundacional e por empresas estatais dependentes; institui, ainda, a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública (CISAP).

No contexto do estado de Roraima, localizado no extremo Norte do Brasil, onde esta pesquisa foi desenvolvida, o governo estadual promulgou a Lei nº 416, de 14 de janeiro de 2004, que dispõe sobre a Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, antecipando-se à vigência da PNRS em 2010 (Roraima, 2004). No âmbito municipal, em Boa Vista, capital do estado, a Lei municipal nº 2.004, de 12 de julho de 2019, sanciona a implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos na cidade, por meio do Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos (Boa Vista, 2019).

Apesar do Estado de Roraima e da capital Boa Vista terem leis que autorizam a implementação de planos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, estudos apontam que, na cidade de Boa Vista, há uma ausência total de política pública efetiva e sistematizada em relação à coleta seletiva dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), reproduzindo o panorama observado em muitas cidades brasileiras, nas quais os locais de destinação final dos RSU são verdadeiros lixões a céu aberto. A problemática se agrava pela inexistência, a médio e longo prazo, de medidas efetivas que minimizem os impactos causados pela atual disposição dos resíduos gerados, tornando o gerenciamento dos RSU insustentável nos parâmetros econômico, ambiental e social (Scacabarossi; Périco, 2014).

Destarte, a gestão de resíduos sólidos no estado de Roraima, tem se consolidado como objeto central de estudos que evidenciam a complexidade dos desafios ambientais, considerando os diferentes contextos socioterritoriais. Nesta direção, Silva *et al.*, (2020), ao abordar a gestão integrada de resíduos sólidos na comunidade indígena Malacacheta, destaca o envolvimento social e a construção coletiva na elaboração de soluções para comunidades específicas, enfatizando a necessidade de políticas e práticas adaptadas às realidades locais e ao protagonismo das populações indígenas. Assim, essa perspectiva dialoga com o trabalho de Magalhães Neto *et al.*, (2024), que explora o papel da educação ambiental no gerenciamento dos resíduos na comunidade Vila Vilhena, Bonfim, ressaltando que ações educativas são fundamentais para fomentar práticas de redução, reutilização e reciclagem, ampliando a conscientização e o engajamento da população local pela sustentabilidade.

Por sua vez, Gomes *et al.*, (2017) também evidenciam as limitações e desafios da coleta seletiva em Boa Vista, apontando para a predominância de iniciativas que se mantêm, em

grande parte, no âmbito da “utopia” devido à falta de integração entre educação ambiental, infraestrutura e políticas públicas efetivas.

Diante do exposto, nota-se que a Administração Pública cumpre um papel relevante na promoção da sustentabilidade ambiental, tendo a atribuição de elaborar políticas públicas e a função de normatizar e fiscalizar os atos realizados por entidades públicas e privadas. Contudo, apenas normatizar e fiscalizar não é suficiente, visto que requer o envolvimento ativo dos gestores públicos, sendo exemplo na implementação da gestão dos resíduos sólidos.

Ademais, considerando a importância da gestão dos resíduos sólidos para a gestão ambiental, o governo brasileiro instituiu, em 1999, a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), programa do Ministério do Meio Ambiente com o objetivo de rever padrões de consumo e adotar novas referências em busca da sustentabilidade socioambiental, incentivando instituições públicas das três esferas – federal, estadual e municipal – e dos três poderes – Executivo, Legislativo e Judiciário – a implementarem práticas de sustentabilidade (Brasil, Ministério do Meio Ambiente, 2023).

Nesse contexto, destacam-se as Instituições de Ensino Superior (IES), as quais, além de serem geradoras de resíduos de diversos tipos, desempenham papel fundamental nas dimensões social, econômica e tecnológica. Sua missão é formar profissionais preparados para o mercado de trabalho nas mais variadas áreas do conhecimento, buscando soluções para problemas sociais diversos. Portanto, o envolvimento ativo das IES na gestão dos resíduos sólidos se integra à sua função central enquanto instituições formadoras, pois parte da premissa de constituir uma comunidade universitária comprometida com a sustentabilidade em suas dimensões social, ambiental, econômica, política e cultural (Conto, 2010).

Como geradoras de resíduos, as IES consomem recursos e produzem grandes quantidades de resíduos em atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração. Isso abrange o consumo de água, energia e substâncias químicas, além da produção expressiva de resíduos sólidos, majoritariamente recicláveis, a exemplo de plásticos, papeis e demais itens. Em seus restaurantes, produzem resíduos do tipo doméstico, além de resíduos perigosos, como hospitalares, químicos, pesticidas e radioativos (Owojori *et al.*, 2020).

Uma das grandes necessidades das IES, considerando suas especificidades, é a implementação de um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos, que utilize de maneira integrada e contínua, técnicas modernas proporcionando treinamento aos profissionais e sensibilizando todos os envolvidos no desenvolvimento institucional para melhorar a gestão dos resíduos sólidos (Fagnani; Guimarães, 2017).

As universidades constituem ambientes propícios para o desenvolvimento, teste e implementação de estratégias visando à transformação de diferentes contextos sociais. Historicamente, o setor educacional lidera processos de inovação e mudança social, dada sua capacidade de formular políticas, mobilizar comunidades, criar infraestrutura e direcionar recursos para bens e serviços específicos. Além disso, formam futuros cidadãos críticos e utilizam seus *campi* como espaços para modelar e experimentar novas ideias (Mann *et al.*, 2021).

No estudo de Rissato *et al.*, (2018), são apresentados índices de adesão ao Plano de Logística Sustentável (PLS) de gestão de resíduos sólidos em universidades federais por região: Centro-Oeste (80%), Sul (72%), Norte (60%), Nordeste (50%) e Sudeste (47%). A pesquisa revela que cerca de 55% das Universidades Federais já implantaram o PLS e, conseqüentemente, o gerenciamento de resíduos sólidos, conforme preconiza o Decreto nº 9.178/2017. Esses dados refletem a mobilização das universidades na promoção de ações de sustentabilidade e gestão dos resíduos sólidos.

No âmbito internacional, Budihardjo *et al.*, (2021) observaram que a adoção de estratégias eficazes para o gerenciamento de resíduos sólidos em ambientes universitários favorece a sustentabilidade do campus, em razão do impacto significativo das atividades acadêmicas e administrativas sobre o consumo de energia e água.

No contexto local, na esfera do Judiciário, o Tribunal de Justiça de Roraima implementou o Plano de Gestão de Resíduos do Poder Judiciário, conforme Portaria nº 09, de 22 de abril de 2020, tendo como objetivo estratégico estabelecer um método eficiente e racional para o manejo e destinação dos resíduos gerados pela instituição (TJRR, 2020).

O município de Boa Vista executa o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Entre as ações implementadas pela Prefeitura destacam-se o descarte adequado de resíduos da construção civil e da saúde, a coleta seletiva em diversos pontos urbanos e a construção do primeiro ecoponto, destinado ao descarte de resíduos para reciclagem. Além disso, estão sendo realizados treinamentos com representantes dos segmentos sociais geradores de resíduos (Boa Vista, 2023).

Diante desses exemplos, observa-se que, no estado de Roraima, já existem instituições públicas executando planos de gestão de resíduos sólidos com o intuito de evitar a degradação ambiental e fazer cumprir o que estabelece a PNRS. Entretanto, apesar das diversas iniciativas do setor público e de educação para criar ambientes saudáveis e sustentáveis, há uma lacuna perceptível no desenvolvimento de ferramentas para monitoramento e benchmarking dos planos de gestão de resíduos sólidos (Mann; Kwon *et al.*, 2021).

Nesse contexto, considerando as implicações resultantes da gestão inadequada dos resíduos sólidos, este estudo teve como objetivo responder às seguintes questões de pesquisa: Quais modelos de gestão de resíduos sólidos, a partir das diretrizes da Lei nº 12.305/2010, estão sendo utilizados em instituições de ensino superior? Qual modelo é adequado para permitir uma avaliação sistemática e periódica da gestão dos resíduos sólidos gerados pelas IES em Roraima?

Partiu-se das seguintes hipóteses:

Hipótese 1: as práticas de gestão dos resíduos sólidos das IES são incipientes e não coordenadas, pela ausência de integração das ações;

Hipótese 2: não existe padronização por parte dos órgãos fiscalizadores e reguladores do município quanto ao cumprimento legal para o gerenciamento dos resíduos produzidos em atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Em síntese, em razão do exposto, buscou-se afirmar que o gerenciamento de resíduos sólidos nas IES não é sustentável diante das exigências da Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022, visto que as responsabilidades do agente gerador não estão sendo plenamente cumpridas.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um modelo de gestão de resíduos sólidos para ser utilizado em Instituições de Ensino Superior.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar como as instituições de ensino superior realizam o gerenciamento dos resíduos sólidos.
- b) Caracterizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos na Universidade Federal de Roraima, nos Campi: Paricarana, Cauamé e Murupu.
- c) Elaborar um modelo de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos para Instituições de Ensino Superior.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este estudo justificou-se pela relevância ambiental, pois a problemática abrange os paradoxos existentes entre as preocupações e demandas urbanas dos municípios, as limitações

para a implantação e efetivação da PNRS na cidade de Boa Vista e as implicações à paisagem urbana da capital em relação à gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados.

A ausência do estabelecimento de parâmetros mínimos que considerem aspectos socioambientais aceitáveis no trato da problemática dos RSU gerados na capital do estado de Roraima agrava as consequências no ambiente urbano. Constatou-se que o serviço de coleta regular dos RSU, dos entulhos e a varrição de ruas e avenidas foi o máximo que a atual e as gestões anteriores puderam realizar quanto ao tratamento e à destinação dos RSU na capital, sendo a disposição final ambientalmente adequada dos RSU o principal problema socioambiental da cidade de Boa Vista (Scacabarossi, 2018).

A implementação de padrões sustentáveis para os materiais resultantes do pós-consumo, como destinação final ambientalmente adequada, responsabilização dos geradores, coleta seletiva, consumo consciente, reciclagem e preservação do patrimônio ambiental urbano, representa proposições ainda distantes de seu efetivo cumprimento em Boa Vista, sendo a gestão e o gerenciamento dos RSU uma das maiores problemáticas. De fato, Boa Vista sequer avançou para a etapa da efetivação dos aterros sanitários controlados, gerando inúmeras consequências sociais e ambientais (Scacabarossi, 2018).

O processo de implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n.º 12.305/2010 e pelo Decreto n.º 10.936/2022, tem demandado esforço e coordenação entre os diversos setores governamentais e da sociedade. O Decreto n.º 10.936/2022 responsabiliza o poder público, o setor empresarial e a sociedade pela efetividade das ações destinadas a assegurar a observância da PNRS (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Entretanto, a ineficácia de inúmeras ações e o descumprimento da PNRS explicam a ausência de gestão adequada dos RSU em Boa Vista, evidenciada pelo seu aterro sanitário municipal, que opera como um lixão a céu aberto numa área de expansão urbana. Dessa forma, as precárias condições sanitárias desse local configuram-se como um dos principais problemas ambientais do estado de Roraima (Gomes *et al.*, 2017).

A relevância institucional deste estudo dar-se pela sua aplicação no âmbito das universidades, cujos problemas relacionados aos resíduos gerados não são apenas físicos, químicos ou biológicos, mas também comportamentais e de gestão acadêmica. Nessas instituições, mudanças comportamentais da comunidade acadêmica (administradores, docentes, discentes, colaboradores, fornecedores, terceirizados e locadores de espaço), além da integração das diferentes áreas do conhecimento, são fundamentais para a adoção de políticas ambientais e, conseqüentemente, para a solução de conflitos ambientais. Como instituições responsáveis pela produção, socialização do conhecimento e formação de recursos humanos, as

universidades devem também dar exemplo, produzindo, socializando e formando cidadãos comprometidos com o respeito ao meio ambiente (Conto, 2010).

Quanto à relevância econômica, este estudo se justificou pelo fato de que os resíduos gerados nas IES demandam um modelo próprio de gestão; ao invés de serem destinados diretamente aos aterros sanitários municipais, podem gerar emprego e renda para a comunidade.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) apresenta dados sobre a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil em 2022. A pesquisa demonstra que a quantidade de resíduos atingiu aproximadamente 81,8 milhões de toneladas, equivalendo a 224 mil toneladas diárias. Assim, cada brasileiro produz em média, 1,043 kg de resíduos por dia (ABRELPE, 2022).

Diante do exposto, a implementação de um modelo de gestão de resíduos sólidos em IES se faz necessária frente às questões ambientais, econômicas e sociais, pois, como geradoras de resíduos, essas instituições precisam se adequar à PNRS e, com isso, contribuir para a redução da degradação ambiental, tendo como princípios básicos do gerenciamento: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A escolha das IES como campo de estudo justificou-se por seu relevante papel social na promoção da educação ambiental. De acordo com a Declaração de *Talloires*, entre as cartas de compromisso universitário mais influentes globalmente, destaca-se a importância de se estabelecer uma cultura de sustentabilidade e de formar cidadãos ambientalmente responsáveis a partir da prática da sustentabilidade no cotidiano do campus, na pesquisa, no ensino e nas relações com a sociedade (Bizerril; Rosa; Carvalho, 2018).

Ademais, este estudo revestiu-se de relevância acadêmica e social, pois sua contribuição teórica e metodológica ampliou o entendimento acerca da composição, elaboração e implementação de uma gestão de resíduos sólidos adequada às IES com base na PNRS. Além disso, destacou-se como estímulo aos pesquisadores e à participação estudantil, ao envolver jovens cidadãos das IES, que adquirem práticas de sustentabilidade fundamentais para seu percurso de vida (Cirrincione *et al.*, 2022). Estes estudantes, ao concluir a graduação, tornar-se-ão agentes de transformação nas organizações onde atuarem.

Nesse sentido, estudos pioneiros em algumas instituições brasileiras, como o modelo de gestão de resíduos sólidos para a Universidade de Caxias do Sul, a partir da análise das atividades, evidenciou a importância da integração dos setores acadêmico e administrativo, permitindo demonstrar as relações entre a equipe técnica da área ambiental e as áreas de contabilidade, compras, jurídico, Reitoria, Fundação, Prefeitura Universitária, comunicação,

dentre outros. Constatou-se que a geração de resíduos nas universidades é inerente ao desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão, de modo que a adoção de técnicas, tecnologias e procedimentos ambientais depende da complexidade dessas atividades e dos resíduos gerados (Conto *et al.*, 2010).

Inserido nesse contexto, o estudo sobre Gestão de Resíduos na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) abordou a implantação de um sistema de gestão ambiental orientado estrategicamente pela universidade, que tem compromisso com o desenvolvimento regional, com a transdisciplinaridade e com a educação ao longo da vida. A UNISINOS tinha como objetivo atender aos requisitos da ISO 14001:2004 e, conforme o estudo de caso, implantou um modelo de gestão de resíduos sólidos capaz de minimizar tanto a geração de resíduos quanto os custos, observando critérios ambientais (Gomes, 2010).

Dessa forma, a partir de estudos anteriores, compreende-se que a relevância social e acadêmica se manifesta ao constatar que, a partir da gestão de resíduos em universidades, estabelece-se uma complexa relação entre a heterogeneidade de resíduos, a gestão acadêmica e as mudanças comportamentais. Os estudos permitiram observar como as universidades estruturam suas políticas ambientais, de que maneira manifestam compromisso com o meio ambiente, como contemplam a sustentabilidade no planejamento estratégico e como lidam com as relações entre gestão acadêmica e responsabilidade socioambiental (Conto, 2010).

1.3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para esta tese consistiu em pesquisa exploratória qualiquantitativa, com o objetivo de responder à questão central de pesquisa: desenvolver um modelo de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos para IES. Para tanto, foi estruturada em três objetivos específicos a saber: a) Analisar como as instituições de ensino superior realizam o gerenciamento dos resíduos sólidos; b) Caracterizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos na Universidade Federal de Roraima, nos Campi: Paricarana, Cauamé e Murupu. Elaborar um modelo de Gestão de Resíduos Sólidos para Instituições de Ensino Superior.

O primeiro estudo consistiu na investigação da percepção dos trabalhadores sobre a gestão de resíduos sólidos em IES localizadas no município de Boa Vista, no estado de Roraima. Participaram três instituições mediante anuência formal, representando diferentes naturezas jurídicas: universidade pública federal, instituto federal público e faculdade privada. Foram coletadas informações sobre docentes, discentes, corpo administrativo e oferta de cursos, visando contextualizar a estrutura organizacional de cada IES.

Desta forma, a coleta de dados foi realizada por meio de formulário que abordava a percepção do entrevistado sobre como as IES realizavam a gestão de resíduos sólidos. As entrevistas ocorreram de outubro a dezembro de 2023, presencialmente, no local de trabalho dos respondentes, após a abordagem e consentimento do entrevistado. Cada entrevista durou cerca de 15 minutos.

A escolha pelo instrumento formulário e realização de entrevista presencial deu-se para que houvesse uma interação pesquisador-respondente, visando esclarecer todos os termos técnicos existentes na pesquisa. Foram entrevistados um total de 147 sujeitos foram entrevistados em três IES.

O roteiro de pesquisa contemplou questões voltadas à gestão de resíduos sólidos, estruturadas a partir das categorias e indicadores propostos pela *UI Greenmetrics*, adaptados às diretrizes da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). Ao todo, foram consideradas cinco categorias de análise e 23 indicadores relacionados a programas de reciclagem, tratamento de resíduos orgânicos, redução do consumo de papel e plástico, tratamento de resíduos inorgânicos e manejo de resíduos tóxicos.

Para mensuração do desempenho, cada indicador foi pontuado com base no grau de implementação nas IES, convertendo percentuais de atendimento em escores quantitativos. Foi conduzida análise de escalonamento multidimensional no software SPSS® (versão 18.0) para verificar padrões de similaridade e dissimilaridade entre as instituições. Esse procedimento permitiu identificar pontos críticos e potencialidades em cada domínio avaliado.

No segundo estudo foram realizadas as análises e a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos da UFRR. Em cada ponto de coleta, foram realizados três ensaios de quarteamento, adotando como critério de inclusão a coincidência dos dias de coleta com os dias alternados e programados para o recolhimento dos resíduos pela prefeitura do município. Ao todo, foram realizados 60 ensaios de quarteamento, totalizando 73 horas de coleta ao longo de três meses.

Assim, nos três Campi: Paricarana (I), Cauamé (II) e Murupu (III), foram coletadas amostras em 100% dos pontos de coleta existentes. No Campus 1, localizado na zona urbana da cidade de Boa Vista, foram analisados 16 pontos de coleta. Já no Campus 2 e 3, ambos situados na área rural de Boa Vista, foram avaliados 3 e 1 pontos de coleta, respectivamente. A coleta dos resíduos sólidos para os ensaios de quarteamento e análises gravimétricas foram realizados durante o período seco.

Para execução dos ensaios de Quarteamento foram utilizados os seguintes materiais: quatro baldes de 0,06 m³, sacos pretos, pás, enxadas, lona plástica de proteção, balança

gravimétrica, além dos seguintes equipamentos de proteção individual (EPIs): luvas, máscaras, calça comprida e sapato fechado, como pode ser observado na figura (1) a seguir:

Figura 1 - Materiais utilizados nos Ensaio de Quarteamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A análise gravimétrica seguiu a NBR 10007/2004 (ABNT,2004), complementada por métodos descritos em trabalhos recentes da literatura científica. A técnica de ensaio de quarteamento permitiu identificar as tipologias de resíduos sólidos produzidos pela IES, calculando o peso específico e o índice de geração *per capita* de cada categoria.

Por fim, o terceiro artigo apresenta uma proposta de modelo de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos denominado Gestão e Educação em Resíduos para IES (GERESI). Foi elaborado, a partir de um amplo diagnóstico obtido nos dois estudos anteriores, conferindo ao modelo caráter aplicado e empiricamente fundamentado. Além disso, foi concebido para incorporar princípios da educação ambiental, fundamentos da economia circular e adequações na infraestrutura institucional.

O modelo inclui sete componentes estruturantes: i) promoção de processos educativos voltados à sustentabilidade; ii) integração de diretrizes da economia circular; iii) adaptação de espaços físicos para manejo e armazenamento adequado dos resíduos; iv) implantação de ecopontos para coleta seletiva; v) implementação de sistemas de compostagem para resíduos

orgânicos; vi) fortalecimento de parcerias com cooperativas de catadores; e vii) criação de um sistema de monitoramento contínuo a partir de indicadores de desempenho.

Ademais, foram utilizadas ferramentas de análise estatística descritiva e exploratória, organizadas no Microsoft Excel® e processadas no ambiente R (versão 4.5.0). Aplicados testes de normalidade (Shapiro–Wilk) para definição de procedimentos estatísticos adequados. A integração dos resultados qualitativos com os dados quantitativos permitiu validar o modelo sob a ótica técnica, socioambiental e gerencial.

Trata-se de um modelo escalável que tem como estrutura a educação ambiental (EA), separação na fonte, coleta seletiva, economia circular (EC), destinação e disposição ambientalmente adequadas, além da proposição de indicadores de avaliação.

Portanto, a sequência metodológica adotada nesta tese estabeleceu um fluxo lógico de investigação: diagnóstico das práticas de gestão existentes nas IES, caracterização gravimétrica quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos e elaboração e proposição de um modelo integrado e adaptável à realidade institucional.

1.3.1 Aspectos Éticos

Este estudo se utilizou de dados primários e secundários, o projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Roraima, mediante registro de Parecer nº 6.439.275, CAAE 7389.1023.2.0000.5302 em 20 de outubro de 2023 conforme Anexo A.

As IES e seus colaboradores/gestores foram convidados a participar da pesquisa e serão esclarecidos quanto aos termos da pesquisa referente ao tempo, objetivos do estudo por meio de assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme está descrito a seguir no apêndice A.

O processo de recrutamento dos sujeitos de pesquisa obedeceu, além dos critérios de inclusão e exclusão, o que consta a Norma Operacional 001/2013 3.4.1.8 do Ministério da Saúde e indicada pelo Comitê de Ética em Pesquisa. A abordagem foi realizada de maneira presencial.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A tese está estruturada em modelo compactado no formato de artigo, conforme preconiza a resolução nº 133/2025 do Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão (CEPE) da

Universidade Federal de Roraima (2025). O trabalho foi organizado em cinco seções, sendo a primeira composta desta introdução, que apresenta uma contextualização da problemática acerca da gestão dos resíduos sólidos, a questão de pesquisa, os objetivos geral e específicos, a justificativa e a metodologia adotada. Da segunda à quarta seção, são apresentados três artigos científicos, elaborados a partir dos objetivos específicos da tese e apresentados em versões em Língua Portuguesa e Inglesa, conforme as normas e exigências dos respectivos periódicos.

A segunda seção apresenta o primeiro artigo científico intitulado: *Workers perception of solid waste management in higher education institutions in the Amazon region of Brazil*. *Waste* foi publicado na revista internacional *Management Bulletin*, v. 3, p. 153-162, 2025. DOI 10.1016/j.wmb.2025.01.002, ScienceDirect/Elsevier, INSS 2949-7507, O valor do *CiteScore 2,9 (SCOPUS) Tracker* 2024, nova classificação CAPES Quadriênio 2025-2028: B-BOM (Q2), publicado no site: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949750725000021>. O estudo foi elaborado para atender o primeiro objetivo específico da tese que consistiu em: a) Analisar como as instituições de ensino superior realizam o gerenciamento dos resíduos sólidos.

Por conseguinte, a terceira seção traz o segundo artigo científico sob título: Análise da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos de uma Instituição de Ensino Superior da Amazônia, visou: b) Caracterizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos na Universidade Federal de Roraima, nos Campi: Paricarana, Cauamé e Murupu. Foi submetido à revista *Journal of Material Cycles and Waste Management* ISSN 1611-8227, encontra-se em situação de revisão.

Dando sequência, a quarta seção apresenta o terceiro artigo científico intitulado: Modelo Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos para Instituições de Ensino Superior (GERESI): Uma Abordagem Sustentável Baseada na Educação Ambiental e nos princípios da Economia Circular. Consistiu em: c) Elaborar um modelo de Gestão de Resíduos Sólidos para IES. Será submetido à revista *International Journal of Sustainability in Higher Education* INSS 1467-6370.

Por fim, a quinta seção apresenta a conclusão do estudo, seguido das referências, apêndices e anexos.

2 ARTIGO 1 - PERCEPÇÃO DOS TRABALHADORES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR NA REGIÃO AMAZÔNICA DO BRASIL

Maria do Céu de Sena Moura ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2439-2814>
Georgia Patrícia da Silva Ferko ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0020-6557>
Marcos Felipe Falcão Sobral ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4768-2622>
Pedro Alves da Silva Filho ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3897-4954>

RESUMO

As Instituições de Ensino Superior (IES) oferecem oportunidades promissoras para desenvolver estratégias e ações na gestão de RS. O objetivo do estudo foi analisar a percepção dos trabalhadores que atuam em IES de Boa Vista/Roraima sobre como suas instituições realizam a gestão e o gerenciamento dos RSs. Foram avaliadas as IES 1 e 2, (públicas) e IES 3 (privada). O método de estudo foi quali-quantitativo. Foram realizadas entrevistas presenciais com formulário abordando cinco domínios de avaliação Gestão de RS: I - Programa de reciclagem; II-Tratamento de resíduos orgânicos; III - Campanha de redução de uso de papel e plástico; IV -Tratamento de resíduos inorgânicos e V - Tratamento de RSs tóxicos. Foi realizada uma análise de similaridade entre as IES. A IES₂ apresentou melhor desempenho geral quando comparada com as demais ($p=0.012$). No domínio I, apenas a IES 2 possui um programa de coleta seletiva dos resíduos e faz a destinação de maneira adequada (score = 150, $p < 0.001$). No domínio II nenhuma das IES realiza o tratamento dos resíduos orgânicos. No III apenas as IES públicas realizam a desmaterialização dos procedimentos e processos administrativos. Com relação ao domínio IV, apenas as IES₂ e IES₃ mantiveram comportamento similar (score = 300). Em contrapartida, no domínio V todas as IES possuem empresas terceirizadas e especializadas em realizar a coleta. A análise multidimensional mostrou que a IES₂ e IES₃ apresentam um perfil semelhante. Portanto, as IES em Roraima ainda precisam avançar na gestão e no gerenciamento dos RSs.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade Ambiental. Educação Ambiental. Resíduos Sólidos. Reciclagem.

1 Introdução

A elevada geração dos resíduos sólidos (RSs) tem recebido destaque na gestão governamental no Brasil e no mundo (Meireles, *et al.*, 2022; Abrelpe, 2022). O agravamento da geração dos RSs ocorreu a partir de fatores sociais que compreendem desde o aumento da população, com grandes concentrações nos centros urbanos, a mudança nos hábitos de consumo, até os avanços tecnológicos, em especial, os da tecnologia da informação e a crescente automação industrial, bem como o crescimento econômico, culminando com o advento da globalização (Santaella, *et al.*, 2014).

Consequentemente, todos estes fatores que ocasionam o aumento da geração dos RSs trazem graves problemas para as cidades, com desafios para a gestão pública; dentre eles, o tratamento do lixo (P. Latugan, G. Bonicillo, Eyawa, & Ngohayon, 2024). Quando o descarte dos RSs ocorre de maneira inadequada pode levar à proliferação de animais vetores de doenças graves, obstrução do sistema de drenagem pluvial urbana, gerando caos em tempos chuvosos, contaminação do solo e da água com agentes químicos e biológicos e, consequentemente, comprometendo a qualidade de vida de animais e de seres humanos (Silva & Bessa, 2022).

No Brasil, a Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), e o Decreto-Lei n. 10.936, de 12 de janeiro de 2022, regulamentou a respectiva Lei, que estabelece as responsabilidades dos geradores de RSs e do poder público, no que compreende a gestão dos RSs nas ações exercidas direta ou indiretamente da fonte geradora nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição ambientalmente adequada (Brasil, 2010); (Brasil, 2022).

A PNRS apresenta a seguinte definição de gerenciamento de RSs: um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos RSs e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de RSs com o plano de gerenciamento de RSs (BRASIL, 2010).

A partir desta definição da PNRS, é possível inferir que a gestão dos RSs abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas com relação aos aspectos institucionais, administrativos, operacionais, financeiros e ambientais, ou seja, é a organização do setor para esse fim, envolvendo políticas, instrumentos e meios. Enquanto o gerenciamento para o planejamento estratégico é o conjunto de ações técnico-operacionais que visam implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar os objetivos estabelecidos na gestão (BRASIL, 2010).

Nesse contexto, e envolvidas com a problemática do aumento da geração dos resíduos, estão as Instituições de Ensino Superior (IES), pois, além de serem geradoras de resíduos dos mais diversos tipos, desempenham um importante papel nas dimensões social, econômica e tecnológica. Possuem como missão genuína a formação de profissionais para o mercado de trabalho nas diversas áreas do conhecimento, com vistas a resolver os mais diversos problemas sociais (Owojor, Edokpayi, Mulaudzi, & Odiyo, 2020).

Enquanto geradoras de RSs, as IES são consumidoras de recursos e produzem grandes quantidades de resíduos em suas atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração; além do consumo de água, energia, substâncias químicas e insumos biológicos. Sendo a maior parte dos RSs oriundos das atividades administrativas, incluindo materiais recicláveis, tais como: plástico, papéis e outros itens. Os seus diversos setores produzem diferentes tipos de RSs: restaurantes produzem resíduos do tipo doméstico; laboratórios e hospitais geram resíduos contaminantes e tóxicos (Carvajal-Flórez, Yepes, & Erazo, 2023).

Ademais, as universidades oferecem um cenário promissor para desenvolver, testar e promover estratégias e ações para transformar os diversos ambientes (Rugatiri, Abidin, & Ismail, 2021). Historicamente, o setor de educação tem sido líder em inovação e mudança social, tendo em vista sua capacidade de desenvolver e promulgar políticas, mobilizar comunidades, desenvolver infraestrutura, além da possibilidade de educar os alunos como futuros cidadãos e usar seus *campi* para modelar e testar novas ideias (Mann, Kwon, *et al.*, 2021).

No âmbito internacional, um estudo realizado na Indonésia mostrou que estratégias eficazes de gerenciamento de RSs em Universidades são reconhecidas como esforços para alcançar a sustentabilidade do Campus, pois a universidade é considerada o centro de várias atividades, envolvendo discentes, docentes, funcionários, e outras partes que contribuem para o padrão de consumo de energia, água e outros recursos utilizados em suas atividades de ensino, pesquisa e extensão (Budihardjo, Humaira, *et al.*, 2021).

Ainda, uma pesquisa realizada em universidades do Brasil e Estados Unidos apresentou um Índice de Gestão em Resíduos Sólidos (IGRS) e concluiu que foi promissor para fornecer resultados gráficos aos tomadores de decisão das IES, mostrando a situação quanto à gestão de RSs, apontando fragilidades em relação ao que se refere às exigências da legislação e permitindo *benchmarking* entre Centros, Institutos e IES (Moreira, Malheiro, Alfaro, Cetrulo, & Ávila, 2018). Dessa forma, pode-se inferir que índices e modelos de gestão e gerenciamento de RSs são essenciais para os decisores, resultando em segurança, bem-estar de qualquer

sociedade, além de ajudar a resolver problemas globais (Campitelli, Aryoug, Ouazzani, Bockreis, & Schebek, 2023).

A relevância deste estudo deve-se aos fatores econômicos e sociais, de modo que, detritos produzidos nas IES devem possuir um modelo de gestão de RSs para que, ao invés de terem como disposição final os aterros sanitários do município, possam gerar emprego e renda para a comunidade; também deve-se aos fatores institucionais, uma vez que nas universidades os problemas relacionados aos resíduos gerados não são apenas físicos, químicos ou biológicos, mas também comportamentais e de gestão acadêmica.

As IES devem atuar na gestão de RS em Roraima, em vista do papel de destaque que o estado tem no território brasileiro. Além da importância histórica, social, cultural e econômica, Roraima também abriga uma rica biodiversidade de fauna e flora, cuja preservação é essencial para a sustentabilidade ambiental na região amazônica (Buenafronte, Galdino, & Barbosa, 2024).

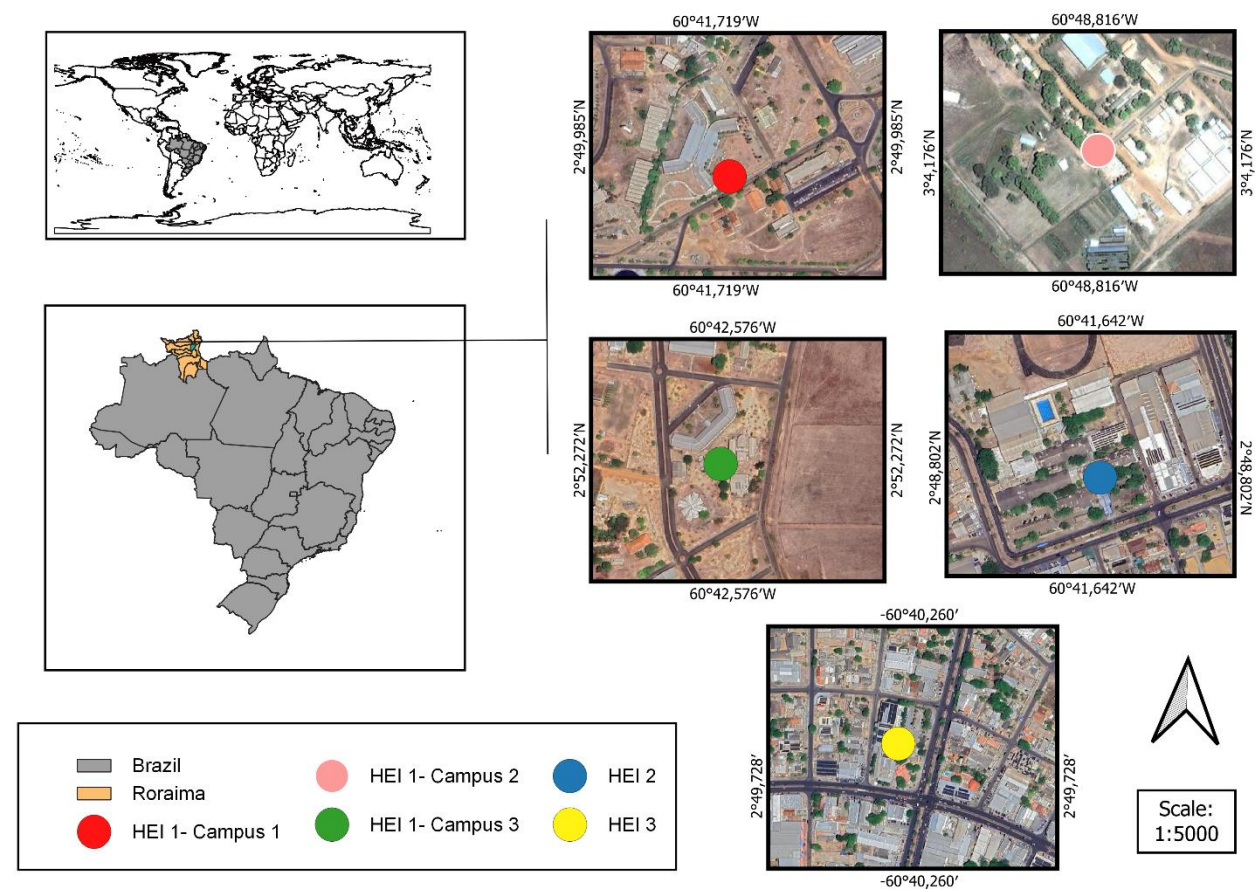
Este estudo teve como objetivo principal analisar a percepção dos gestores e colaboradores que atuam em IES de Boa Vista/Roraima, sobre como suas instituições realizam a gestão e o gerenciamento dos RSs.

1. Materiais e Métodos

2.1 Caracterização geral da área do estudo

Este estudo foi realizado em três Instituições de Ensino Superior (IES), sendo a IES₁ uma Universidade Federal Pública, a IES₂ um Instituto Federal Público e a IES₃ Faculdade Particular, todas localizadas na cidade de Boa Vista no estado de Roraima, situado na Região Norte do Brasil. Roraima faz parte do Bioma da Amazônia, possui cerca de 224.000 km², e tem como limites a República Bolivariana da Venezuela, a República Cooperativista da Guiana, os estados brasileiros do Pará e Amazonas, possuindo um total de 1.922 km de fronteira. Segundo dados do IBGE em 2017, sua população total está estimada em 522.633 habitantes (Veras, Veras e Anjos, 2019). A figura 1 apresenta a área geográfica onde estão localizadas as instituições pesquisadas.

Figura 1 –Localização geográfica das IES.



Fonte: Elaborado na plataforma QGIS, no dia 23 de setembro de 2024, utilizando as seguintes bases cartográficas: 1. Método: Lat/Long 2. Datum: SIRGAS 2000, EPSG: 4674 3. Fontes de dados: IBGE (2019) e Imagens do Satélite Google (2024).

Legenda: Área circular em vermelho – Campus 1 da IES1; Área circular rosa– Campus 2 da IES1; Área circular verde – Campus 3 da IES1; Área circular em azul –Campus da IES2; Área circular em amarelo – Localização da IES3.

Conforme o mapa exibido na figura 1, o estudo foi realizado nas seguintes IES localizadas na cidade de Boa Vista/Roraima e possuem as seguintes características apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização das IES pesquisadas.

IES	Natureza	Ano de Fundação	Docentes	Discentes	Corpo Administrativo	Cursos
IES ₁	Universidade Federal Pública	1989	600	9000	360	47
IES ₂	Instituto Federal Público	1993	172	3243	188	7
IES ₃	Faculdade Particular	2020	38	463	28	6

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As IES foram convidadas a participar do estudo por meio de carta de anuência enviada e assinada pelo gestor responsável pelas instituições, permitindo a atuação do pesquisador dentro das IES. Os participantes da pesquisa foram esclarecidos quanto aos termos da pesquisa, o tempo e os objetivos do estudo, antes da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A coleta de dados foi realizada por meio de formulário que abordava a percepção do entrevistado sobre como a IES realiza a gestão de RSs. As entrevistas ocorreram de outubro a dezembro de 2023, presencialmente, em todos os locais de trabalho dos respondentes, após a abordagem e permissão do entrevistado. Cada entrevista durou cerca de 15 minutos. A escolha pelo instrumento formulário e realização de entrevista presencial deu-se para que houvesse uma interação pesquisador-respondente, com vistas a esclarecer todos os termos técnicos existentes na pesquisa.

O formulário foi elaborado a partir das categorias e indicadores propostos pela *Ui Greenmetrics* (GREENMETRIC, 2023), com modificações que incluíram as diretrizes da A3P (MMA, 2023), de maneira a obter um instrumento que possibilitasse um diagnóstico acerca da gestão dos RSs realizada nas IES e que contemplasse a realidade das universidades brasileiras. Em síntese, o formulário foi estruturado em 5 (cinco) categorias de análise e 23 (vinte e três) indicadores referentes à gestão de RSs, conforme explicitado na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Sistematização da coleta de dados.

CATEGORIAS	INDICADORES
a) Programa de Reciclagem dos resíduos das IES	1.Programa de reciclagem de resíduos nas IES. 2.Reciclagem de papel. 3.Reciclagem de papelão. 4.Reciclagem de cartucho e toner. 5.Reciclagem de Plástico. 6.Material reciclável destinado a cooperativas. 7.Coleta seletiva do lixo.
b) Tratamento dos resíduos orgânicos	8.Tratamento de matéria vegetal. 9. Tratamento dos alimentos descartados nos restaurantes universitários.
c) Campanha para redução do uso de papel e plástico no campus	10.Reutilização do papel. 11. Utilização de resíduos não descartáveis (copos e sacolas). 12.Política de impressão frente e verso. 13. Política de desmaterialização de procedimentos administrativos.
d) Tratamento de resíduos inorgânicos	14.Descarte de lâmpadas fluorescentes. 15.Descarte de pilhas e baterias.

16. Logística reversa de lâmpadas fluorescentes.
17. Descarte de computadores.
18. Descarte de impressoras.
19. Descarte de aparelhos telefônicos inutilizados.
20. Descarte de aparelhos de fax e similares obsoletos.

e) Tratamento de resíduos tóxicos	21. Tratamento separado dos resíduos tóxicos sépticos oriundos das atividades de cursos de saúde.
	22. Classificação e manuseio dos resíduos de tipo hospitalares (saúde) por empresa certificada.
	23. Tratamento dos resíduos químicos gerados após atividades laboratoriais.

Fonte: Adaptado de Greenmetrics (2023) e MMA (2023).

2.2 Critérios de inclusão e exclusão

O critério de inclusão para coleta dos dados era que as IES estivessem com o calendário universitário em vigor, com os Campi funcionando normalmente, os respondentes deveriam ter vínculo com as IES e conhecimento sobre como as IES realizavam a gestão dos RSs. As entrevistas foram realizadas com gestores e colaboradores das Reitorias, Pró-Reitorias e dos Centros Acadêmicos, que possuem em suas estruturas: salas de aula, laboratórios, escritórios, restaurantes universitários, bibliotecas, áreas de convivência e prefeitura. Os estudantes foram excluídos da pesquisa, pois havia questões técnicas e as respostas concedidas sem o conhecimento do processo de gestão e gerenciamento dos resíduos poderiam caracterizar um viés de informação.

2.3 Descrições de avaliação de critérios de dimensões

O formulário consistia em 23 questões divididas em 5 domínios: como apresentado na tabela 3. Os escores obtidos após avaliação foram utilizados nas análises estatísticas da seguinte forma:

Tabela 3 – Métricas e Escores.

Domínios	Respostas	Pontuação	Avaliação
Domínio I - Programa de reciclagem dos resíduos	Nenhum	0	Nenhuma
Domínio II - Tratamento de resíduos orgânicos	1 -25%	$0,25 \times 300 = 75$	Baixo
Domínio IV - Tratamento de resíduos inorgânicos	25 - 50%	$0,5 \times 300 = 150$	Médio
Domínio V - Tratamento de resíduos sólidos tóxicos	50 - 75%	$0,75 \times 300 = 225$	Alto
	> 75%	$1 \times 300 = 300$	Muito alto
	Nenhum	0	Nenhuma
Domínio III - Campanha de redução do uso de papel e plásticos	1 programa	$0,25 \times 300 = 75$	Baixo
	2 programas	$0,5 \times 300 = 150$	Médio
	3 programas	$0,75 \times 300 = 225$	Alto
	+ 3 programas	$1 \times 300 = 300$	Muito alto

Fonte: Adaptado de Greenmetrics (2023).

2.4 Análise dos dados

As análises descritivas e comparativas foram realizadas utilizando o programa Jamovi v. 2.3.28. Variáveis qualitativas foram representadas por suas frequências absolutas e relativas. Já as variáveis quantitativas foram primeiramente avaliadas quanto à distribuição dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, os dados com distribuição Gaussiana foram representados por média e desvio-padrão e as diferenças entre as médias foram avaliadas pelo teste ANOVA e *post-hoc* com teste de Tukey. Já os dados não paramétricos foram representados por mediana e valores mínimo e máximo e as diferenças entre as medianas foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis seguido pelo *post-hoc* de comparações múltiplas de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner.

Uma análise de escalonamento multidimensional foi realizada utilizando o programa SPSS versão 18.0 para Windows (IBM, Nova Iorque, EUA) para avaliar a similaridade entre as IES quanto à gestão de resíduos. Para isso, uma matriz de dissimilaridade foi construída a partir da mediana dos scores obtidos em cada domínio.

2. Resultados e Discussões

2.1 Perfil da amostra

Um total de 147 sujeitos foram entrevistados, sendo 110 na IES₁, 15 na IES₂ e 22 na IES₃. A média de idade dos participantes foi de $40,2 \pm 10,1$ anos, distribuídos por sexo de maneira equânime, com maior concentração de profissionais com nível superior (28,6%) e pós-graduados com especialização (24,5%), com mestrado (16,3%) e doutorado (18,4%). Os participantes apresentaram perfil multidisciplinar, sendo identificadas 37 formações de nível superior distintas e 06 formações de nível técnico. Este resultado demonstra equipes mais experientes e com qualificação no campo do trabalho (Tabela 4).

Tabela 4 – Perfil da amostra.

Variável	Média (DP)
Idade	40,2 (10,10)
	n (%)
Sexo	
Feminino	70 (47,6)
Masculino	77 (52,4)
Escolaridade	
Ensino Fundamental Completo	1 (0,7)
Ensino Médio Completo	5 (3,4)
Ensino Superior Incompleto	11 (7,5)
Ensino Superior Completo	42 (28,6)

Ensino Técnico	1 (0,7)
Pós-graduação - Especialização	36 (24,5)
Pós-graduação - Mestrado	24 (16,3)
Pós-graduação - Doutorado	27 (18,4)
Vínculo com a IES	
Terceirizado	11 (7,5)
Gerente	29 (19,7)
Professores	28 (19,0)
Técnico Administrativo	60 (40,8)
Servidor Público	12 (8,2)
Estagiário/Escolar	7 (4,8)
Formação Acadêmica	
Administração	19 (12,9)
Tecnologia da Informação	13 (8,8)
Não informado	13 (8,8)
Secretário Executivo	9 (6,1)
Jurídico	6 (4,1)
Outros	87 (59,2)
Instituição de Ensino Superior	
1	110 (74,8)
2	15 (10,2)
3	22 (15,0)

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

3.2 Avaliação por categorias/domínios das IES

No domínio I, a questão de pesquisa investigou se na percepção dos entrevistados as IES realizavam algum tipo de programa de reciclagem com os materiais resultantes das atividades de ensino, pesquisa, extensão e de gestão, ou seja, o que realizavam para destinação do papel, papelão, plástico, cartucho e toner. Também investigou se as IES possuíam programa de coleta seletiva e se os materiais reciclados eram destinados às cooperativas.

Numa análise comparativa entre as IES, a IES₂ destacou-se em relação às demais, pois, além de realizar um programa de coleta seletiva dos resíduos, consegue destinar, de maneira ambientalmente adequada, remetendo os resíduos recicláveis às cooperativas por meio de editais, para que os materiais sejam utilizados em novos ciclos de produção; $\text{escore} = 150$, $p < 0.001$. As demais IES diferenciam-se apenas quanto à coleta seletiva: a IES₁ não realiza e a IES₃ realiza; porém, ambas destinam seus materiais recicláveis diretamente para o aterro sanitário, conforme dados da tabela 5.

Diante do exposto, estudos têm evidenciado que o ato de separação de RSs é um desafio para os programas municipais e institucionais nas economias emergentes, as grandes cidades e instituições concentram a geração de RSs e, na América Latina, um grande percentual desses resíduos não são reaproveitados (Méndez-Lazarte, Bohorquez-Lopez, Caycho-Chumpitaz, & Estrada-Merino, 2023). Logo, o resultado desta pesquisa demonstra que, assim como na

América Latina, as IES localizadas na região Amazônica no Brasil não conseguem realizar a gestão e gerenciamento dos RSs e os destinam de maneira inadequada (tabela 5).

Tabela 5 – Domínio I – Programa de reciclagem dos resíduos das IES.

Questões	IES	N	Soma	Mediana (Min – Max)	$p^{\#}$	p^*
1. A IES possui um Programa de reciclagem dos resíduos?	1 ^a	96	2100	0 (0 – 225)	< .001	
	2	11	1050	75 (0 - 300)	0,063	< 0.001 ^a
	3	10	1575	150(0 - 300)	0,145	< 0.001 ^a
2. Recicla papel?	1 ^a	100	3300	0(0 - 300)	< .001	
	2	11	1650	150(0 - 300)	0,11	< 0.001 ^a
	3	11	1125	75(0 - 300)	0,108	0.007 ^a
3. Recicla papelão?	1 ^a	99	975	0 (0 – 150)	< .001	
	2	12	1575	112,5(0 - 300)	0,087	< 0.001 ^a
	3	9	825	0(0 - 300)	0,005	0.007 ^a
4. Recicla cartucho e toner?	1 ^a	98	3900	0(0 - 300)	< .001	
	2	10	525	0(0 - 300)	< .001	
	3	8	1350	225(0 - 300)	0,067	0.002 ^a
5. Recicla plástico?	1	98	2175	0(0 - 300)	< .001	
	2	11	750	0(0 - 300)	< .001	>0,05
	3	11	1050	75(0 - 300)	0,015	
6. Os materiais recicláveis são destinados às cooperativas?	1 ^a	96	2100	0 (0 – 225)	< .001	
	2	12	2100	150(0 - 300)	0,01	< 0.001 ^a
	3	5	525	0(0 - 300)	0,032	
7. Existe algum programa de coleta seletiva de resíduos?	1 ^a	100	2550	0(0 - 300)	< .001	
	2	12	1950	187,5(0 - 300)	0,187	< 0.001 ^a
	3	11	2025	225(0 - 300)	0,006	<0.001 ^a

Fonte: Dados da pesquisa (2023). Min. – valor mínimo; Max. – valor máximo. #Valor estatístico referente à distribuição das respostas - Teste de Shappiro-Wilk; * Kruskal-Wallis com post-hoc comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner comparando as pontuações entre as instituições; a - diferença estatisticamente significativa em relação à IES₁.

No domínio II, a investigação consistiu em evidenciar como as IES tratavam seus resíduos orgânicos, oriundos das refeições realizadas no Campus e da matéria vegetal resultante da poda de árvores. O estudo revelou que as IES despejam nas lixeiras comuns os resíduos de matéria orgânica e vegetal sem qualquer tipo de separação. Na IES₁ 49% disseram que os resíduos são descartados nos depósitos comuns; 28,6% na IES₂ e 70% na IES₃ fazem o descarte no lixo comum. Neste quesito não houve diferença entre as IES públicas e privada, como pode ser visto na tabela 6, ou seja, apresentaram as mesmas práticas.

Este resultado sugere que a ausência de programas de tratamento de resíduos orgânicos pelas IES pode levar a consequências danosas para o meio ambiente, uma vez que o descarte dos resíduos orgânicos realizados de forma inadequada provoca a proliferação de animais vetores de doenças graves, além de causar a contaminação do solo e da água pelo chorume (Silva e Bessa, 2022).

Todavia, por se tratar de centros de ensino e pesquisa, essas IES podem criar e desenvolver oportunidades de reaproveitamento dos compostos orgânicos gerados (Haksevenler, Kavak, & Akpınar, 2022), ao invés de destiná-los diretamente ao aterro sanitário; esses resíduos podem ser utilizados na produção de compostagem para enriquecimento do solo e geração de energia, bem como em jardins e reflorestamentos para preservação de áreas verdes nos Campi (Ugwu, Ozoegwu, & Ozor, 2020).

Tabela 6 – Domínio II – Tratamento de resíduos orgânicos.

Questões	IES	N	Soma	Mediana (Min. – Max.)	p#	p*
1. Como a IES trata os resíduos orgânicos (alimentos e matéria vegetal) nos Centros Acadêmicos e Pró-Reitorias?	1	84	2475	0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	7	375	0 (0 – 300)	< .001	
	3	12	600	0 (0 – 300)	< .001	
2. Como a IES trata os alimentos e matéria vegetal descartados pelos restaurantes universitários?	1	59	2025	0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	7	450	0 (0 – 300)	0,002	
	3	10	300	0 (0 – 225)	< .001	

Fonte: Dados da pesquisa (2023). Min. – valor mínimo; Max. – valor máximo. #Valor estatístico referente à distribuição das respostas - Teste de Shappiro-Wilk; * Kruskal-Wallis com post-hoc comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner comparando as pontuações entre as instituições.

No domínio III, as questões de pesquisa tratavam de identificar se as IES realizavam campanhas de redução de uso de papel e plástico nos Campi. O resultado da pesquisa revelou que nenhuma das IES, nem as do setor público nem a do setor privado, realizam campanhas de redução de uso de papel e plástico. Durante as entrevistas, os respondentes da IES₁ afirmaram que até existem ações isoladas de entrega de canecas, no entanto, não existe a ação de conscientização formalizada por meio de campanhas objetivando a consciência ambiental dos colaboradores.

A geração de papel e plástico nas IES em países emergentes pode variar de 15% a 25% de todo resíduo gerado (Moqbel, Abu-Zurayk, Bozeya, Alsisan, & Bawab, 2020); (Rugatiri, Abidin, & Ismail, 2021). A transição para cursos e escritórios sem papel e a adoção de políticas de cópia frente e verso são ações que podem ajudar a reduzir os resíduos produzidos nas universidades (Bahçelioglu, *et al.*, 2020). Estudos no Brasil mostram que em universidades de outras regiões o plástico, papel e papelão são os elementos com maior concentração entre os resíduos produzidos, no entanto, estes tipos de resíduos apresentam grande potencial de recuperação por meio da reciclagem (Nolasco, *et al.*, 2022).

Quanto ao resultado do item 4, domínio III, as IES 1 e 2 (públicas) já possuem instituída uma política de desmaterialização de processos e procedimentos administrativos, o que garante que todos os documentos nasçam e tramitem do início ao fim de maneira digital. Isso atende ao

princípio da não geração dos resíduos, caracterizando-se por ser uma ação eficaz que resulta em redução do uso do papel e tinta, além do acesso aos serviços e a desburocratização para o cidadão, obedecendo o que preconiza a Lei Brasileira n. 14129 de 2021, que dispõe sobre princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública (Brasil, 2021).

Tabela 7 – Domínio III – Campanha de redução de uso de papel e plástico.

Questões	IES	N	Soma	Mediana	$p^{\#}$	p^*
1. A IES promove campanhas para a reutilização do papel?	1	110	1500	0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	15	675	0 (0 – 225)	< .001	
	3	22	675	0 (0 – 300)	< .001	
2. A IES incentiva o uso de resíduos não descartáveis (copos e	1	110	4875	0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	15	1125	75 (0 – 225)	0,001	
	3	22	825	0 (0 – 300)	< .001	
3. Promove uma política de impressão frente e verso?	1	110	4050	0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	15	600	0 (0 – 225)	< .001	
	3	22	1275	75 (0 – 300)	< .001	
4. A IES promove uma política de desmaterialização de processos	1	110	9525	75 (0 – 300)	< .001	0.016 ^b
	2 ^b	15	1500	75 (0 – 225)	< .001	
	3	22	1125	0(0 – 300)	< .001	

Fonte: Dados da pesquisa (2023). Min. – valor mínimo; Max. – valor máximo. #Valor estatístico referente à distribuição das respostas - Teste de Shappiro-Wilk; * Kruskal-Wallis com post-hoc comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner comparando as pontuações entre as instituições. b – diferença estatisticamente significativa em relação a IES₂.

No domínio IV, o estudo abordou sobre o tratamento dos resíduos inorgânicos. Os profissionais responderam conforme o conhecimento que tinham sobre como as IES descartavam as lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, computadores, impressoras, fax e outros materiais obsoletos. Neste quesito, as IES mantiveram um comportamento similar, apesar de apresentar um percentual de baixo a médio; ainda assim, os respondentes afirmam que as IES realizam o desfazimento dos bens de maneira adequada, por meio de editais, envolvendo a comunidade local para que os bens sejam destinados à sociedade.

Contudo, para os itens 2 e 3 as IES₂ e IES₃ apresentaram um desempenho estatisticamente superior à IES₁ ($p < 0.05$) nas questões que se referem ao tratamento dos resíduos de pilhas, baterias e lâmpadas. Segundo a percepção dos profissionais, a IES₁ não realiza o tratamento adequado dos resíduos inorgânicos, conforme orienta a Lei 12.305/2010, que prevê a prática da logística reversa destes materiais (Brasil, 2010), pois ao serem lançados nos depósitos de lixo comum e destinados aos aterros sanitários tais componentes químicos perigosos oriundos de resíduos eletrônicos têm potenciais impactos adversos nos ecossistemas e na saúde humana (Hossain, Al-Hamadani, & Rahman, 2015). Logo, constata-se que mais

de 60% do lixo eletrônico consiste em diferentes íons metálicos, dos quais cerca de 2,7% são metais tóxicos. A gestão adequada (coleta, armazenamento, reciclagem, descarte) desses resíduos é importante por causa dos produtos químicos perigosos presentes na sua constituição, como o alumínio (Al), arsênico (As), bismuto (Bi), cádmio (Cd), cromo (Cr), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb) e antimônio (Sb).

Além disso, a combustão desses resíduos eletrônicos libera hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, éteres difenílicos polibromados, bifenilos policlorados e dibenzo-p-dioxinas e furanos policlorados que contaminam solo, atmosfera e meio aquático. Consequentemente, essas liberações afetam negativamente os arredores e causam efeitos prejudiciais à saúde humana, devido ao seu potencial cancerígeno e teratogênico (Hossain, Al-Hamadani, & Rahman, 2015).

Tabela 8 – Domínio IV – Tratamento de resíduos inorgânicos.

Questões	IES	N	Soma	Mediana (Min. – Max.)	$p^{\#}$	p^*
1. A IES realiza o descarte de lâmpadas fluorescentes?	1	37	900	0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	3	225	75,0 (0 – 150)	1	
	3	2	75	37,5 (0 – 75)	NaN	
2. A IES Descarta pilhas e baterias?	1 ^a	48	2475	0 (0 – 300)	< .001	0.021 ^a 0.033 ^a
	2	5	675	150 (75 – 225)	0,314	
	3	4	675	150 (75 – 300)	0,224	
3. Promove a logística reversa de lâmpadas?	1 ^a	39	300	0 (0 -75)	< .001	0.027 ^a < 0.001 ^a
	2	6	300	37,5 (0 – 150)	0,091	
	3	2	375	187,5 (75 – 300)	NaN	
4. Descarta computadores?	1	37	5025	75,0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	6	525	75,0 (0 – 300)	0,02	
	3	2	150	75,0 (75 – 75)	NaN	
5. Descarta impressoras?	1	36	4650	75,0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	6	525	75,0 (0 – 300)	0,02	
	3	2	75	37,5 (0 – 75)	NaN	
6. Descarta aparelhos telefônicos inutilizados?	1	34	3150	75,0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	4	450	75,0 (0 – 300)	0,195	
	3	1	75	75,0 (75 – 75)	NaN	
7. Descarta aparelhos de fax e ou similares obsoletos?	1	33	3375	75,0 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	3	375	75,0 (0 – 300)	0,463	
	3	1	75	75,0 (75 – 75)	NaN	

Fonte: Dados da pesquisa (2023). Min. – valor mínimo; Max. – valor máximo. NaN – não determinado. [#]Valor estatístico referente à distribuição das respostas - Teste de Shappiro-Wilk; * Kruskal-Wallis com post-hoc comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner comparando as pontuações entre as instituições. a – diferença estatisticamente significativa em relação à IES₁.

No domínio V foi avaliado a percepção dos profissionais quanto ao tratamento dos resíduos sólidos tóxicos, sépticos ou contaminantes, hospitalares (saúde) e químicos resultantes das atividades de ensino, pesquisa e extensão realizadas pelas IES. Conforme a PNRS, é

obrigatório que os RSs tóxicos sejam armazenados e destinados de maneira ambientalmente adequada, por oferecer riscos à saúde humana e de animais (Brasil, 2010). Durante as entrevistas, os respondentes afirmaram que as IES contratam uma empresa certificada para realizar o manejo e transporte desses resíduos, e que o tratamento de separação e acondicionamento era realizado após as atividades laboratoriais e aulas práticas.

Para os resíduos tóxicos sépticos não houve diferença entre as IES, todas realizam o tratamento conforme previsto pela Lei 12.305/2010. Quanto ao tratamento dos resíduos hospitalares, todas apresentaram um desempenho adequado, ainda que a IES₃ tenha apresentado uma performance significativamente melhor do que a IES₁. Resultado semelhante foi encontrado no tratamento dos resíduos químicos gerados após as atividades laboratoriais (Tabela 9).

Um estudo realizado por Ho e Chen (2018) identificou 10 fatores de melhoria necessários para um gerenciamento mais seguro de resíduos sólidos tóxicos, tais como: classificação, armazenamento e manuseio adequado dos resíduos (Ho & Chen, 2018). Os resíduos tóxicos devem ser separados, armazenados, identificados e descartados de acordo com suas características. Outra prática que minimiza o descarte de resíduos químicos tem sido por meio da reutilização de produtos químicos tanto para usos alternativos quanto para atividades educacionais (Barbosa, Mol, & Barros, 2020).

Quanto aos resíduos hospitalares, constituem um problema de saúde pública, uma vez que necessitam ser descartados, armazenados e tratados de maneira diferente dos demais resíduos, gerando mais despesas e custos (Mannocci, *et al.*, 2020). Para esse tipo de resíduo é necessário investimento em treinamento dos profissionais que realizam o manejo, para evitar riscos à saúde devido à contaminação das pessoas que terão contato posterior com esse resíduo (Mannocci, *et al.*, 2020).

Tabela 9- Domínio V- Tratamento de resíduos sólidos tóxicos.

Questões	IES	N	Soma	Mediana (Min. – Máx.)	$p^{\#}$	p^*
1. A IES faz o tratamento separado dos resíduos tóxicos sépticos	1	47	8475	225 (0 – 300)	< .001	>0.05
	2	8	2250	300 (150 – 300)	< .001	
	3	15	3675	300 (0 – 300)	< .001	
2. A classificação e manuseio dos resíduos hospitalares (saúde) é realizado por empresa certificada?	1 ^a	49	9300	300 (0 – 300)	< .001	0.037 ^a
	2	8	2175	300 (150 – 300)	< .001	
	3	13	3675	300 (75 – 300)	< .001	
3. A IES realiza o tratamento dos resíduos químicos gerados após as atividades laboratoriais?	1 ^a	49	8400	150 (0 – 300)	< .001	0.09 ^a
	2	8	2025	300 (75 – 300)	0,001	
	3	13	3675	300 (75- 300)	< .001	

Fonte: Dados da pesquisa (2023). Min. – valor mínimo; Max. – valor máximo; #Valor estatístico referente à distribuição das respostas - Teste de Shappiro-Wilk; * Kruskal-Wallis com post-hoc comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner comparando as pontuações entre as instituições. a – diferença estatisticamente significativa em relação a IES₁.

Na avaliação geral, constatou-se que as IES₂ (Instituto Federal Público) e IES₃ (Faculdade Particular) apresentam um perfil similar quanto às práticas de gestão dos RSs, tendo a IES₁ (Universidade Federal Pública) obtido melhor performance quando comparada com as demais apenas no domínio III. No cômputo geral, a IES₂ apresentou o melhor resultado quanto à gestão dos resíduos sólidos, segundo a percepção dos entrevistados, pois realiza programas de reciclagens de resíduos, trabalha a redução de papel e plástico nos Campi, ainda que de forma incipiente, além de tratar os resíduos inorgânicos e tóxicos.

No entanto, uma análise aprofundada da tabela 10 mostra que, mesmo nas instituições que performaram melhor, a percepção da comunidade acadêmica quanto à gestão de RSs ainda é baixa. Isso não significa que as IES não estejam fazendo o gerenciamento adequado dos seus resíduos sólidos, mas sugere que essas ações podem não estar sendo implementadas formalmente a partir de programas e projetos difundidos com os colaboradores. Estudos anteriores afirmaram que as organizações e os institutos afetam constantemente a sustentabilidade ambiental devido à má implementação de políticas e à conscientização insuficiente em relação aos RSs (Adeniran, Nubi, & Adelopo, 2017).

Tabela 10 – Avaliação Geral dos Domínios das IES.

Domínio	IES	N	Mediana (Min. – Máx.)	p [#]	p [*]
Domínio I - Programa de reciclagem dos resíduos das IES	1 ^a	103	0 (0 – 1200)	< 0.001	
	2	13	600 (0 – 1950)	0,598	< .001 ^a
	3	14	375 (0 – 2100)	0,003	0.001 ^a
Domínio II - Tratamento de resíduos orgânicos	1	87	0 (0 – 600)	< 0.001	
	2	8	0 (0 – 600)	< 0.001	>0.05
	3	11	0 (0 – 300)	< 0.001	
Domínio III - Campanha de redução do uso de papel e plásticos	1	110	150 (0 – 1200)	< 0.001	
	2	15	150 (0 – 900)	0,003	>0.05
	3	20	75 (0 – 1200)	< 0.001	
Domínio IV - Tratamento de resíduos inorgânicos	1	62	150 (0 – 1800)	< 0.001	
	2	8	300 (0 – 1275)	0,063	>0.05
	3	5	300 (0 – 600)	0,501	
	1 ^a	58	337,5 (0 – 900)	< 0.001	

Domínio V - Tratamento de resíduos sólidos tóxicos	2	10	600 (375 – 900)	0,116	
	3	14	900 (0 – 900)	< 0.001	0.012 ^a
	1 ^a	110	525 (0 – 5100)	< 0.001	
Total	2	15	1200 (150 – 3375)	0,092	0.012 ^a
	3	20	1087,5 (0 – 4125)	0,017	

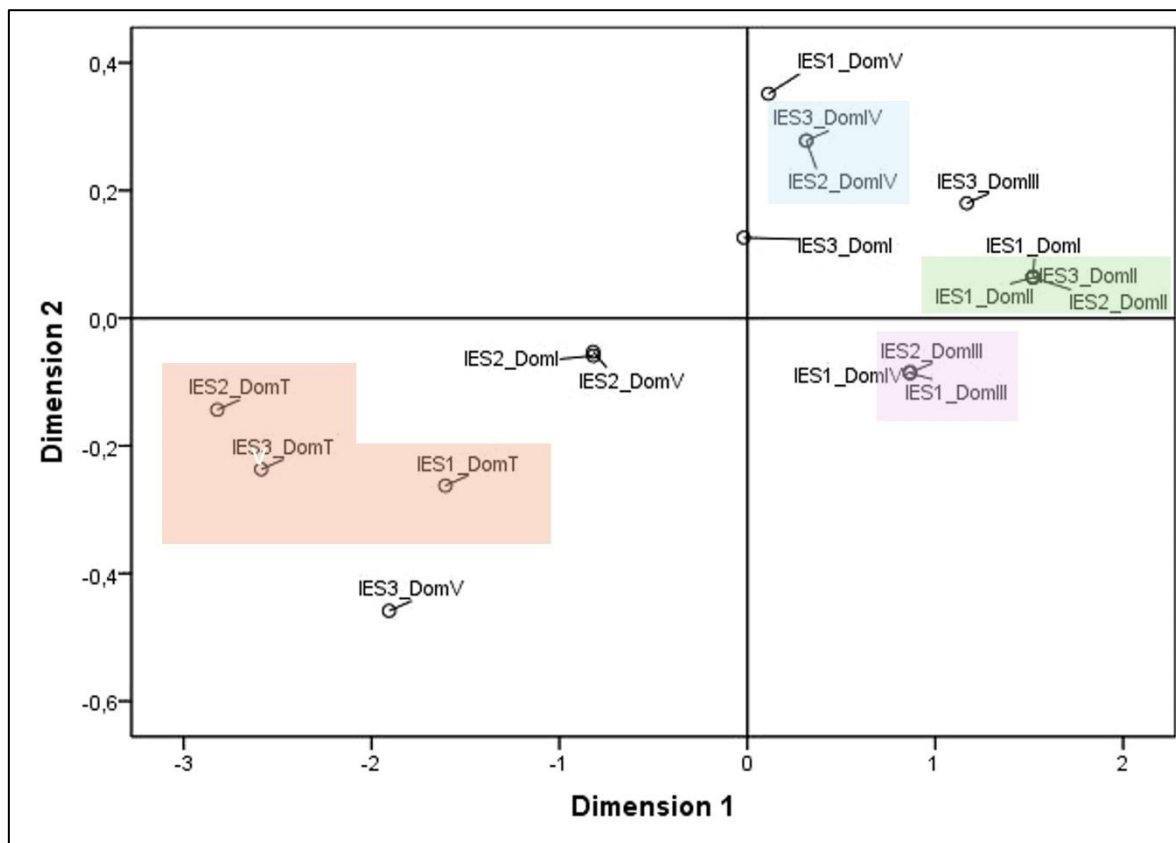
Fonte: Dados da pesquisa (2023). Min. – valor mínimo; Max. – valor máximo; #Valor estatístico referente à distribuição das respostas - Teste de Shaprio-Wilk; * Kruskal-Wallis com post-hoc comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner comparando as pontuações entre as instituições. a – diferença estatisticamente significativa em relação a IES₁.

Este estudo também realizou uma análise multidimensional, cujo resultado apresenta as similaridades entre as IES quanto à percepção acerca da gestão dos resíduos. Ao avaliar o domínio I, observa-se que as IES apresentam um comportamento diferente uma das outras, sendo que há uma menor dissimilaridade entre a IES₂ e a IES₃. Com relação ao domínio II, as IES apresentam um comportamento similar importante, representado pela sobreposição dos pontos no gráfico (área verde).

As IES₁ e IES₂ apresentam uma alta similaridade na gestão de redução de uso de papeis e plásticos (domínio III) (área roxa). Já no domínio IV há uma maior similaridade entre as IES₂ e a IES₃ (área azul). No domínio V, a localização dos pontos das IES₂ e IES₃ no mesmo quadrante mostra algum grau de similaridade, enquanto a IES₁ apresenta um comportamento diferente bem abaixo das demais. No geral, a avaliação do somatório dos escores de todos os domínios confirma uma maior similaridade entre a IES₂ e a IES₃ (área rosa).

Figura 2 – Análise multidimensional escalonada da similaridade entre as IES quanto aos diferentes

domínios relacionados à gestão de resíduos.



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Legenda: IES1_DomI; IES2_DomI; IES3_DomI: Análise de similaridade a partir das medianas dos scores das IES 1, 2 e 3 no domínio I; IES1_DomII; IES2_DomII; IES3_DomII: Análise de similaridade a partir das medianas dos scores das IES 1, 2 e 3 no domínio II; IES1_DomIII; IES2_DomIII; IES3_DomIII: Análise de similaridade a partir das medianas dos scores das IES 1, 2 e 3 no domínio III; IES1_DomIV; IES2_DomIV; IES3_DomIV: Análise de similaridade a partir das medianas dos scores das IES 1, 2 e 3 no domínio IV; IES1_DomV; IES2_DomV; IES3_DomV: Análise de similaridade a partir das medianas dos scores das IES 1, 2 e 3 no domínio V; IES1_DomT; IES2_DomT; IES3_DomT: Análise de similaridade a partir das medianas dos scores total dos domínios das IES 1, 2 e 3.

Diante do exposto, o resultado aponta que a maior IES, uma Universidade Pública Federal, teve um desempenho abaixo das demais em todos os domínios, um contrassenso considerando que, ao mesmo tempo em que é a que mais produz RSs, devido a ter maior quantitativo de cursos, de discentes, de docentes e corpo técnico administrativo, é também a que menos realiza programas e ações de gestão de resíduos sólidos; consequentemente, é a que mais destina seus resíduos ao aterro da cidade de maneira inadequada, segundo a percepção dos profissionais entrevistados. Analogamente, estudos têm apontado que poucas universidades nos países em desenvolvimento estão fazendo os ajustes necessários para reduzir o impacto negativo das operações do Campus sobre o meio ambiente e incorporar a sustentabilidade em seus sistemas (Ramdan, Shams, Imteaz, Ahsan, & Honda, 2023).

Para tanto, estudos mostram que as universidades possuem um papel estratégico na incorporação da sustentabilidade ambiental no ensino, pesquisa e extensão como um pilar fundamental na formação dos discentes, tendo em vista que esta etapa é o preâmbulo da incorporação dos estudantes à vida profissional. Ensinar como garantir e buscar a conservação dos recursos naturais no marco do ensino universitário é um tema crucial para garantir a sustentabilidade ambiental a partir da supervivência econômica, das questões éticas, ambientais e sociais (Viñals e Teruel, 2021).

Dessa maneira, além de estimular pesquisadores, destaca-se pela participação estudantil, pois envolve jovens cidadãos das IES, que adquirem práticas de sustentabilidade que farão parte do seu percurso de vida ao longo dos anos (Cirrincione, Dio, *et al.*, 2022).

4 Conclusões

Este estudo permitiu analisar a percepção dos trabalhadores que atuavam em IES de Boa Vista/Roraima, localizada na Região Amazônica. Dessa forma, permitindo uma avaliação de como suas instituições realizavam a gestão e o gerenciamento dos RSs.

Na análise comparativa de performance das IES, o resultado por domínio de avaliação de gestão RSs mostrou que a IES₁, apesar de ser a maior em número de alunos, cursos ofertados, docentes e a mais antiga é a que, na percepção dos trabalhadores, menos implementa políticas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, apresentando baixo desempenho em todos os domínios. No resultado geral, IES₃ apresentou melhor resultado apenas em relação às demais IES, enquanto a IES₂ demonstrou realizar ações concretas e difundidas com envolvimento dos trabalhadores, ainda que não tenha atingido pontuações máximas nos domínios; no entanto, no cômputo geral apresentou melhor desempenho, segundo a percepção dos trabalhadores.

Como limitação do estudo, não foi possível realizar uma correlação com índices objetivos da avaliação da gestão e gerenciamento dos RSs, avaliando apenas a percepção dos trabalhadores. No entanto, os dados da pesquisa apontam duas hipóteses: I - a percepção dos trabalhadores das IES reflete a necessidade de melhorar os programas de gestão e gerenciamento de resíduos adotados nas instituições; II - é possível que haja programas de gestão e gerenciamento adequados nas IES; porém, o conhecimento sobre essas políticas não chega aos trabalhadores.

Para estudos futuros, sugere-se a análise de composição gravimétrica dos RSs produzidos nas IES, a fim de identificar, quantificar e qualificar os principais tipos de resíduos produzidos, com o objetivo de identificar como as IES realizam a gestão dos RSs.

Referências

- ABRELPE. (2022). *Sobre o panorama de resíduos sólidos no Brasil 2022*. Acesso em 15 de Março de 2023, disponível em abrelpe.org.br/panorama/: <https://abrelpe.org.br/panorama/>
- Adeniran, A., Nubi, A., & Adelopo, A. (2017). Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste management*, 3-10.
- Bahçelioglu, E., Bugdaycı, E. S., Dogan, N. B., Şims,ek, N., Kaya, S. Ö., & Alp, E. (2020). Integrated solid waste management strategy of a large campus: A comprehensive study on METU campus, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 121715.
- Barbosa, F. C., Mol, M. P., & Barros, R. T. (2020). Minimizing laboratory waste and improving material reuse through chemical waste exchange: Case of a Brazilian institution. *Waste Management & Research*, 1064–1072.
- Brasil. (2 de agosto de 2010). *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*. Fonte: <https://www.planalto.gov.br/>: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm
- Brasil. (29 de março de 2021). *Dispõe sobre princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública*. Fonte: <https://www.planalto.gov.br/>: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114129.htm
- Brasil. (12 de Janeiro de 2022). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Fonte: [planalto.gov.br](https://www.planalto.gov.br/): https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm
- Budihardjo, M. A., Humaira, N. G., Putri, S. A., Ramadan, B. S., Syafrudin, S., & Yohana, E. (2021). Sustainable Solid Waste Management Strategies for Higher Education Institutions: Diponegoro University, Indonesia Case Study. *Sustainability*, 13(13242), 1-15.
- Buenafuente, S. M., Galdino, L. K., & Barbosa, R. (2024). Lavrado de Roraima: caracterização ecogeográfica e potencialidades socioeconômicas para os povos indígenas. *Acta Geográfica*, 78-97.
- Cadernos de Educação Ambiental. (2014). *Resíduos Sólidos*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo.
- Campitelli, A., Aryoug, O., Ouazzani, N., Bockreis, A., & Schebek, L. (2023). Assessing the performance of a waste management system towards acircular economy in the Global South: The case of Marrakech (Morocco). *Waste Management*, 259-269.
- Campos, C., Pinto, F., & Barbosa, R. I. (2008). *O Lavrado de Roraima: importância biológica, desenvolvimento e conservação na maior savana do Bioma Amazônia*. Boa Vista: INPA.

- Carvajal-Flórez, E., Yepes, J. J., & Erazo, M. I. (2023). Caracterización de residuos sólidos en una institución de educación superior: caso de estudio campus Robledo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín Characterization of solid waste an institution of higher education: A case study of the Robl. *Tecnología y ciencias del agua*, 1-37.
- Cirrincione, L., Dio, S. D., Peri, G., Scaccianoce, G., Schillaci, D., & Rizzo, G. (Janeiro de 2022). A Win-Win Scheme for Improving the Environmental Sustainability of University Commuters' Mobility and Getting Environmental Credits. *Energies*, 15(396), 2-19.
- Greenmetric. (2023). *UI GreenMetric World University Rankings:Background of The Ranking*. Acesso em 01 de abril de 2023, disponível em greenmetric.ui.ac.id/about/methodology: <https://greenmetric.ui.ac.id/about/methodology>
- Haksevenler, B. H., Kavak, F. F., & Akpınar, A. (2022). Separate waste collection in higher education institutions with its technical and social aspects: A case study for a university campus. *Journal of Cleaner Production*, 133022.
- Ho, C. C., & Chen, M. S. (2018). Risk assessment and quality improvement of liquid waste management in Taiwan University chemical laboratories. *Waste management*, 578-588.
- Hossain, S., Al-Hamadani, S. M., & Rahman, T. (2015). E-waste: A Challenge for Sustainable Development. *Journal of Health & Pollution*, 1-9.
- Lima, J. D. (2002). *Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*. João Pessoa: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental Seção Paraíba.
- Mann, D., Kwon, J., Naughton, S., Boylan, S., Chan, J., Charlton, K., . . . Sacks, G. (2021). Development of the University Food Environment Assessment (Uni-Food) Tool and Process to Benchmark the Healthiness, Equity, and Environmental Sustainability of University Food Environments. *International Journal os Environment Researh and Public Health*, 18(11895), 1-17.
- Mannocci, A., Bella, O. d., Barbato, D., Castellanit, F., Torre, G. L., Giusti, M. D., & Cimmuto, A. D. (2020). Assessing knowledge, attitude, and practice of healthcare personnel regarding biomedical waste management: a systematic review of available tools. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 717-725.
- Meireles, R. R., Morales, G. P., Pereira, F. M., Menezes, M. M., Duarte, J. P., Silva, D. F., . . . Leal, M. V. (2022). Avaliação de Impactos Ambientais dos Resíduos Sólidos na Universidade do Estado do Pará, Campus V - CCNT. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 1336-1351.
- Méndez-Lazarte, C., Bohorquez-Lopez, V. W., Caycho-Chumpitaz, C., & Estrada-Merino, A. (2023). Attitude Is Not Enough to Separate Solid Waste at Home in Lima. *Recycling*, 2-17.

- MMA. (2023). *Agenda Ambiental na Administração Pública*. Acesso em 01 de Abril de 2023, disponível em a3p.mma.gov.br: http://a3p.mma.gov.br/wp-content/uploads/Como_Implantar_a_A3P/Documentos/tab-5-Indicadores-da-A3P-versao-final.pdf
- Moqbel, S., Abu-Zurayk, u., Bozeya, A., Alsisan, R., & Bawab, A. A. (2020). Assessment of sustainable recycling at The University of Jordan. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 1111-1129.
- Moreira, R., Malheiro, T. F., Alfaro, J. F., Cetrulo, T. B., & Ávila, L. V. (2018). Solid waste management index for Brazilian Higher Education Institutions. *Waste Management*, 292-298.
- Nolasco, E., Duraes, P. H., Gonçalves, J. P., Oliveira, M. C., Abreu, L. M., & Almeida, A. N. (2022). Characterization of solid wastes as a tool to implement waste management strategies in a university campus. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, pp. 217-236.
- Owojor, O., Edokpayi, J. N., Mulaudzi, R., & Odiyo, J. O. (2020). Characterisation, Recovery and Recycling Potential of Solid Waste in a University of a Developing Economy. *Sustainability*, 2-17.
- P. Latugan, J. J., G. Bonicillo, J. C., Eyawa, M. Q., & Ngohayon, M. T. (2024). Analysis and Characterization of Municipal Solid Wastes Generated in Ifugao State University Potia Campus: A Basis For Planning of Waste Management. *Nature Environment and Pollution Technology*.
- Ramdan, H. B., Shams, S., Imteaz, M. A., Ahsan, A., & Honda, T. (2023). Addressing sustainability through waste management: a perspective from higher education institutions in Southeast Asia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 873-885.
- Rugatiri, J., Abidin, Z., & Ismail, U. (2021). Assessing solid waste management strategy in higher education institutions of Indonesia: A case study of IPB University. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1-11.
- Santaella, S. T., Brito, A. E., Costa, F. d., Castilho, N. M., Mio, G. P., Filho, E. F., . . . Salek, J. M. (2014). *Resíduos Sólidos e a atual Política Ambiental Brasileira*. Fortaleza : UFC/LABOMAR/NAVE.
- Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., & Ozor, P. A. (2020). Solid waste quantification and characterization in university of Negeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management. *Heliyon*, 1-9.
- Veras, A. T., Veras, L. P., & Anjos, J. N. (2019). O Papel da TICS no contexto da imigração Venezuelana para Roraima . Em A. R. Filho, & S. S. Júnior, *Roraima 30 anos: Prof.Rafael da Silva Oliveira, ideário e pluralidade geográfica da Amazônia Setentrional* (pp. 7-287). Boa Vista : UFRR.
- Viñals, M. J., & Teruel, L. (março de 2021). La perspectiva de la sostenibilidad medio ambiental en estudios de máster y doctorado en turismo en España. *Cuardenos de Turismo* , 47, 487-513.

2.1 ARTIGO 1 – VERSÃO PUBLICADA NA REVISTA WASTE MANAGEMENT BULLETIN

Waste Management Bulletin 3 (2025) 153–162



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Waste Management Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wmb





Workers' perception of solid waste management in higher education institutions in the Amazon region of Brazil

Maria do Céu de Sena Moura^{a,*}, Geórgia Patrícia da Silva Ferko^a,
Marcos Felipe Falcão Sobral^b, Pedro Alves da Silva Filho^c

^a Universidade Federal de Roraima (UFRR), Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT), Brazil
^b Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural (PADR), Brazil
^c Universidade Federal de Roraima (UFRR), Departamento de Engenharia Civil, Brazil

ARTICLE INFO

Keywords:
Environmental sustainability
Environmental education
Solid waste
Recycling

ABSTRACT

Higher education institutions (HEIs) offer promising opportunities to develop strategies and actions for managing Solid Waste (SW). This study aimed to analyze the perceptions of employees working at HEIs in Boa Vista, Roraima, Brazil, on how their institutions manage SW. HEIs 1 and 2 (public) and HEI 3 (private) were evaluated. The study method was qualitative and quantitative. Face-to-face interviews were conducted using a questionnaire addressing five domains of Waste Management: I – Recycling program; II – Treatment of organic waste; III – Campaign to reduce the use of paper and plastic; IV – Treatment of inorganic waste; and V – Treatment of toxic waste. A multidimensional similarity analysis was carried out between the HEIs. HEI2 showed better overall performance when compared to the other HEIs ($p = 0.012$). In domain I, only HEI 2 has a selective waste collection program and disposes of waste properly (score = 150, $p < 0.001$). None of the HEIs treat organic waste (domain II). In Domain III, only public HEIs dematerialize administrative procedures and processes. Only HEI2 and HEI3 maintained similar behavior on domain IV (score = 300). In domain V, all HEIs have outsourced companies specialized in waste collection. The multidimensional analysis showed a high similarity among the HEIs. In conclusion, the HEI 2 showed slightly better waste management practices according to the worker's perception. However, all HEIs in Roraima still need to make progress in managing their SWs.

Introduction

The high generation of solid waste (SW) has been highlighted in government management in Brazil and worldwide (ALBREPE, 2022; Meireles et al., 2022). The disposal of solid urban waste occurs frequently and is associated with a series of problems, including poverty, inadequate management, urbanization, population growth, low standards of living, and lack of environmental awareness. In addition to these social and economic factors, the increase in waste generation is attributed to population growth with significant urban concentration, evolving consumer habits, technological advances, particularly in information technology and industrial automation, and economic expansion. The widespread effects of globalization have further exacerbated these factors. (Anstey Vathani and Logeshwari, 2023).

Consequently, all these factors that lead to increased waste generation challenge public management by causing severe problems for cities,

including the issue of waste treatment (Latugan et al., 2024). When waste is disposed of inappropriately, it can lead to the proliferation of animal vectors of serious diseases, obstruction of the urban rainwater drainage system, chaos in rainy seasons, contamination of soil and water with chemical and biological agents, and, consequently, compromising the quality of life of animals and humans (Silva and Bessa, 2022).

In Brazil, Law n. 12.305 of August 2, 2010, instituted the National Solid Waste Policy (PNRS), and Decree-Law n. 10.936, of January 12, 2022, which regulated the respective Law, establishes the responsibilities of the generators of SRs and the public authorities in what comprises the management of SRs in the actions carried out directly or indirectly from the generating source in the stages of collection, transportation, transshipment, treatment, destination, and environmentally appropriate disposal (Brazil, 2010, 2022).

The PNRS defines RS management as a set of actions carried out, directly or indirectly, in the stages of collection, transportation,

* Corresponding author at: Universidade Federal de Roraima (UFRR), Av. Nova Jorque - Aeroporto, Boa Vista, RR, Brazil 69310-000.
E-mail addresses: mariaceu.moura@ufpe.br (M.C. de Sena Moura), georgia.ferko@ufrr.br (G.P. da Silva Ferko), marcos.sobral@ufrr.br (M. Felipe Falcão Sobral), pedro.filho@ufrr.br (P.A. da Silva Filho).
<https://doi.org/10.1016/j.wmb.2025.01.002>

Available online 13 January 2025
2949-7507/© 2025 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

transshipment, treatment, and environmentally appropriate final disposal of SW and waste following the municipal plan for integrated SW management and the SW management plan (Brazil, 2010).

Based on this definition from the National Solid Waste Policy (PNRS), it is possible to infer that waste management encompasses activities related to strategic decision-making regarding institutional, administrative, operational, financial, and environmental aspects. In other words, it involves organizing the sector for this purpose, including policies, tools, and resources. Meanwhile, management for strategic planning refers to the set of technical and operational actions aimed at implementing, guiding, coordinating, controlling, and overseeing the objectives established in the management process (Brazil, 2010).

In this context, higher education institutions (HEIs) are involved in the issue of increased waste generation, as they generate various types of waste. However, their most significant role lies in their genuine mission to train workers for the job market across various fields of knowledge to solve diverse social problems. This underscores the crucial impact of waste management on future generations (Owojori et al., 2020).

As waste generators, HEIs consume resources and produce large amounts of waste through their teaching, research, outreach, and administrative activities. They also consume water, energy, chemicals, and biological inputs. Most waste comes from administrative activities, including recyclable plastic, paper, etc. Their various sectors produce different types of waste: restaurants generate domestic waste, while laboratories and hospitals produce contaminating and toxic waste (Carvajal-Flórez et al., 2023).

Furthermore, universities provide a promising environment to develop, test, and promote strategies and actions to transform various settings (Rugatiri et al., 2021). Historically, the education sector has been a leader in innovation and social change, given its ability to develop and enact policies, mobilize communities, build infrastructure, and educate students as future citizens, using their campuses to model and test new ideas (Mann et al., 2021).

The study evaluated the perceptions of HEI employees based on their knowledge of practices across five domains of solid waste management. Public perception studies encompass a range of attitudes and opinions, offering valuable insights into how individuals engage with natural resources and ecosystems. In this context, research on environmental perception is essential for understanding the complex dynamics between humans and their environment. Such studies effectively assess individuals' expectations, aspirations, attitudes, judgments, behaviors, and knowledge regarding the practices in HEIs (Macêdo Coelho et al., 2022).

At the international level, a study conducted in Indonesia showed that effective waste management strategies at universities are recognized as efforts to achieve campus sustainability. Universities are the center of multiple activities involving students, faculty, staff, and other stakeholders who contribute to energy, water, and resource consumption patterns in their teaching, research, and outreach activities (Budihardjo et al., 2021).

A study conducted at universities in Brazil and the United States also presented a Solid Waste Management Index (IGRS). It concluded that it was promising in providing graphical results to decision-makers in HEIs, highlighting the status of waste management, identifying weaknesses in legal requirements, and enabling benchmarking between Centers, Institutes, and HEIs (Moreira et al., 2018). Thus, it can be inferred that indexes and waste management models are essential for decision-makers, contributing to safety and well-being in any society and helping solve global problems (Campitelli et al., 2023).

The relevance of this study stems from economic and social factors, as the waste produced at HEIs should follow a waste management model that, instead of being sent to municipal landfills, could generate employment and income for the community. It also involves institutional factors, such as university waste-related issues and physical, chemical, biological, behavioral, and academic management challenges.

Given the state's prominent role in Brazil, HEIs must act on waste

management in Roraima. In addition to its historical, social, cultural, and economic importance, Roraima is home to rich biodiversity in both fauna and flora, whose preservation is crucial for environmental sustainability in the Amazon region (Buenafuente et al., 2024).

The primary objective of this study was to analyze the perceptions of managers and employees working in HEIs in Boa Vista/Roraima regarding how their institutions manage waste.

Materials and methods

General characterization of the study area

This study was conducted in three Higher Education Institutions (HEIs): IES1, a Federal University; IES2, a Federal Institute; and IES3, a Private College, all located in the city of Boa Vista in the state of Roraima, Northern Region of Brazil (Fig. 1). Roraima is part of the Amazon Biome, covering approximately 224,000 km², and shares borders with the Bolivarian Republic of Venezuela, the Cooperative Republic of Guyana, and the Brazilian states of Pará and Amazonas, totaling 1,922 km of border. According to data from IBGE in 2017, its total population was estimated at 522,633 (Buenafuente et al., 2024).

The HEIs were invited to participate in the study through a letter of consent sent and signed by its respective responsible manager. Participants were informed about the terms, duration, and objectives of the study before signing the Informed Consent Form (ICF).

Data collection

The data collection process was driven by a comprehensive questionnaire, designed to gauge the interviewees' perceptions of their HEIs' SW management. Conducted in person at the respondents' workplaces, the interviews took place from October to December 2023, following initial contact and permission from the interviewee.

The questionnaire was developed based on the categories and indicators proposed by UI Greenmetrics (UI Greenmetric, 2023), with modifications that included the guidelines of A3P (MMA, 2023). This created a tool that would enable a diagnosis of SW management practices at the HEIs, reflecting the reality of Brazilian universities. In summary, the questionnaire was structured into five (5) analysis categories and twenty-three (23) indicators related to solid waste management and scores as described in Table 1.

Inclusion and exclusion criteria

The inclusion criteria included HEIs with an active academic calendar, campuses operating normally, and respondents who affiliate with the institutions. Interviews were conducted with managers and staff from Rectorates, Pro-Rectorates, and Academic Centers, which included classrooms, laboratories, offices, university restaurants, libraries, common areas, and campus administration. Students were excluded from the study due to the technical nature of the questions, as responses without knowledge of the waste management processes could introduce information bias.

Statistical analysis

Descriptive and comparative analyses were performed using Jamovi v. 2.3.28. Qualitative variables were represented by their absolute and relative frequencies. Quantitative variables were first assessed for data distribution using the Shapiro-Wilk test. Data with Gaussian distribution were represented by mean and standard deviation, and differences between means were evaluated using ANOVA and post-hoc Tukey tests. Non-parametric data were represented by median, minimum, and maximum values, and differences between medians were evaluated using the Kruskal-Wallis' test, followed by the posthoc Dunn's multiple comparisons test. A multidimensional scaling analysis was conducted

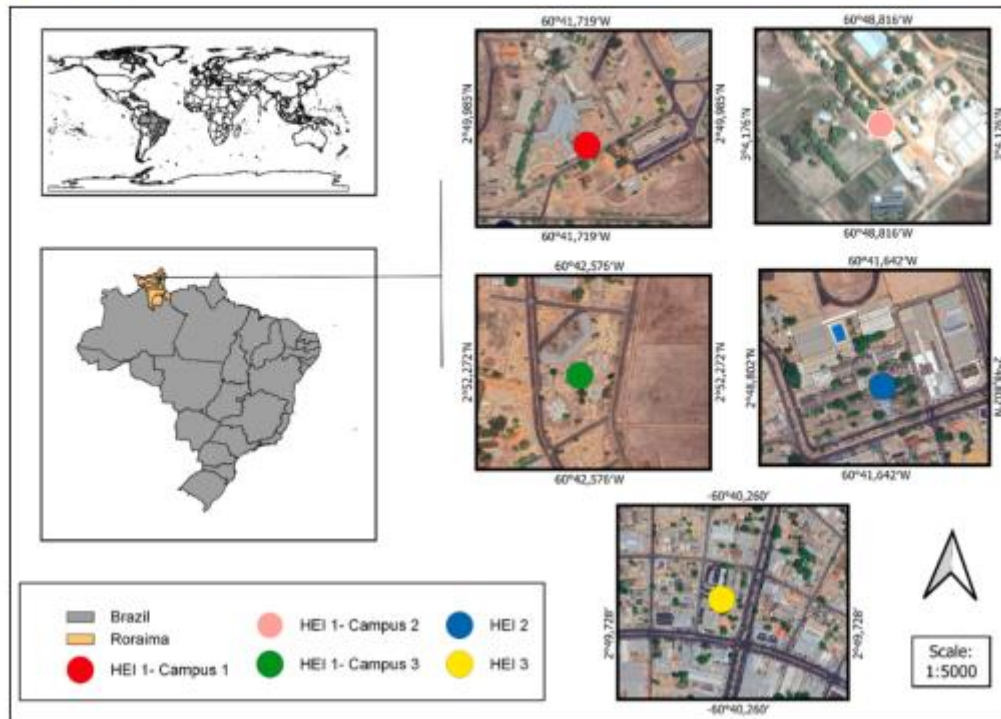


Fig. 1. Geographical location of HEIs. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.) Source: QGIS platform. (September 23, 2024), using the following cartographic bases: 1. Method: Lat/Long 2. Datum: SIRGAS 2000, EPSG: 4674 3. Data source: IBGE (2019) and Google Satellite Images (2024). Legend: Red circular area - HEI1 Campus 1; Pink circular area - HEI1 Campus 2; Green circular area - HEI1 Campus 3; Blue circular area - HEI2 Campus; Yellow circular area - HEI3 Location

using SPSS version 18.0 for Windows (IBM, New York, USA) to evaluate the similarity between the HEIs regarding waste management.

Results and discussion

Sample profile

One hundred and forty-seven subjects were interviewed, of whom 111 from HEI1, 15 from HEI2, and 22 from HEI3. To avoid analysis bias due to the larger size of HEI 1 compared to HEI 2 and 3, 20 participants from Group 1 were randomly selected, ensuring comparability between groups for statistical analyses. The average age of the participants was 40.7 ± 10.1 (22–67) years, with an even distribution by gender (53.6 % male; 46.4 % female). There was a higher concentration of workers with higher education degrees (19.6 %) and postgraduate degrees, including specialization (26.8 %), master's (23.2 %), and doctoral degrees (16.1 %). The participants had a multidisciplinary profile, with 37 distinct higher education degrees and six technical education backgrounds identified. This result reflects more experienced teams with qualifications in their respective fields.

Evaluation of HEIs by category/domain

In Domain I, the research question investigated whether, according to the respondent's perception, the HEIs implemented any recycling program for materials resulting from teaching, research, extension, and

management activities, such as disposing of paper, cardboard, plastic, cartridges, and toner. It also inquired whether the HEIs had a selective collection program and if the recycled materials were sent to co-operatives (Fig. 2).

In a comparative analysis of the HEIs, HEI 3 demonstrated superior performance in waste recycling programs, achieving high scores in waste recycling (score = 150; $p < 0.05$ compared to HEI 1), cartridge and toner recycling (score = 225; $p < 0.05$ compared to HEI 1), plastic recycling (score = 75), and selective waste collection (score = 225; $p < 0.05$ compared to HEI 1). In contrast, HEI2 excelled in paper recycling (score = 150; $p < 0.05$ compared to HEI 1), cardboard recycling (score = 112.5; $p < 0.01$ compared to HEI 1), and recyclable material sent to cooperatives (score = 150; $p < 0.05$ compared to HEI 1). Of the 3 institutions, only HEI 2 implemented a selective waste collection program and managed to dispose of recyclable waste in an environmentally appropriate manner, sending the materials to cooperatives through public notices for reuse in new production cycles. The other HEIs differed only in selective collection: HEI 1 does not implement it, while HEI3 does; however, both send their recyclable materials directly to landfills. HEI 2 exhibited higher and more consistent total domain scores, indicating a more favorable overall perception of waste management programs (Fig. 2).

Given the findings, waste separation remains a significant challenge for municipal and institutional programs in emerging economies, particularly in Latin America. This region's large cities and institutions are major contributors to the waste problem, with a significant

Table 1
Systematization of data collection.

Categories	Indicators	Answer	Score	Classification
a) Domain I – Recycling program for HEI waste	1. Waste recycling program at HEIs	None	0	None
		1–25 %	0.25 X	Low
	2. Paper recycling	25–50 %	300 =	Medium
	3. Cardboard recycling	50–75 %	75	High
	4. Cartridge and toner recycling	> 75 %	0.5 X	Very high
			300 =	
			150	
b) Domain II – Treatment of organic waste	5. Plastic recycling		0.75 X	
	6. Recyclable material sent to cooperatives		300 =	
	7. Selective waste collection		225	
			1 X	
	8. Treatment of vegetable matter	None	0	None
		–25 %	0.25 X	Low
	9. Treatment of food discarded in university restaurants	25–50 %	300 =	Medium
c) Domain III – Campaigns to reduce the use of paper and plastic on campus		50–75 %	75	High
		75 %	0.5 X	Very high
			300 =	
			150	
			0.75 X	
			300 =	
			2251 X	
d) Domain IV – Treatment of inorganic waste			300 =	
			300	
	10. Paper reuse.	None	0	None
	11. Use of non-disposable waste (cups and bags).	1 program	0.25 X	Low
	12. Double-sided printing policy.	2 programs	300 =	Medium
	13. Policy for dematerializing administrative procedures.	3 programs	75	High
		+ 3 programs	0.5 X	Very high
e) Domains V – Treatment of toxic waste			300 =	
			150	
			0.75 X	
			300 =	
			2251 X	
			300 =	
			300	
f) Domain VI – Treatment of chemical waste generated after laboratory activities	14. Disposal of fluorescent lamps	None	0	None
		–25 %	0.25 X	Low
	15. Disposal of batteries	25–50 %	300 =	Medium
		50–75 %	75	High
	16. Reverse logistics for fluorescent lamps	75 %	0.5 X	Very high
			300 =	
			150	
g) Domain VII – Treatment of obsolete materials	17. Disposal of computers		0.75 X	
			300 =	
	18. Disposal of printers		2251 X	
			300 =	
	19. Disposal of unused telephone handsets		300	
	20. Disposal of obsolete fax machines and similar			
h) Domain VIII – Treatment of health waste	21. Separate treatment of septic waste from health course activities	None	0	None
		–25 %	0.25 X	Low
		25–50 %	300 =	Medium
		50–75 %	75	High
		75 %	0.5 X	Very high
			300 =	
			150	
i) Domain IX – Treatment of hospital (health) waste by a certified company	22. Classification and handling of hospital (health) waste by a certified company		0.75 X	
			300 =	
			2251 X	
	23. Treatment of chemical waste generated after laboratory activities		300 =	
			300	

Fonte: Adapted from Greenmetrics (2023) and MMA (2023).

percentage of it not being reused (Méndez-Lazarte et al., 2023). Therefore, the results of this research underscore the urgent need for improved waste management strategies in Latin America, including the Amazon region of Brazil.

In Domain II, the investigation highlighted how the HEIs handled their organic waste from meals and plant material. The study revealed that the HEIs dispose of organic and plant waste in regular trash bins without separation. At HEI1, 49 % of respondents stated that the waste is discarded in common trash bins; 28.6 % at HEI2 and 70 % at HEI3 disposed of the waste in regular trash. There was no difference between public and private HEIs, meaning they all followed the same practices (Fig. 3).

This result underscores the urgent need for organic waste treatment programs at HEIs. The improper disposal of organic waste can cause the proliferation of disease-carrying animals and lead to soil and water contamination by leachate (Silva and Bessa, 2022). To address this issue, HEIs, as teaching and research institutions, could create and develop opportunities for reusing the organic compounds genera (Haksevenler et al., 2022) rather than sending them directly to landfills. These wastes could be used in compost production to enrich soil and generate energy, as well as in gardens and reforestation efforts to preserve green areas on campus (Ugwu et al., 2020).

In Domain III, the research questions aimed to identify whether the HEIs conducted campaigns to reduce the use of paper and plastic on campus. The survey results revealed that none of the HEIs, neither public nor private, carried out campaigns to reduce the use of paper and plastic. This lack of formal campaigns, as highlighted during interviews with respondents from HEI1, is a cause for concern. While isolated actions exist, such as distributing reusable mugs, the absence of formal awareness campaigns targeting environmental consciousness among staff is a significant issue that needs to be addressed (Fig. 4).

The generation of paper and plastic waste at HEIs in emerging countries can range from 15 % to 25 % of all waste produced (Moqbel et al., 2020; Rugatiri et al., 2021). Transitioning to paperless courses and offices and adopting double-sided printing policies can help reduce university waste (Bahçelioglu et al., 2020). Studies in Brazil have shown that in universities from other regions, plastic, paper, and cardboard are the most concentrated elements in the waste produced; however, these types of waste have great potential for recovery through recycling (Nolasco et al., 2022).

As for the results for item policy for dematerializing administrative procedures in Domain III, HEIs 1 and 2 (both public; both scores = 75; $p < 0.05$ compared to HEI 3) have already established policies for dematerializing administrative processes and procedures, ensuring that all documents are created and processed digitally from start to finish. This follows the principle of non-waste generation and is an effective action resulting in reduced paper and ink usage, improved access to services, and reduced bureaucracy for citizens. This policy complies with Brazilian Law No. 14,129 of 2021, establishing principles, rules, and instruments for Digital Government and increasing public efficiency (Brazil, 2021).

In Domain IV, the study focused on the treatment of inorganic waste. The workers responded based on their knowledge of how the HEIs disposed of fluorescent lamps, batteries, computers, printers, fax machines, and other obsolete materials. The HEIs exhibited similar behavior in this aspect, although their performance ranged from low to medium. Nevertheless, respondents affirmed that the HEIs dispose of these items properly through public notices involving the local community to ensure that the materials are redirected to society (Fig. 5).

For items disposal of fluorescent lamps and Disposal of batteries, HEIs 2 and 3 showed similar performance in the treatment of batteries, lamps, and similar waste. According to the workers, HEI 1 does not adequately handle inorganic waste as required by Law 12,305/2010, which mandates the practice of reverse logistics for these materials (Brazil, 2010). When such electronic waste is dumped in regular landfills, the hazardous chemical components from these electronics can

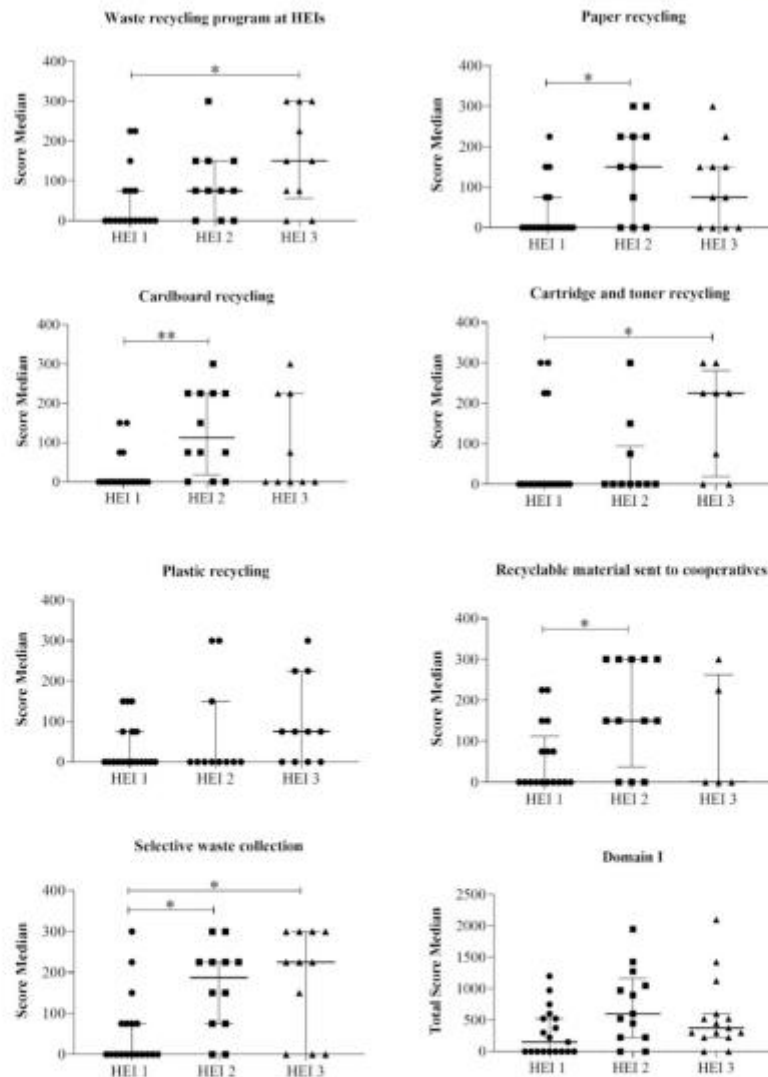


Fig. 2. Domain 1 – Recycling program for HEI waste. .

Source: Research data (2023). Legend: Graphics represent the median value with interquartile range. Each point represents an individual response. * - $p < 0.05$ and ** - $p < 0.01$ - Kruskal-Wallis with post-hoc Dunn's multiple comparisons comparing scores between institutions

have severe adverse impacts on ecosystems and human health, as evidenced by the potential carcinogenic and teratogenic effects (Hossain et al., 2015).

It is crucial to note that more than 60 % of electronic waste is comprised of various metal ions, with about 2.7 % being toxic metals. The proper management (collection, storage, recycling, and disposal) of this waste is of utmost importance due to the hazardous chemicals present in its composition, such as aluminum (Al), arsenic (As), bismuth (Bi), cadmium (Cd), chromium (Cr), mercury (Hg), nickel (Ni), lead (Pb), and antimony (Sb). This underscores the significance of effective

waste management practices in safeguarding the environment and human health.

Furthermore, the combustion of this electronic waste releases polycyclic aromatic hydrocarbons, polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans, which contaminate the soil, air, and water. Consequently, these emissions negatively impact the surrounding environment and pose harmful health effects due to their carcinogenic and teratogenic potential (Hossain et al., 2015).

Regarding disposing of or reusing computers and printers, HEI 1

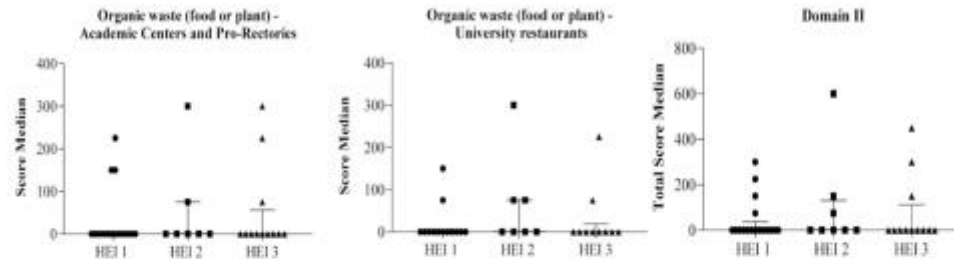


Fig. 3. Domain II – Treatment of organic waste. .
Source: Research data (2023). Legend: Graphics represent the median value with interquartile range. Each point represents an individual response

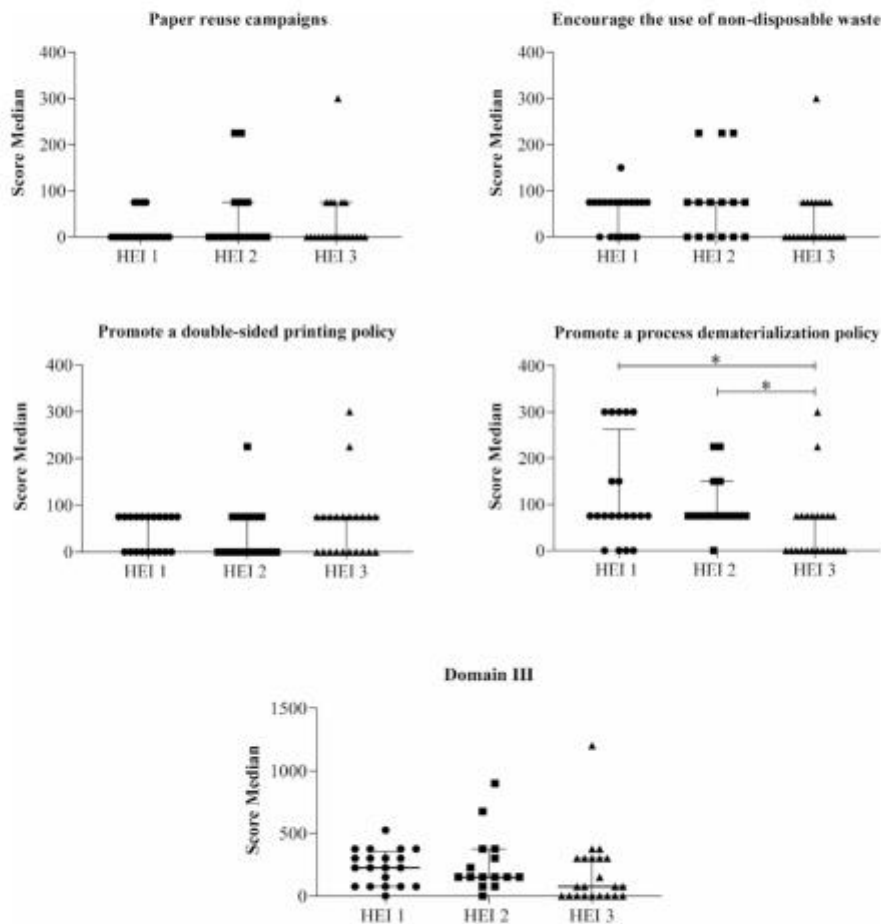


Fig. 4. Domain III – Campaign to reduce the use of paper and plastic. .
Source: Research data (2023). Legend: Graphics represent the median value with interquartile range. Each point represents an individual response * $p < 0.05$ - Kruskal-Wallis with post-hoc Dunn's multiple comparisons comparing scores between institutions

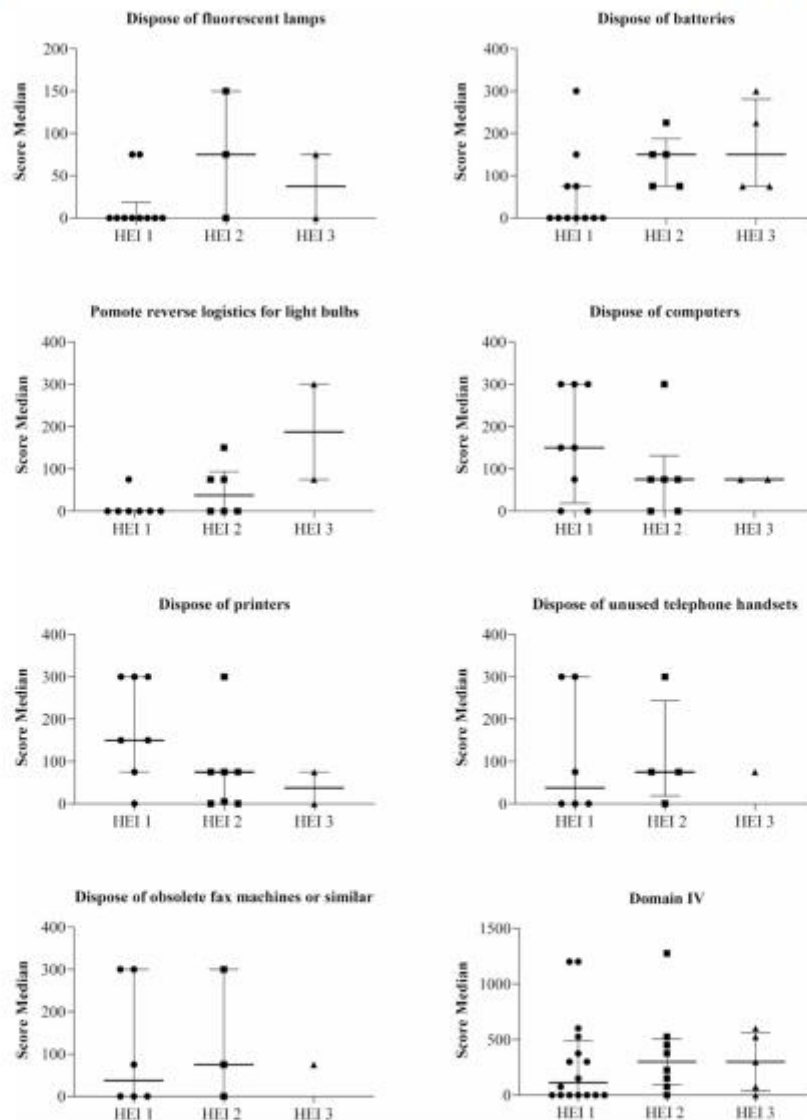


Fig. 5. Domain IV – Treatment of inorganic waste. .

Source: Research data (2023). . Legend: Graphics represent the median value with interquartile range. Each point represents an individual response

appears to have a more effective program. However, when analyzing the total score for Domain IV, it becomes evident that HEI 2 and HEI 3 outperform HEI 1 in this domain, though there is no statistical difference among the institutions.

In Domain V, the workers' perception was evaluated regarding treating toxic, septic, or contaminant solid waste, healthcare (hospital) waste, and chemical waste resulting from teaching, research, and extension activities conducted by the HEIs (Fig. 6). According to the National Solid Waste Policy (PNRS), toxic waste must be stored and

disposed of in an environmentally appropriate manner due to its risks to human and animal health (Brazil, 2010). During the interviews, respondents stated that the HEIs contract a certified company to handle and transport this waste. The separation and packaging process occurs after laboratory activities and practical classes (See Fig. 7).

There were no differences between the HEIs for septic toxic waste; all of them performed the treatment required by Law 12.305/2010. As for healthcare waste, all institutions performed adequately, although HEI3 performed significantly better than HEI1. A similar result was found in

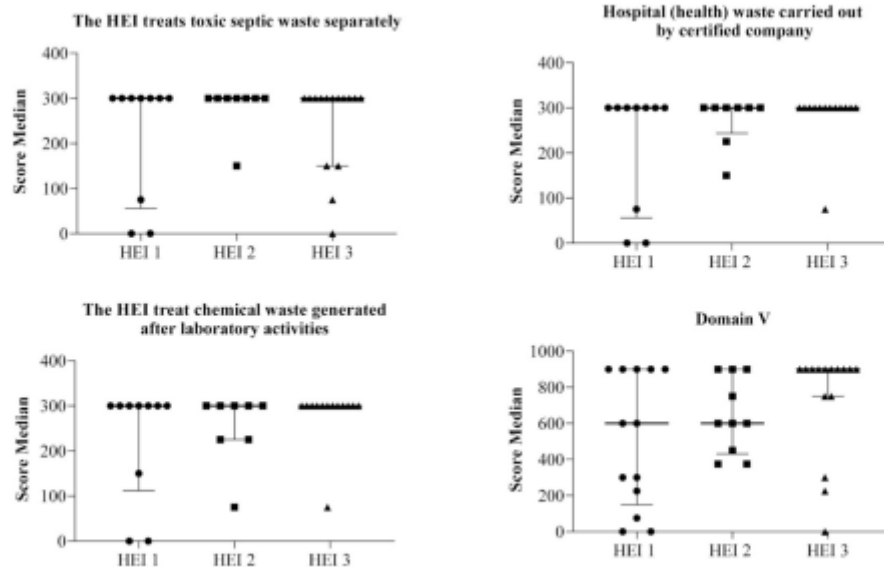


Fig. 6. Domain V- Treatment of toxic solid waste. .

Source: Research data (2023). Legend: Graphics represent the median value with interquartile range. Each point represents an individual response

treating chemical waste generated after laboratory activities (Table 1).

A study by Ho and Chen (2018) identified 10 key areas for improvement in the management of toxic solid waste, including proper classification, storage, and handling (Ho and Chen, 2018). By implementing these improvements, we can significantly enhance our waste management practices. Additionally, the reuse of chemicals for alternative uses and educational activities has shown promise in reducing chemical waste disposal (Barbosa et al., 2020).

Healthcare waste presents a unique challenge, requiring specialized disposal, storage, and treatment methods that often result in higher expenses and costs. To mitigate health risks associated with handling this type of waste, it is crucial to invest in comprehensive training for the workers responsible for its management (Mannocci et al., 2020).

The overall evaluation identified that HEI 1, HEI 2 and HEI3 have a similar profile regarding their SW management practices, with HEI 2 performing better than the others only in Domain I, HEI 2 and HEI 3 in Domain IV and HEI 1 in Domain III. However, there is significant potential for improvement in waste management across all institutions. Of the three institutions assessed, HEI2 achieved the best results in terms of SW management, according to the respondents' perception, as it conducts recycling programs, works on reducing paper and plastic on campus (albeit in an early stage), and handles inorganic and toxic waste.

However, a deeper analysis of the results shows that even in institutions with better performance, the academic community's perception of waste management still needs to improve. This suggests that the actions may not be formally implemented through well-disseminated programs and projects among employees. Previous studies have affirmed that organizations and institutions constantly impact environmental sustainability due to poor policy implementation and insufficient awareness regarding solid waste (Adeniran et al., 2017).

This study also conducted a multidimensional analysis, which presents the similarities between the HEIs regarding their perception of waste management. The multidimensional analysis reveals that, with the exception of Domain IV at HEI 3, the performance across all other domains is similar among the three institutions, despite some variations

in intra-domain perceptions. The discrepancy observed in Domain IV at HEI 3 may be attributed to a reduction in the number of respondents.

Taken together, the results indicate that the largest HEI, a Federal Public University, performed worse than the others across all domains, a contradiction considering that it produces the most waste due to its more significant number of courses, students, faculty, and administrative staff. At the same time, the institution implements the fewest waste management programs and actions, consequently sending most of its waste to the city landfill inadequately, according to the workers interviewed. Similarly, studies have shown that few universities in developing countries are making the necessary adjustments to reduce the negative environmental impact of campus operations and incorporate sustainability into their systems (Ramdan et al., 2023).

Studies show that universities play a strategic role in incorporating environmental sustainability into teaching, research, and outreach as a fundamental pillar in student education, considering that this stage is the prelude to students entering work life. Teaching how to ensure and seek the conservation of natural resources within the higher education framework is crucial for ensuring environmental sustainability and addressing economic survival and ethical, environmental, and social issues (Viñals and Teruel, 2021).

In this way, beyond encouraging researchers, the focus on student participation is highlighted, as it involves young citizens from HEIs who acquire sustainability practices that will become part of their life journey over the years (Cirrincione et al., 2022).

Conclusions

This study analyzed the perceptions of workers at higher education institutions (HEIs) in Boa Vista, Roraima, located in the Amazon region. It also evaluated how their institutions manage and handle waste.

In the comparative performance analysis of the HEIs, the results by waste management domain showed that HEI1 was perceived by the workers as the institution that implements the fewest waste management policies, displaying poor performance across all domains despite

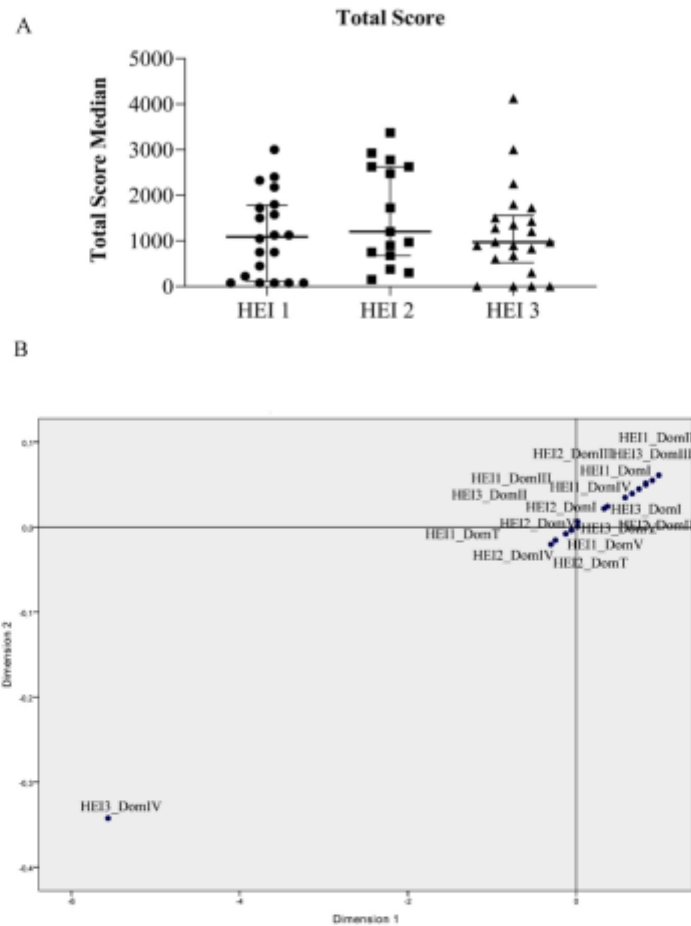


Fig. 7. Multidimensional scaled analysis of the similarity among higher education institutions regarding the different domains related to waste management. . Source: Prepared by the author (2024). Legend: A - Graphics represent the median value with interquartile range. Each point represents an individual response. B- Multidimensional Analysis Graphic - HEI1_DomI; HEI2_DomI; HEI3_DomI: Analysis of similarity based on the median scores of HEIs 1, 2 and 3 in domain I; HEI1_DomII; HEI2_DomII; HEI3_DomII: Similarity analysis based on the median scores of HEIs 1, 2 and 3 in domain II; HEI1_DomIII; HEI2_DomIII; HEI3_DomIII: Similarity analysis based on the median scores of HEIs 1, 2 and 3 in domain III; HEI1_DomIV; HEI2_DomIV; HEI3_DomIV: Analysis of similarity based on the medians of the scores of HEIs 1, 2 and 3 in domain IV; HEI1_DomV; HEI2_DomV; HEI3_DomV: Analysis of similarity based on the medians of the scores of HEIs 1, 2 and 3 in domain V; HEI1_DomT; HEI2_DomT; HEI3_DomT: Analysis of similarity based on the medians of the total scores of the domains of HEIs 1, 2 and 3

having the most significant number of students, courses offered, faculty. Overall, HEI2 performed better than the other institutions. At the same time, HEI2 was found to carry out concrete and well-disseminated actions with worker involvement, although it did not achieve the highest scores in all domains. However, in the overall assessment, HEI2 demonstrated the best performance, according to the workers' perceptions.

A limitation of the study was the inability to correlate the results with objective waste management evaluation indices, relying solely on the workers' perceptions. Nevertheless, the research data suggest two hypotheses: I – the workers' perceptions reflect the need to improve the waste management programs adopted by the institutions; II – it is crucial to ensure that workers are fully aware of the waste management policies that may already exist at the HEIs.

For future studies, it is suggested to conduct a gravimetric analysis of the waste produced by the HEIs. This will help to identify, quantify, and qualify the main types of waste generated, with the aim of determining how the institutions manage their waste. The potential for future studies in this area is both intriguing and promising.

Consent to publication statement

All the authors have contributed to the development and writing of the manuscript and have also reviewed and agreed to its publication.

CRediT authorship contribution statement

Maria do Céu de Sena Moura: Writing – review & editing, Writing –

original draft, Visualization, Validation, Supervision, Software, Resources, Project administration, Methodology, Investigation, Formal analysis, Data curation, Conceptualization. Geórgia Patrícia da Silva Perko: Writing – review & editing, Writing – original draft, Visualization, Validation, Supervision, Software, Methodology, Formal analysis. Marcos Felipe Falcão Sobral: Visualization, Validation, Supervision, Software, Resources, Project administration, Methodology, Investigation, Formal analysis, Data curation, Conceptualization. Pedro Alves da Silva Filho: Writing – original draft, Visualization, Validation, Supervision, Software, Methodology, Investigation, Formal analysis, Conceptualization.

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

References

- Adeniran, A., Nubi, A., Adedapo, A., 2017. Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste Manag.* 3–10.
- Bahçeloğlu, E., Bugdayci, E. S., Dogan, N. B., Şimsak, N., Kaya, S. Ö., & Alp, E. (2020). Integrated solid waste management strategy of a large campus: A comprehensive study on METU campus, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 121715.
- Bachosa, F.C., Mol, M.P., Barro, R.T., 2020. Minimizing laboratory waste and improving material reuse through chemical waste exchange: case of a Brazilian institution. *Waste Manag. Res.* 1064–1072.
- Brazil. (2010). Law No. 12.305, of August 2, 2010 - Establishes the National Solid Waste Policy; amends Law No. 9.605, of February 12, 1998; and makes other provisions. Source: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/lei12305.htm.
- Brazil. (2021). Law No. 14.129, of March 29, 2021 - Provides for principles, rules and instruments for Digital Government and for increasing public efficiency. Source: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/lei14129.htm.
- Brazil. (2022). Decree No. 10.936, of January 12, 2022 - Regulates Law No. 12.305, of August 2, 2010, which establishes the National Solid Waste Policy. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Source: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm.
- Budihardjo, M.A., Humaira, N.G., Putri, S.A., Ramadani, B.S., Syafrudin, S., Yohana, E., 2021. Sustainable solid waste management strategies for Higher Education Institutions: Diponegoro University, Indonesia case study. *Sustainability* 13 (13242), 1–15.
- Burnsfielde, S.M., Goldins, L.K., Barbosa, R., 2024. Lavrado de Rocinha: caracterização geográfica e potencialidades socioeconômicas para os povos indígenas. *Acta Geográfica* 78–97.
- Campitelli, A., Aryong, Q., Quazzani, N., Beckers, A., Schebek, L., 2023. Assessing the performance of a waste management system towards circular economy in the Global South: The case of Marrakech (Morocco). *Waste Manag.* 259–269.
- Carvajal-Pérez, E., Vepo, J.J., Eraso, M.J., 2023. Caracterización de residuos sólidos en una institución de educación superior: caso de estudio campus Bahía de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín characterization of solid waste in institution of higher education: a case study of the Rohl. *Tecnol. Ciencias Agua* 1–37.
- Cirincione, L., Dio, S. D., Peri, G., Scaccianoce, G., Schillaci, D., & Rizzo, G. (Janciro de 2022). A Win-Win Scheme for Improving the Environmental Sustainability of University Commuters' Mobility and Getting Environmental Credits. *Energies*, 15 (396), 2–19.
- GreenMetric. (2023). UI GreenMetric World University Rankings: Background of The Ranking. Access 01/04/2023, available in greenmetric.ui.ac.id/about/methodology.
- Hakuevler, B.H., Kavak, F.F., Akpinar, A., 2022. Separate waste collection in higher education institutions with its technical and social aspects: a case study for a university campus. *J. Clean. Prod.* 133022.
- Hu, C.C., Chen, M.S., 2018. Risk assessment and quality improvement of liquid waste management in Taiwan University chemical laboratories. *Waste Manag.* 578–588.
- Husain, S., Al-Hamadani, S.M., Rahman, T., 2015. E-waste: a challenge for sustainable development. *J. Health Pollut.* 1–9.
- P. Latugan, J. J., G. Bonicillo, J. C., Eyawa, M. Q., & Nghayon, M. T. (2024). Analysis and Characterization of Municipal Solid Wastes Generated in Ifugao State University Potia Campus: A Basis For Planning of Waste Management. *Nature Environment and Pollution Technology*.
- Mann, D., Kwon, J., Naughton, S., Boylan, S., Chan, J., Charlton, K., Sacks, G. (2021). Development of the University Food Environment Assessment (Uni-Food) Tool and Process to Benchmark the Healthiness, Equity, and Environmental Sustainability of University Food Environments. *International Journal on Environment Research and Public Health*, 18(11895), 1–17.
- Mannucci, A., Bella, O. d., Barbato, D., Castellani, F., Torre, G. L., Giusti, M. D., & Cimmino, A. D. (2020). Assessing knowledge, attitude, and practice of healthcare personnel regarding biomedical waste management: a systematic review of available tools. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 717–725.
- Meireles, R. B., Moraes, G. P., Pereira, F. M., Menezes, M. M., Duarte, J. P., Silva, D. F., Leal, M. V. (2022). Avaliação de Impactos Ambientais dos Resíduos Sólidos na Universidade do Estado do Pará, Campus V - CCNT. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 1336–1351.
- Méndez-Lacarte, C., Buhonquez-Lopez, V.W., Caycho-Chumpezu, C., Estrada-Merino, A., 2023. Attitude is not enough to separate solid waste at home in Lima. *Recycling* 3–17.
- MMA. (2023). Agenda Ambiental na Administração Pública. Acesso in April 1st, 2023, disponível em <http://a3p.mma.gov.br>: <http://a3p.mma.gov.br/wp-content/uploads/Como-Implementar-a-A3P/Documentos/tab-5-Indicadores-da-A3P-versao-final.pdf>.
- Moqbel, S., Abu-Zureik, u., Bazeza, A., Alkisan, R., & Bawab, A. A. (2020). Assessment of sustainable recycling at The University of Jordan. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 1111–1129.
- Murcia, R., Malheiro, T.F., Alfaro, J.F., Cetrulo, T.B., Ávila, L.V., 2018. Solid waste management index for Brazilian Higher Education Institutions. *Waste Manag.* 292–298.
- Nolasco, E., Dursen, P.H., Gonçalves, J.P., Oliveira, M.C., Abreu, L.M., Almeida, A.N., 2022. Characterization of solid wastes as a tool to implement waste management strategies in a university campus. *Int. J. Sustain. High. Educ.* 217–236.
- Owojor, O., Edokpayi, J.N., Mulaudri, R., Odiya, J.O., 2020. Characterisation, recovery and recycling potential of solid waste in a university of a developing economy. *Sustainability* 2–17.
- Ramdan, H.B., Shams, S., Intisar, M.A., Alwan, A., Honda, T., 2023. Addressing sustainability through waste management: a perspective from higher education institutions in Southeast Asia. *J. Mater. Cycles Waste Manag.* 873–885.
- Rugatiri, J., Albedin, Z., Ismail, U., 2021. Assessing solid waste management strategy in higher education institutions of Indonesia: A case study of IPB University. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1–11.
- Ugwu, C. O., Onogwu, C. G., & Onye, P. A. (2020). Solid waste quantification and characterization in university of Nigeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management. *Heliyon*, 1–9.

3 ARTIGO 2 - CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÃO DO ENSINO SUPERIOR, AMAZÔNIA SETENTRIONAL

Maria do Céu de Sena Moura¹, Georgia Patrícia da Silva Ferko², Pedro Alves da Silva Filho³, Marcos Felipe Falcão Sobral⁴, Ariane Amorim⁵, Franciele Oliveira Campos da Rocha⁶

¹Universidade Federal de Roraima (UFRR), Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT), Boa Vista, Roraima, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2439-2814>. E-mail: mariaceu.moura@ufpe.br

²Universidade Federal de Roraima (UFRR), Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT), Boa Vista, Roraima, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0020-6557>. E-mail: georgia.ferko@ufrr.br

³Universidade Federal de Roraima (UFRR), Departamento de Engenharia Civil, Boa Vista, Roraima, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3897-4954>. E-mail: pedroasfilho1820@gmail.com

⁴Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural (PADR), Recife, Pernambuco, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4768-2622>. E-mail: marcos.sobral@ufrpe.br

⁵Universidade Federal de Roraima (UFRR), Departamento de Engenharia Civil, Boa Vista, Roraima, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4504-5769>. E-mail: arianeamorim015@gmail.com

⁶Universidade Federal de Roraima (UFRR), Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT), Boa Vista, Roraima, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0242-4953>. E-mail: franciele.darocha@ufrr.br

RESUMO

As instituições de ensino superior (IES) desempenham papel estratégico na geração de conhecimento e na promoção de práticas sustentáveis, ao mesmo tempo em que consomem recursos e geram resíduos sólidos (RS). Este estudo teve como objetivo avaliar a composição gravimétrica e a gestão dos RS em três campi de uma IES localizada em Boa Vista, Roraima (Amazônia brasileira). Adotou-se o método qualiquantitativo, com a técnica de quarteamento da amostragem integral dos pontos de coleta. No Campus I, predominou a matéria orgânica, especialmente no restaurante universitário (RU) (mediana: 65,63). O Campus II apresentou segregação e destinação adequadas dos resíduos orgânicos do restaurante, prática não observada nos demais setores. Resíduos perigosos foram identificados misturados aos resíduos comuns foram encontrados nos Campus I e II. No Campus III, predominaram resíduos de poda e matéria orgânica, com potencial de compostagem ainda não explorado. A geração *per capita* (~0,022 kg/hab.dia) e peso específico foram homogêneos, porém sem diferenças estatísticas entre os campi. A falta de um programa institucional estruturado evidencia a necessidade urgente de gestão integrada de resíduos, alinhada à Política Nacional, para promover a sustentabilidade em IES da Amazônia.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Reciclagem. Ensaio de Quarteamento. Educação Ambiental. Gravimetria.

1 Introdução

A geração de RS configura-se como um dos principais desafios ambientais contemporâneos, intensificado pelo consumo acelerado e pela ausência de práticas sustentáveis. No século XXI, o tema ganhou destaque nas agendas políticas e ambientais, evidenciando a necessidade de ações estratégicas e efetivas. Nesse contexto, a gestão e o gerenciamento adequados dos RS são requisitos fundamentais para a conservação dos recursos naturais (Araújo e Aquino 2024). A gestão inadequada de RS não apenas compromete ecossistemas, mas também reflete desigualdades estruturais, especialmente em regiões periféricas.

Um dos fatores que agravam essa crise é a obsolescência planejada, prática empresarial que reduz deliberadamente a vida útil de produtos para estimular substituições frequentes (Bisschop et al. 2022). Enquanto alguns estudos sugerem que essa prática pode gerar empregos e fomentar a inovação, pesquisas recentes evidenciam seu impacto negativo, com o aumento exponencial de RS e a degradação ambiental (Satyro et al. 2018). Consequentemente, a obsolescência planejada resulta em um aumento expressivo na quantidade de RS descartados de materiais que poderiam ser reutilizados (Barros e Dimla 2021; Karakus Umar e Beyaz 2021; Yurtsever 2023; Tapia Fraile 2024).

Em escala global, estima-se que 2,1 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos são gerados anualmente, dos quais apenas 16,6% recebem tratamento adequado (Dadario et al. 2023). Projeções indicam que esse volume atingirá 3,8 bilhões de toneladas até 2050, elevando os custos diretos e indiretos da gestão inadequada de *US\$361 bilhões* (2020) para *US\$640,3 bilhões* (UNEP 2024). No Brasil, a média diária de geração por habitante foi de 1,04 kg em 2022, totalizando 77,1 milhões de toneladas/ano (Abrema 2023), o que evidencia a urgência de políticas eficazes.

Para enfrentar esse cenário, o Brasil instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei 12.305/2010), atualizada pelo Decreto 10.936/2022, que estabelece responsabilidade compartilhada entre setores públicos, privados e sociedade. Contudo, sua implementação enfrenta obstáculos, como a falta de infraestrutura e conscientização, principalmente em regiões como a Amazônia Setentrional, onde a gestão de RS é historicamente precária (Brasil 2010; 2022).

A análise gravimétrica, regulamentada pela NBR 10.007/2004, surge como ferramenta essencial para caracterizar a composição física dos RS, identificando proporções de materiais como orgânicos, plásticos e metais. Segundo Drudi et al. (2019), essa metodologia subsidia a

criação de sistemas de coleta seletiva e reciclagem, além de orientar políticas públicas alinhadas à sustentabilidade.

O presente estudo foi realizado numa IES situada no estado de Roraima, na Região Amazônica brasileira. No contexto das IES, observa-se que essas instituições, além de contribuírem significativamente para a geração de resíduos sólidos (RS) dos mais diversos tipos, desempenham um papel estratégico nas dimensões social, econômica e tecnológica, atuando como agentes de transformação e promoção da sustentabilidade (Alazaiza et al. 2024).

Estudos em IES, como na Universidade de Brasília, demonstraram que a implementação de coleta seletiva e campanhas de conscientização reduzem significativamente o descarte inadequado (Nolasco et al. 2021). Analogamente, pesquisas em IES filipinas destacaram a necessidade de planos de gestão adaptados às realidades locais, reforçando o papel educativo dessas instituições (Latugan et al. 2024).

Além de formarem profissionais, as IES são agentes catalisadoras de práticas sustentáveis, capazes de influenciar padrões de consumo e promover inovação tecnológica (El-Halwagy 2024; Ramdan et al. 2023). Conforme Alazaiza et al. (2024), sua atuação transcende o âmbito acadêmico, contribuindo para a construção de sociedades mais resilientes.

Na Amazônia, a gestão de RS é ainda mais crítica: 80% dos municípios destinam resíduos a lixões, expondo populações a riscos sanitários e ambientais (Oliveira et al. 2022). Embora Roraima tenha pioneiramente instituído a Lei 416/2004 para gestão integrada de RS, a capital Boa Vista ainda enfrenta desafios, como a ausência de coleta seletiva e a destinação de resíduos em aterros controlados (Scacabarossi e Périco 2014).

Pesquisas recentes apontam que o município de Boa Vista/RR não cumpre os princípios da PNRS, com descarte inadequado de resíduos de saúde e ausência de compostagem ou reciclagem (Magalhães Neto et al. 2024). Além disso, comunidades residentes em áreas próximas ao aterro enfrentam condições insalubres, evidenciando falhas na proteção à saúde pública.

No contexto das IES localizadas na região amazônicas, a geração de RS é amplificada por atividades de ensino, pesquisa e extensão, o que as torna espaços estratégicos para testar modelos sustentáveis. Conforme Alazaiza et al. (2024), essas instituições podem liderar a transição para economias circulares, integrando teoria e prática em gestão ambiental.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo analisar a composição gravimétrica dos RS gerados nos três campi de uma IES pública em Roraima, visando propor um modelo de gestão alinhado à PNRS e adaptado às particularidades regionais. A escolha dessa instituição

justifica-se por seu potencial em replicar boas práticas na Amazônia, região prioritária para a conservação global.

A pesquisa apresenta relevância pela urgência em mitigar os impactos ambientais associados ao descarte inadequado de RS, especialmente em um bioma sensível como a Amazônia. Ao integrar dados gravimétricos, marcos legais e experiências internacionais, o estudo busca fortalecer o papel das IES como promotoras de sustentabilidade, formando profissionais conscientes e multiplicadores de soluções inovadoras (El-Halwagy 2024; Alazaiza et al. 2024).

Ademais, contribui diretamente para a Agenda 2030 ao abordar questões centrais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 e 12. O ODS 11, visa tornar cidades e comunidades mais sustentáveis, com metas como a redução do impacto ambiental negativo *per capita* das cidades até 2030, especialmente por meio da melhoria na gestão de resíduos sólidos.

2 Materiais e Métodos

2.1 Design do estudo

A abordagem metodológica foi determinada em razão da problemática, definição de hipóteses e amostras. Tratou-se de uma pesquisa de campo de cunho exploratória qualiquantitativa com vistas a identificar e caracterizar os RS produzidos pela IES. Foram utilizados os seguintes instrumentos de pesquisa: registros fotográficos, bibliográficos, balança de precisão, questionários e formulários.

A análise gravimétrica permitiu determinar as características físico-químicas dos resíduos sólidos (RS) gerados pela IES, em seus três Campi, doravante denominados Campus 1, 2 e 3 respectivamente, sendo o Campus 1 denominado (Paricarana), 2 (Cauamé) e 3 (Murupu). Para isso, foram seguidos procedimentos estabelecidos de coleta, homogeneização, quarteamento sucessivo e análise gravimétrica, conforme descrito por Drudi et al. (2019) e pelas NBRs 10.007/2004 (ABNT 2004), (ABNT 2024a, b).

2.2 Localização do estudo

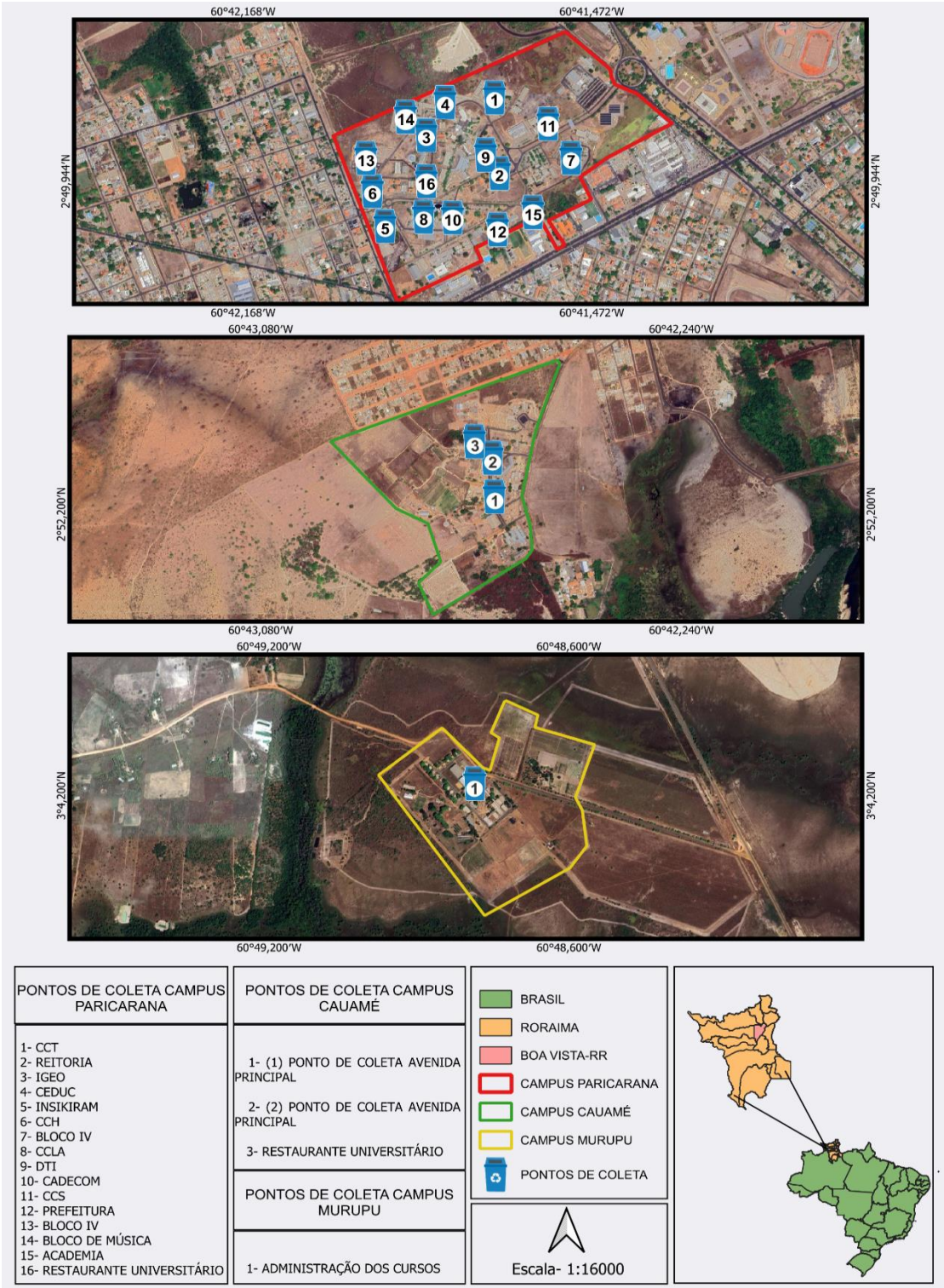
Boa Vista é a capital do estado de Roraima e pertence a Amazônia Setentrional, uma extensa área na região Amazônica, localizada na Região Norte do Brasil e situada integralmente ao norte da Linha do Equador (Filho 2024). O município possui uma população estimada em

413.486 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 5.687,04 km², resultando em uma densidade demográfica de 72,71 hab./km² (IBGE 2022).

Em cada ponto de coleta, foram realizados três ensaios de quarteamento, adotando como critério de inclusão a coincidência dos dias de coleta com os dias alternados e programados para o recolhimento dos RS pela prefeitura do município. Ao todo, foram realizados 60 ensaios de quarteamento, totalizando 73 horas de coleta ao longo de três meses.

Nos três Campi foram coletadas amostras em 100% dos pontos de coleta existentes. No Campus 1, localizado na zona urbana da cidade de Boa Vista, foram analisados 16 pontos de coleta. Já no Campus 2 e 3, ambos situados na área rural de Boa Vista, foram avaliados 3 e 1 pontos de coleta, respectivamente, conforme demonstra a figura (1), a seguir.

Figura 1 - Localização Geográfica da IES e Pontos de coleta dos RS



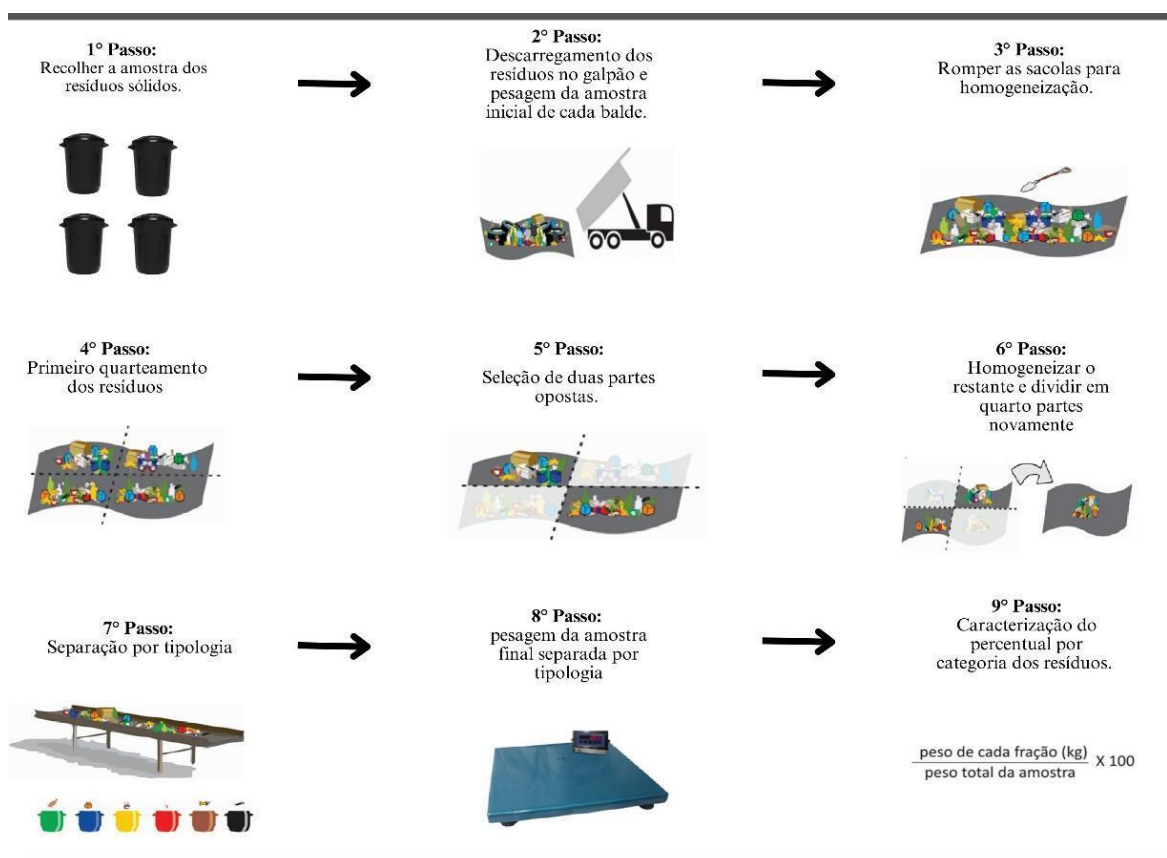
Fonte: Elaborado na plataforma QGIS, no dia 09 de janeiro de 2025. Utilizando as seguintes bases cartográficas: 1. Método: Lat/Long 2. Datum: SIRGAS 2000, EPSG: 4674 3. Fontes de dados: IBGE (2019) e Imagens do Satélite Google (2024).

2.3 Métodos, variáveis e instrumentos

Foi realizada a análise gravimétrica dos resíduos sólidos gerados pela IES nos Campi 1, 2 e 3, nos meses de outubro a dezembro de 2023, durante o semestre letivo de aulas e no período considerado mais seco no estado de Roraima.

Os dados foram coletados seguindo as etapas e técnicas de ensaio quarteamto, que consiste num processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para construir uma nova amostra, em seguida descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamto é repetido até que se obtenha o volume desejado. Em seguida foi realizada a análise gravimétrica com a metodologia baseada em estudos anteriores realizados por NBR 10.007/2004 (ABNT 2004), (Jabeen et al. 2023), (Drudi et al. 2019). A figura (2) a seguir explicita o procedimento de ensaio de quarteamto para análise gravimétrica.

Figura 2 – Técnica de Quarteamto utilizada na análise de composição gravimétrica



Fonte: Adaptado de Fundação Estadual do Meio Ambiente (2019).

Os dados coletados permitiram a classificação dos resíduos gerados pela IES em frações específicas, abrangendo as seguintes tipologias: papel, papelão, alumínio, metal, plásticos (mole e rígido), matéria orgânica, tecido, tetrapak, madeira, rejeitos, poda, isopor, eletrônicos,

Resíduos de Construção Civil (RCC), resíduos de saúde, dentre outros materiais. A classificação foi realizada com base na tipologia, no peso e na produção *per capita* dos resíduos.

Foram utilizados os seguintes materiais para a execução dos ensaios de quarteamento: quatro baldes de 0,06 m³, pás, enxadas, lona plástica de proteção, balança gravimétrica.

2.4 Tratamento dos dados

Os dados foram compilados em uma planilha do Microsoft Excel para Windows (versão 16.0, Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA) e posteriormente analisados utilizando o software GraphPad Prism (versão 8.0.2 para Windows, GraphPad Software, San Diego, CA, EUA). A análise descritiva incluiu o cálculo de medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio padrão, valores mínimo e máximo).

A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro–Wilk e foram elaborados histogramas e gráficos quartil-quartil (Q-Q) para avaliação dessa distribuição quanto ao peso específico. Para a comparação entre grupos independentes, foi aplicado o teste de Kruskal–Wallis, seguido do pós-teste de Dunn ou, alternativamente, do ajuste de *p*-valores pelo método de correção de FDR (False Discovery Rate) de Benjamini–Hochberg, visando controlar o erro do tipo I em comparações múltiplas. Adicionalmente, para a realização das análises comparativas intra campus, foram selecionados, de maneira aleatória, três centros do Campus 1. Valores de *p* inferiores a 0,05 foram considerados estatisticamente significativos.

3 Resultados e Discussões

3.1 Análise descritiva da composição gravimétrica dos RS no Campus I

A composição gravimétrica dos RS dos 16 pontos de coleta do Campus I apresentou uma relação direta com as atividades que são realizadas em cada local. O primeiro passo para que uma IES realize o planejamento e uma gestão integrada dos resíduos consiste em caracterizá-los, pois esse conhecimento permite o desenvolvimento de separação dos resíduos na fonte produtora e avaliação do potencial de reciclagem (Silva et al. 2024; Nolasco et al. 2021).

Desta forma, os resultados do estudo evidenciaram que o Campus I não possui um programa de gestão de resíduos sólidos e que existe oportunidade de redução da quantidade de

resíduos que seguem diretamente para o aterro sanitário. Destaca-se a matéria orgânica como um dos principais resíduos que aparece em todos os pontos de coleta, sendo mais evidentes no restaurante universitário (RU) (mediana = 65,63; variação: 65,38 – 80,33), Proinfra (20,45; variação: 15,70 – 55,84), Academia de Ginástica (26,60; variação: 18,57 – 44,51) e Ceduc com (25,99; variação: 17,2 – 38,35).

Durante os ensaios foi possível identificar o desperdício de alimentos em especial no RU; logo, a IES se depara com vários desafios tanto pela contaminação gerada pela constituição físico-química dos resíduos orgânicos, quanto pelas consequências da destinação ambientalmente inadequada, além da responsabilidade social acerca do uso racional dos recursos na administração pública. Observa-se também na figura (3), a partir da análise das amostras iniciais e finais do RU, que após a separação dos resíduos existe potencial para reaproveitamento e reciclagem, evitando que estes resíduos sigam para o aterro sanitário (Nolasco et al. 2021).

Figura 3 – Amostras das coletas no RU ante e após o processo de quarteamento.



Por conseguinte, foi identificado o rejeito, que é um tipo de resíduo não recuperável e sem valor comercial (Brasil, 2010; 2022), presente em todos os pontos de coleta, e sem qualquer separação dos demais resíduos que poderiam ser reaproveitáveis. Dentre os pontos de coleta que mais se destacaram cita-se a academia (35,37; variação: 35,11 – 37,86), o Proinfra (31,40; variação: 28,71 – 43,18), o bloco VI (23,27; variação: 11,78 – 38,69), o CCLA (34,67; variação, 29,76 – 50,94). Vale ressaltar que a atividade realizada nestes locais é em sua maioria voltada para a gestão administrativa, logo apresenta possibilidade de implantação de práticas educativas de sustentabilidade ambiental (Bahçelioglu et al. 2020).

Ademais, o plástico mole, duro e papel/papelão, lâmpadas e vidros apresentaram-se com medianas elevadas em todos os pontos de coleta, com maior concentração nas áreas onde estão localizadas a gestão, tais como Prefeitura e Proinfra. Pode-se inferir que os resíduos coletados na amostra são fruto das atividades de administração e manutenção predial da IES, sendo um resultado favorável para implantação da gestão desse tipo de resíduos (Owojori et al. 2020).

Os achados de pesquisa apresentam-se em total consonância com o estudo realizado por de Sena Moura et al. (2025), que mostrou que a gestão de resíduos nas universidades da Amazônia ainda está em estágio inicial, exigindo maior integração entre políticas institucionais, sustentabilidade e educação ambiental. Dessa forma, dentre as IES estudadas, a de tipo federal pública teve o pior desempenho, apesar de ser a maior geradora de resíduos, com políticas insuficientes e envio de materiais recicláveis para aterros (de Sena Moura et al. 2025).

Verificou-se ainda, por meio da análise gravimétrica, a presença de resíduos classificados como perigosos sem o correto descarte. Conforme estabelecido pela PNRS, as instituições são responsáveis pela gestão adequada de resíduos perigosos, considerando suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, às quais representam riscos significativos à saúde pública e ao meio ambiente (Brasil, 2010, 2022). A Figura (4) ilustra os achados de pesquisa indicando a presença de pesticidas junto aos resíduos comuns, lâmpadas fluorescentes, resíduos de saúde, recipiente de óleo de veículo automotivo, resíduos eletrônicos, pneus dentre outros.

Figura 4 – Resíduos incomuns e perigosos encontrados durante o processamento da amostra.



Legenda: A – C: Lâmpadas fluorescentes; D – E; Pesticida; F – H: Peças de computador/Pneu; I: Recipiente de óleo de carro; J: Resíduos de saúde.

A seguir, a tabela 1 apresenta detalhadamente a análise estatística descritiva dos resíduos encontrados em cada centro de acordo com o Campus.

Tabela 1. Análise descritiva da composição gravimétrica dos RS por unidade e material no Campus I

Centro	Material	Média	Desvio - padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Academia	Isopor	0,71	1,23	0,00	0,00	2,13
	Madeira	0,61	-	0,61	0,61	0,61
	Mat. Orgânica	29,89	13,28	26,60	18,57	44,51
	Metal	0,61	-	0,61	0,61	0,61
	Papel/Papelão	8,29	8,40	4,88	2,13	17,86
	Plástico duro	4,46	1,23	5,00	3,05	5,32
	Plástico mole	11,12	3,99	9,15	8,51	15,71
	Rejeito	36,11	1,52	35,37	35,11	37,86
	Tecido	19,15	-	19,15	19,15	19,15
	Tretapak	2,63	2,09	1,83	1,06	5,00
Bloco IV	Eletrônico	0,73	-	0,73	0,73	0,73
	Esponja	7,33	-	7,33	7,33	7,33
	Isopor	0,40	0,05	0,40	0,36	0,43
	Mat. Orgânica	18,40	5,25	15,67	15,09	24,45
	Metal	1,29	1,40	1,09	0,00	2,78
	Outros	2,19	-	2,19	2,19	2,19
	Papel/Papelão	24,89	23,43	15,33	7,76	51,59
	Pesticida/rato	1,46	-	1,46	1,46	1,46
	Plástico duro	16,17	9,36	17,15	6,35	25,00
	Plástico mole	8,90	2,72	7,34	7,33	12,04
	Rejeito	19,32	13,62	15,33	8,13	34,48
	Tecido	4,93	6,97	4,93	0,00	9,85
	Tetrapak	2,09	0,71	2,09	1,59	2,59
	Toner	6,55	-	6,55	6,55	6,55
Bloco VI	Isopor	0,65	0,41	0,57	0,27	1,09
	Mat. Orgânica	35,59	19,46	33,51	17,24	56,00
	Metal	1,83	1,12	2,18	0,57	2,72
	Papel/Papelão	20,38	26,65	5,09	4,90	51,15
	Plástico duro	4,76	2,50	4,90	2,18	7,18
	Plástico mole	7,40	2,41	6,03	5,99	10,18
	Resíduo de Construção Civil	7,08	-	7,08	7,08	7,08
	Rejeito	24,58	13,50	23,27	11,78	38,69
	TetraPak	1,31	1,13	1,91	0,00	2,01
	Vidro	3,45	-	3,45	3,45	3,45
	Borracha	1,53	-	1,53	1,53	1,53
Cadecon	Isopor	0,44	0,51	0,25	0,06	1,02
	Lâmpadas	10,05	-	10,05	10,05	10,05
	Mat. Orgânica	22,62	30,21	5,61	4,73	57,50
	Metal	23,03	19,23	29,08	1,50	38,52
	Outros	3,33	-	3,33	3,33	3,33
	Papel/Papelão	4,53	5,27	2,55	0,53	10,50

	Plástico duro	4,11	3,37	2,28	2,04	8,00
	Plástico mole	18,44	26,58	5,75	0,58	48,98
	Resíduo de Construção Civil	37,52	-	37,52	37,52	37,52
	Rejeito	8,97	7,14	8,67	1,99	16,25
	TetraPak	0,39	0,13	0,41	0,25	0,51
CCH	Isopor	1,09	0,61	1,02	0,52	1,73
	Mat. Orgânica	9,27	3,55	10,88	5,20	11,73
	Metal	3,95	3,51	5,10	0,00	6,74
	Papel/Papelão	21,27	14,24	15,03	11,22	37,57
	Plástico duro	12,34	9,69	7,77	5,78	23,47
	Plástico mole	14,45	1,97	15,03	12,24	16,06
	Poda	9,09	1,86	9,09	7,77	10,40
	Rejeito	21,73	4,85	20,92	17,34	26,94
	Tecido	0,00	-	0,00	0,00	0,00
	TetraPak	7,07	7,14	6,94	0,00	14,29
	Vidro	8,29	-	8,29	8,29	8,29
CCLA	Isopor	0,18	0,26	0,18	0,00	0,36
	Lâmpada	23,72	-	23,72	23,72	23,72
	Mat. Orgânica	18,34	7,23	16,42	12,26	26,34
	Metal	1,69	1,06	1,69	0,94	2,44
	Papel/Papelão	8,78	2,25	9,76	6,20	10,38
	Plástico duro	8,71	4,12	7,80	5,11	13,21
	Plástico mole	14,01	4,35	11,68	11,32	19,02
	Rejeito	38,46	11,09	34,67	29,76	50,94
	TetraPak	2,55	2,06	1,82	0,94	4,88
CCS	Isopor	0,58	0,24	0,58	0,40	0,75
	Mat. Orgânica	6,55	1,45	6,84	4,99	7,84
	Metal	0,93	0,88	1,05	0,00	1,75
	Outros	1,12	-	1,12	1,12	1,12
	Papel/Papelão	11,99	1,16	12,63	10,65	12,69
	Plástico duro	15,63	21,60	4,48	1,89	40,53
	Plástico mole	5,87	1,78	6,34	3,91	7,37
	Rejeito	23,72	16,36	24,74	6,87	39,55
	Resíduo de Saúde	38,25	44,07	38,25	7,09	69,41
	Tecido	0,53	-	0,53	0,53	0,53
	Tetrapak	2,77	3,19	1,87	0,13	6,32
	Vidro	18,28	-	18,28	18,28	18,28
CCT	Resíduo de Construção Civil	0,54	-	0,54	0,54	0,54
	Eletrônicos	6,62	1,40	6,62	5,63	7,61
	Isopor	0,52	0,22	0,54	0,29	0,72
	Lâmpadas	25,15	-	25,15	25,15	25,15
	Mat. Orgânica	22,67	4,63	23,91	17,54	26,54
	Metal	3,99	-	3,99	3,99	3,99
	Papel/Papelão	21,13	10,55	19,88	11,26	32,25
	Plástico duro	6,34	3,44	6,97	2,63	9,42
	Plástico mole	8,06	1,61	7,25	7,02	9,92
	Poda	12,87	-	12,87	12,87	12,87
	Rejeito	22,00	6,53	25,20	14,49	26,32
	TetraPak	0,69	0,42	0,54	0,36	1,17
CEDUC	Borracha	4,5	4,5	4,8	7,89	1,14
	Isopor	0,71	0,60	0,71	0,29	1,14
	Mat. Orgânica	27,18	10,63	25,99	17,20	38,35
	Metal	1,1	0,76	1,1	0,57	1,64
	Papel/Papelão	6,10	2,67	5,25	3,95	9,09
	Plástico duro	10,37	5,26	7,39	7,29	16,45
	Plástico mole	6,77	0,74	7,10	5,92	7,29

	Rejeito	14,42	2,76	12,83	12,83	17,61
	Tecido	1,99	2,41	1,99	0,29	3,69
	TetraPak	1,89	0,22	1,99	1,64	2,04
	Vidro	27,71	18,13	23,68	11,93	47,52
DTI	Borracha	18,20	20,62	18,20	3,62	32,77
	Eletrônico	22,62	0,10	22,62	22,55	22,69
	Isopor	2,52	1,19	2,70	1,26	3,62
	Mat. Orgânica	28,68	33,88	12,18	6,20	67,65
	Metal	2,49	2,33	2,84	0,00	4,62
	Papel/Papelão	6,64	6,72	6,46	0,00	13,45
	Plástico duro	23,66	38,60	2,52	0,25	68,22
	Plástico mole	2,46	0,78	2,07	1,96	3,36
	Rejeito	6,34	1,25	6,98	4,90	7,14
IGEO	Borracha	15,33	-	15,33	15,33	15,33
	Resíduo Construção Civil	40,23	-	40,23	40,23	40,23
	Isopor	0,87	1,23	0,87	0,00	1,74
	Mat. Orgânica	21,74	11,70	23,48	9,27	32,48
	Metal	9,79	0,61	9,79	9,36	10,22
	Papel/Papelão	4,61	4,30	2,43	1,82	9,57
	Plástico duro	12,64	11,30	14,96	0,36	22,61
	Plástico mole	5,44	6,71	2,92	0,36	13,04
	Resíduo Construção Civil	0,36	-	0,36	0,36	0,36
	Rejeito	18,06	12,01	20,44	5,04	28,70
	Tecido	1,09	-	1,09	1,09	1,09
	TetraPak	0,62	0,25	0,63	0,36	0,87
	Vidro	32,31	-	32,31	32,31	32,31
	Borracha	3,73	3,56	3,73	1,21	6,25
Insikiran	Isopor	1,30	1,84	1,30	0,00	2,60
	Madeira	14,85	-	14,85	14,85	14,85
	Mat. Orgânica	24,22	2,97	24,01	21,35	27,28
	Metal	0,59	0,85	0,22	0,00	1,56
	Papel/Papelão	12,60	8,25	14,41	3,58	19,79
	Plástico duro	16,63	11,07	15,62	6,09	28,16
	Plástico mole	9,00	8,02	5,02	3,74	18,23
	Resíduo Construção Civil	7,37	-	7,37	7,37	7,37
	Rejeito	8,24	6,65	9,68	0,99	14,06
	Tecido	26,63	35,33	26,63	1,65	51,61
	TetraPak	0,21	0,27	0,11	0,00	0,52
	Isopor	0,59	-	0,59	0,59	0,59
Música	Madeira	2,96	-	2,96	2,96	2,96
	Mat. Orgânica	11,40	9,72	7,35	4,35	22,49
	Metal	1,23	0,70	1,47	0,43	1,78
	Papel/Papelão	25,94	25,61	17,16	5,88	54,78
	Plástico duro	8,94	7,78	12,61	0,00	14,20
	Plástico mole	13,88	8,67	14,79	4,78	22,06
	Rejeito	36,12	20,99	25,44	22,61	60,29
	TetraPak	0,83	0,56	0,59	0,43	1,47
	Vidro	1,47	-	1,47	1,47	1,47
Prefeitura	Isopor	6,55	0,52	6,55	6,19	6,92
	Mat. Orgânica	9,23	-	9,23	9,23	9,23
	Metal	8,25	-	8,25	8,25	8,25
	Papel/Papelão	30,18	14,98	30,18	19,59	40,77
	Plástico duro	14,65	3,22	14,65	12,37	16,92
	Plástico mole	16,35	13,33	16,35	6,92	25,77
	Rejeito	18,52	4,43	18,52	15,38	21,65
	TetraPak	5,02	1,65	5,02	3,85	6,19
Proinfra	Isopor	1,1	0,9	1,1	0,45	1,74
	Mat. Orgânica	30,66	21,93	20,45	15,70	55,84

	Metal	3,20	4,52	3,20	0,00	6,40
	Papel/Papelão	9,73	13,68	3,15	0,58	25,45
	Plástico duro	6,47	7,51	2,73	1,58	15,12
	Plástico mole	8,95	1,36	8,72	7,73	10,41
	Rejeito	34,43	7,70	31,40	28,71	43,18
	TetraPak	0,74	0,60	0,74	0,32	1,16
	Vidro	19,19	-	19,19	19,19	19,19
RU	Esponja	0,53	-	0,53	0,53	0,53
	Isopor	2,12	-	2,12	2,12	2,12
	Lâmpadas	0,30	-	0,30	0,30	0,30
	Mat. Orgânica	70,45	8,56	65,63	65,38	80,33
	Metal	0,88	-	0,88	0,88	0,88
	Papel/Papelão	2,98	3,79	2,98	0,30	5,66
	Plástico duro	1,64	1,95	1,64	0,27	3,02
	Plástico mole	15,80	2,70	14,58	13,92	18,90
	Rejeito	7,75	2,89	8,14	4,69	10,42
	TetraPak	0,05	0,09	0,00	0,00	0,15

3.2 Análise descritiva da composição gravimétrica dos RS no Campus II

O Campus II, situado na zona rural de Boa Vista/RR, concentra a oferta de cursos na área das Ciências Agrárias. A análise gravimétrica da composição dos resíduos demonstrou que, embora de forma pontual e não sistematizada, há uma prática de gestão diferenciada para os resíduos orgânicos no RU. Nessa unidade, os resíduos orgânicos gerados a partir das refeições são segregados dos demais e destinados aos produtores rurais, que atuam nas proximidades do Campus, para servir de alimento para os animais. Logo, essa ação, ainda que isolada, contribui significativamente para a redução do volume de resíduos encaminhados ao aterro sanitário do município.

Apesar da eficácia da iniciativa, sua aplicação se restringe exclusivamente ao RU do Campus II, não sendo adotada pelos demais centros do próprio Campus, tampouco replicada nos demais Campi da IES. Desta forma, este resultado se assemelha ao estudo realizado na Universidade de Brasília, que apresentou maior representatividade de resíduos orgânicos (Nolasco et al. 2021). Tal cenário reforça os achados de Sena Moura et al. (2025), que identificam a ocorrência de práticas sustentáveis e de redução de resíduos como resultado de iniciativas individuais de servidores, e não como parte de uma política institucional estruturada ou programa oficial de gestão e gerenciamento dos resíduos promovido pela IES.

Diante do exposto, observou-se nos demais pontos de coleta a concentração da mediana em resíduos de matéria orgânica e de rejeitos, sendo destinados ao aterro sem qualquer segregação dos demais resíduos. Observa-se, pela própria natureza dos cursos que são ofertados, a possibilidade dos resíduos orgânicos produzidos nos demais centros seguirem o

mesmo curso dos resíduos do RU, ou ainda, a implementação da compostagem que serve para transformar resíduos orgânicos em um composto rico em nutrientes, que pode ser utilizado como adubo natural para o solo (Mondelli et al. 2022). Além da separação dos rejeitos dos demais resíduos, busca-se aproveitar o potencial de reciclagem de materiais como vidro, plástico flexível, madeira, entre outros que foram identificados.

Observa-se também a presença de resíduos de saúde usados em atividades hospitalares e ambulatoriais sendo descartados juntamente com os resíduos comuns. Verificou-se que a IES possui a contratação de uma empresa autorizada a fazer o recolhimento e descarte adequado conforme rege a PNRS, neste sentido, os servidores parecem desconhecer ou ainda infringir as determinações da IES, colocando em risco a saúde pública. A tabela (2) apresenta os resultados descritivos do estudo.

Tabela 2. Análise descritiva da composição gravimétrica dos resíduos sólidos por unidade e material no campus 2.

Centro	Material	Média	Desvio - padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Ponto de Coleta I	Borracha	2,92	-	2,92	2,92	2,92
	Isopor	0,6	0,71	0,42	0	1,39
	Madeira	35,98	-	35,98	35,98	35,98
	Mat. Orgânica	12,6	15,47	7,93	0	29,86
	Metal	3,86	0,74	3,86	3,33	4,38
	Outros	0		0	0	0
	Papel/Papelão	4,32	2,78	5,56	1,14	6,26
	Plástico duro	3,61	2,3	4,86	0,96	5,01
	Plástico mole	5,68	5,87	4,31	0,61	12,11
	Resíduo Construção Civil	0,14	-	0,14	0,14	0,14
	Rejeito	7,96	6,36	8,19	1,48	14,2
	Resíduo de Saúde	4,48	4,35	2,92	1,14	9,39
	Tecido	3,41	-	3,41	3,41	3,41
	TetraPak	0,88	0,77	1,25	0	1,39
	Vidro	8,65		8,65	8,65	8,65
Ponto de Coleta II	Borracha	1,18	0,1	1,18	1,11	1,25
	Eletrônico	5	-	5	5	5
	Isopor	0,7	0,98	0,7	0	1,39
	Mat. Orgânica	44,78	16,61	38,16	32,5	63,68
	Metal	3,39	1,86	4,46	1,25	4,48
	Outros	2,74	-	2,74	2,74	2,74
	Papel/Papelão	3,91	0,76	3,75	3,23	4,74
	Plástico duro	9,1	5,92	10,86	2,5	13,93
	Plástico mole	7,2	1,86	6,96	5,47	9,17
	Poda	9,58	-	9,58	9,58	9,58
	Rejeito	29,97	0,55	29,97	29,58	30,36

	TetraPak	3,45	1,78	2,99	1,95	5,42
	Vidro	3,48	-	3,48	3,48	3,48
RU	Isopor	0,15	-	0,15	0,15	0,15
	Mat. Orgânica	4,17	2,28	4,07	1,95	6,5
	Outros	0,09	-	0,09	0,09	0,09
	Plástico duro	0,57	0,58	0,3	0,18	1,24
	Plástico mole	13,95	6,69	15,29	6,69	19,86
	Rejeito	0,74	0,2	0,74	0,6	0,88
	Tecido	0,15	0,21	0,15	0	0,3
	Vidro	7,43	-	7,43	7,43	7,43

3.3 Análise descritiva da composição gravimétrica dos RS no Campus III

Na análise gravimétrica do Campus III, destaca-se a presença dos resíduos de poda e, da mesma forma que os demais Campi, a matéria orgânica. Analogamente ao Campus II, existe o potencial para que este resíduo seja transformado em compostagem e reaproveitado nas atividades desenvolvidas no próprio Campus. Neste sentido, assim como o município de Boa Vista/RR, a IES não cumpre com o orienta a PNRS realizando descarte inadequado e contribuindo com o aumento dos RS destinados ao aterro controlado (Magalhães Neto et al. 2024; Scacabarossi e Périco, 2014).

O estudo realizado de Sena Moura et al. (2025) mostrou que na percepção dos servidores existe a gestão destes tipos de resíduos, mas na prática não se confirmou, pois nas três amostras foi identificado a presença predominante dos resíduos de tipo poda e matéria orgânica, como pode ser visto na tabela (3).

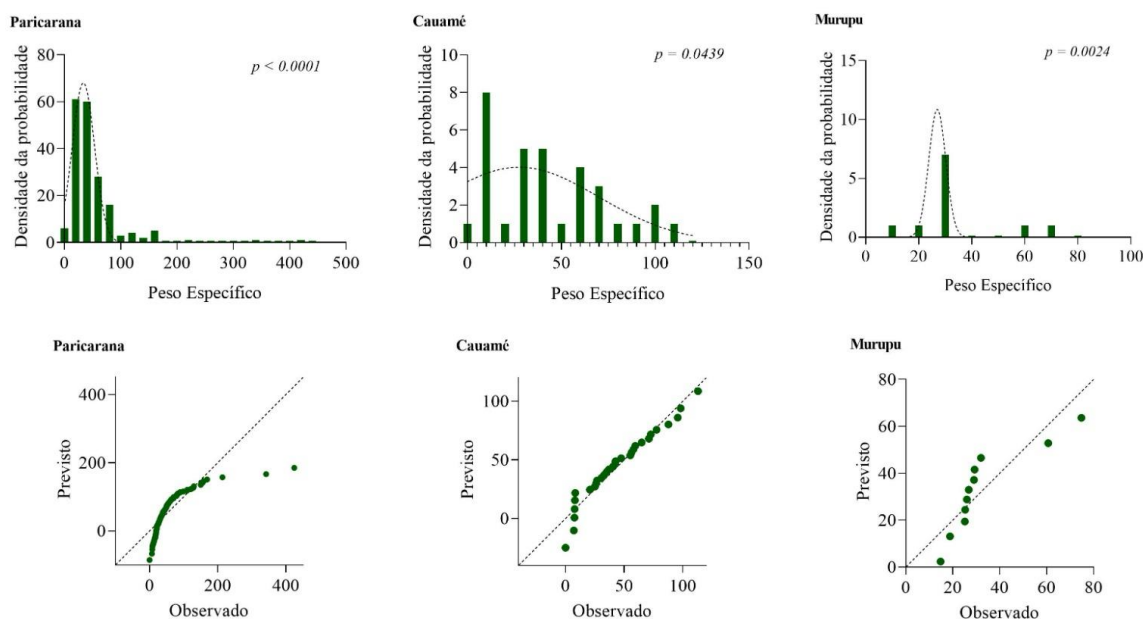
Tabela 3. Análise descritiva da composição gravimétrica dos RS por unidade e material no campus 3.

Centro	Material	Média	Desvio - padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Ponto de coleta I	Borracha	0,1	0,2	0,1	0	0,2
	Mat. Orgânica	7,0	4,4	9,3	2,0	9,8
	Metal	1,4	0,7	1,2	0,8	2,1
	Papel/Papelão	2,6	2,2	3,3	0,1	4,4
	Plástico duro	6,2	4,2	5,6	2,4	10,7
	Plástico mole	6,9	5,1	5,0	2,9	12,7
	Poda	28	27	28	2,1	55,73
	Rejeito	6,1	4,4	7,7	1,2	9,49
	TetraPak	3,2	1,1	3,1	2,1	4,35

3.4 Análise comparativa do peso específico e da produção de resíduos *per capita* entre os três campi

A distribuição do peso específico dos resíduos sólidos nos três Campi foi avaliada quanto à normalidade por meio de histogramas, teste de Shapiro-Wilk e gráficos de probabilidade normal (Q-Q plot), em função do tamanho reduzido das amostras ($n < 20$). No campus Paricarana, observou-se uma distribuição fortemente assimétrica à direita, com concentração de valores em faixas inferiores e presença de outliers, o que resultou na rejeição da hipótese de normalidade ($p < 0,0001$). Em Cauamé, embora a distribuição tenha sido menos assimétrica, a dispersão dos dados ainda comprometeu a aderência à normalidade ($p = 0,0439$). No campus Murupu, os valores se concentraram majoritariamente entre 20 e 40 kg/m³, com menor variabilidade, mas ainda assim apresentaram desvio significativo da distribuição normal ($p = 0,0024$). A inspeção visual dos Q-Q plots corroborou os resultados do teste de Shapiro-Wilk, evidenciando desvios acentuados da linearidade esperada em todos os campi, especialmente nos extremos das distribuições (Figura 5).

Figura 5 – Avaliação da normalidade da distribuição do peso específico (Kg/m³) dos resíduos sólidos nos campi Paricarana, Cauamé e Murupu, por meio de histogramas e gráficos de probabilidade normal (Q-Q plots).



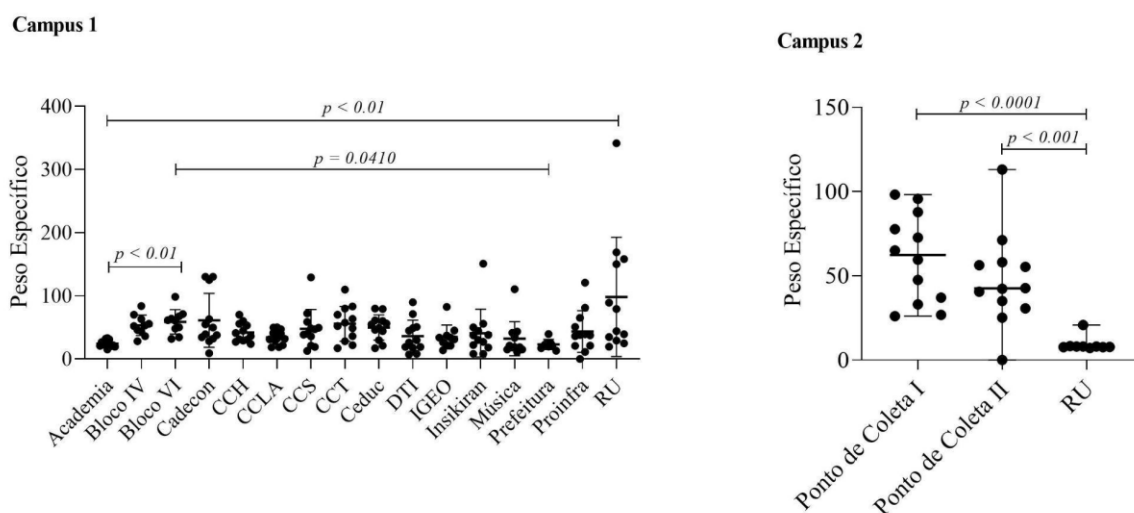
A análise comparativa intra-campus do peso específico (kg/m^3), dos RS coletados nos diferentes setores dos Campi 1 e 2 evidenciou diferenças significativas entre os locais. No Campus 1, observou-se maior peso específico nos resíduos provenientes da Academia e do Bloco VI, com diferenças estatísticas significativas em relação a setores como CCH e Proinfra ($p < 0,01$ e $p = 0,0410$, respectivamente).

No Campus 1, o RU apresentou um dos maiores valores de peso específico entre os setores analisados, com diferença estatisticamente significativa em relação a centros como o Proinfra ($p = 0,0410$). Esta diferença pode ser atribuída à predominância de resíduos orgânicos provenientes das atividades alimentares, os quais, mesmo sendo biodegradáveis, tendem a apresentar maior densidade devido à umidade e à compactação natural dos restos de alimentos, e indica que IES não realiza a separação e destinação adequada dos resíduos orgânicos.

Consequente, este resultado evidencia não apenas o potencial do RU como principal gerador de resíduos orgânicos no campus, mas também a necessidade de estratégias específicas de gestão, como a compostagem ou parcerias com agricultores locais, para reaproveitamento visando a redução do envio ao aterro sanitário.

Já no Campus 2, o peso específico dos resíduos coletados no RU foi significativamente menor em comparação aos Pontos de Coleta I e II ($p < 0,001$ e $p < 0,0001$), confirmando o que foi verificado nas pesquisas de campo, pois no ato da coleta evidenciou-se que os servidores realizam a separação e destinação adequada dos resíduos. Esses resultados reforçam a heterogeneidade na geração de resíduos entre os setores, o que pode subsidiar ações de manejo mais específicas e eficientes para cada local, como pode ser visto na figura (6).

Figura 6. Análise comparativa do Peso Específico intra-campus dos Campi 1 e 2.

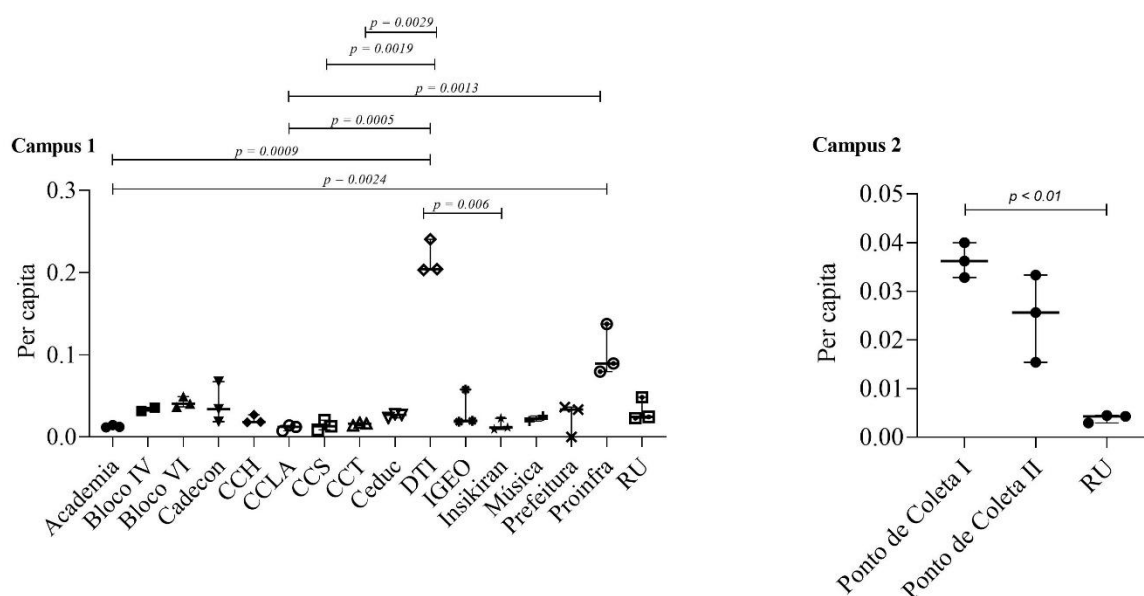


Legenda: Gráfico de pontos individuais mostrando os valores de peso específico (kg/m^3) dos resíduos sólidos coletados em diferentes setores do Campus 1. As barras horizontais representam a mediana e as verticais a amplitude (valores mínimo e máximo). As comparações estatísticas entre os grupos foram realizadas por meio do teste de Kruskal–Wallis, seguido por pós-teste de Dunn ou correção de Benjamini-Hochberg (FDR). Diferenças estatisticamente significativas estão indicadas com os respectivos valores de p .

A análise da geração *per capita* de resíduos sólidos nos diferentes setores do Campus 1 revelou uma ampla variação entre os centros, com destaque para o Departamento de Tecnologia (DTI), que apresentou os maiores valores por indivíduo, este resultado confirma o que foi verificado em campo durante as análises gravimétricas, pois resíduos eletrônicos que são descartados pela DTI pela composição físico-química se diferencia dos resíduos dos demais centros, por isso o resultado estatisticamente significativo ($p < 0,01$) foram observadas entre o DTI e diversos outros setores, como a Academia, os Blocos IV e VI, e os centros CCH e CCLA, que registraram os menores índices de geração.

Além disso, outros setores, como o Proinfra e o Restaurante Universitário (RU), também apresentaram valores elevados, o que sugere uma maior concentração de resíduos por pessoa nessas áreas. No Campus 2, observou-se uma menor geração *per capita* em todos os pontos analisados, com destaque para o RU, que apresentou os menores valores e uma diferença estatística significativa em relação ao Ponto de Coleta I ($p < 0,01$), figura (7).

Figura 7. Análise comparativa da geração de resíduo *Per capita* intra-campus dos campi 1 e 2.



Legenda: Gráfico de pontos individuais mostrando os valores de geração de resíduo *per capita* para os diferentes setores dos Campi 1 e 2. As barras horizontais representam a mediana e as

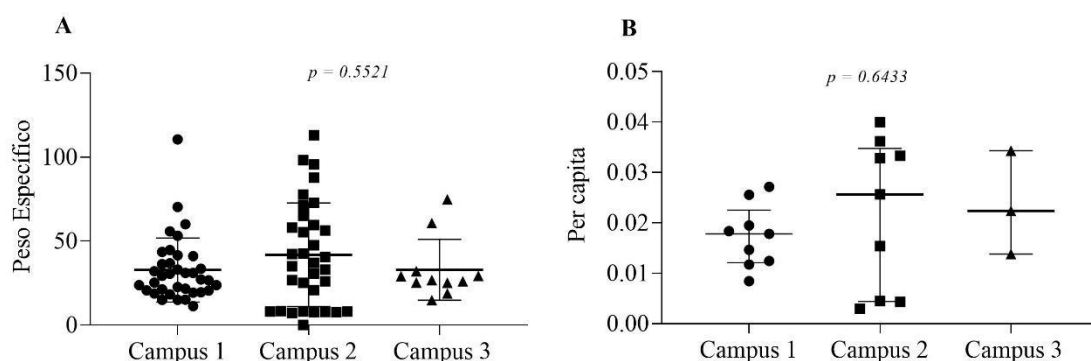
verticais a amplitude (valores mínimo e máximo). As comparações estatísticas entre os grupos foram realizadas por meio do teste de Kruskal–Wallis, seguido por pós-teste de Dunn ou correção de Benjamini-Hochberg (FDR). Diferenças estatisticamente significativas estão indicadas com os respectivos valores de p .

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

A análise do Peso Específico (PE) dos resíduos sólidos revelou que o Campus 2 apresentou a maior média entre os três campi, com maior homogeneidade entre os pontos de coleta, conforme sugerido pela menor dispersão dos dados. O Campus 1 obteve uma média intermediária de PE, mas apresentou maior variabilidade entre os setores, enquanto o Campus 3 registrou a menor média de PE, acompanhada da maior amplitude entre os valores. Apesar dessas diferenças nos perfis de dispersão e nas médias observadas, os dados não indicaram diferença estatisticamente significativa entre os três campi ($p = 0,5521$; Figura A), o que sugere uma relativa uniformidade na densidade dos resíduos gerados institucionalmente.

De forma semelhante, a análise da geração *per capita* de resíduos — expressa como a quantidade média gerada por indivíduo (aluno ou servidor) — também demonstrou valores próximos entre os campi. As médias foram de aproximadamente 0,022 kg/hab.dia para os três campi, com o Campus 1 apresentando ligeiramente menor dispersão, o Campus 2 exibindo maior variabilidade entre os pontos de coleta e o Campus 3 mantendo um padrão intermediário. Ainda assim, as diferenças entre os campi não alcançaram significância estatística ($p = 0,6433$; Figura B), o que indica que, em termos *per capita*, a geração de resíduos é bastante semelhante entre as unidades, independentemente das particularidades estruturais e funcionais de cada Campus.

Figura 8. Análise comparativa do Peso Específico e da geração de resíduo *Per capita* entre os Campi 1, 2 e 3.



Legenda: Gráfico de pontos individuais mostrando os valores de Peso Específico (A) e geração de resíduo *per capita* (B) para os campi 1, 2 e 3. As barras horizontais representam a mediana e as verticais a amplitude (valores mínimo e máximo). As comparações estatísticas entre os grupos foram realizadas por meio do teste de Kruskal–Wallis, seguido por pós-teste de Dunn ou correção de Benjamini-Hochberg (FDR). Diferenças estatisticamente significativas estão indicadas com os respectivos valores de *p*.

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

4 Considerações Finais

A caracterização gravimétrica dos RS realizada nos três Campi de uma IES de Boa Vista/Roraima, denominados Paricarana (1), Cauamé (2) e Murupu (3), permitiu identificar, de forma detalhada, os tipos e as quantidades de resíduos gerados, além de avaliar as práticas de gestão adotadas. Os resultados evidenciaram que a maior parte dos resíduos, especialmente matéria orgânica, rejeitos e recicláveis como plásticos e papel/papelão, ainda são destinados diretamente ao aterro controlado do município, refletindo a ausência de um programa institucional estruturado de gestão e gerenciamento dos RS.

Este estudo demonstrou que, embora existam iniciativas pontuais, como a destinação de resíduos orgânicos do restaurante universitário do Campus II para os produtores rurais, essas ações permanecem isoladas e não são integradas a uma política institucional. Além disso, foi constatada a presença de resíduos perigosos misturados aos comuns e o descarte inadequado de resíduos de saúde, o que reforça a necessidade de capacitação contínua dos servidores e de maior rigor na fiscalização do cumprimento das normas estabelecidas pela PNRS.

A análise comparativa da geração *per capita* e no peso específico dos resíduos entre os Campi não evidenciou diferenças significativas, indicando que as estratégias de gestão podem ser aplicadas de forma integrada em toda IES. Destaca-se, ainda, o potencial para redução do volume de resíduos encaminhados ao aterro sanitário por meio da separação na fonte, compostagem de resíduos orgânicos e ampliação das práticas de reciclagem, especialmente nos setores administrativos e de alimentação, onde há maior geração de resíduos reaproveitáveis.

Diante desse cenário, recomenda-se a implementação de um modelo institucional de gestão integrada de resíduos sólidos, com foco em educação ambiental, separação e destinação adequada dos resíduos, além do fortalecimento de parcerias locais para reaproveitamento de materiais. Essas medidas são fundamentais para promover a sustentabilidade, minimizar impactos ambientais e consolidar a responsabilidade socioambiental no contexto universitário.

Como perspectiva para trabalhos futuros, sugere-se a utilização deste estudo como base para o desenvolvimento e a validação de um modelo de gestão de resíduos sólidos adaptado à

realidade da IES, contemplando ações de monitoramento contínuo, capacitação da comunidade acadêmica e integração com políticas públicas de sustentabilidade.

Financiamento: Os autores declaram que não receberam fundos, subsídios ou qualquer outro tipo de apoio durante a preparação deste manuscrito.

Contribuição dos autores: Os rascunhos e manuscritos originais foram escritos por MCSM, GPSF, PASF, e estruturados por MCSM sob a orientação de GPSF, que coordenou o projeto fruto da pesquisa realizada para tese de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima. A investigação, incluindo Materiais e Métodos, e Resultados, foi realizada por MCSM, GPSF, PASF e AM. O tratamento estatístico dos dados foi executado por MCSM, FOCR e MFFS, bem como a análise dos dados e a interpretação dos resultados.

Aprovação Ética: Não aplicável.

Conflitos de Interesse: Os autores não têm interesses financeiros ou não financeiros relevantes a declarar.

Declarações de Disponibilidade de Dados: O autor confirma que todos os dados gerados ou analisados durante este estudo estão incluídos neste artigo publicado.

REFERÊNCIAS

Abrema (2023) Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. São Paulo.

Alazaiza, M. Y., Alzghoul, T. M., Al Maskari, T., Amr, S. A., & Nassani, D. E. (2024). Analyzing the evolution of research on student awareness of solid waste management in higher education Institutions: A Bibliometric Perspective. *Sustainability*, 16(13), 5422. <https://doi.org/10.3390/su16135422>.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) NBR 10007: amostragem de resíduos sólidos. ABNT, Rio de Janeiro.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2024a) NBR 10004-1: resíduos sólidos – classificação. Parte 1: requisitos de classificação. ABNT, Rio de Janeiro.

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2024b) NBR 10004-2: resíduos sólidos – classificação. Parte 2: sistema geral de classificação de resíduos (SGCR). ABNT, Rio de Janeiro.
- Araújo AM, Aquino MD (2024) Gravimetric composition analysis of solid waste in the Guajiru community, Trairi-Ceará. *Rev Polit Públicas Cid* 13:e1170. <https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-256-2024>.
- Bahçelioğlu E, Buğdaycı ES, Doğan NB, Şimşek N, Kaya SÖ, Alp E (2020) Integrated solid waste management strategy of a large campus: A comprehensive study on METU campus, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121715. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121715>.
- Barros M, Dimla E (2021) From planned obsolescence to the circular economy in the smartphone industry: an evolution of strategies embodied in product features. *Proc Des Soc* 1:1607–1616. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.422>.
- Bisschop L, Hendlin Y, Jaspers J (2022) Designed to break: planned obsolescence as corporate environmental crime. *Crime Law Soc Change* 78:271–293. <https://doi.org/10.1007/s10611-022-10023-4>.
- Brazil (2022) Decree No. 10.936, of January 12, 2022 - Regulates Law No. 12.305, of August 2, 2010, which establishes the National Solid Waste Policy. Brasília.
- Brazil (2010) Law No. 12.305, of August 2, 2010 - Establishes the National Solid Waste Policy; amends Law No. 9.605, of February 12, 1998; and makes other provisions. In: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.
- Brazil (2004) Lei 416-2004 - Política Estadual Gestão Integrada Resíduos Sólidos. Boa Vista.
- Dadario, N., Gabriel Filho, L. R. A., Cremasco, C. P., Santos, F. A. D., Rizk, M. C., & Mollo Neto, M. (2023). Waste-to-energy recovery from municipal solid waste: Global scenario and prospects of mass burning technology in Brazil. *Sustainability*, 15(6), 5397. <https://doi.org/10.3390/su15065397>.
- de Sena Moura MDC, da Silva Ferko GP, Sobral MFF, da Silva Filho PA (2025) Workers' perception of solid waste management in higher education institutions in the Amazon region of Brazil. *Waste Management Bulletin*, 3(1), 153-162. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2025.01.002>.
- Drudi KCR, Drudi R, Martins G, et al (2019) Statistical model for heating value of municipal solid waste in Brazil based on gravimetric composition. *Waste Management* 87:782–790. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.012>.
- El-Halwagy, E. (2024). Towards waste management in higher education institute: The case of architecture department (CIC-New Cairo). *Results in Engineering*, 23, 102672. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102672>.

- Filho AR (2024) Processo de requalificação urbana da área central de Boa Vista-RR: uma cidade da Amazônia Setentrional. *Acta Geográfica* 17:120–131. <https://doi.org/10.18227/2177-4307.acta.v17i43.5310>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2023). *Panorama do Censo Demográfico 2022: Roraima*. <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>.
- Jabeen F, Adrees M, Ibrahim M, et al (2023) Characterization for optimizing the integrated management of solid waste for energy recovery and circular economy. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30980-0>.
- Karakuş Umar E, Beyaz R (2021) Planned Obsolescence: Is It a Trap Set for the Consumer or Is It a Strategy Contributing to Social Development? *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)* 181–191. <https://doi.org/10.21121/eab.953538>.
- Latugan P, Carabacan JJ, Bonicillo G, et al (2024) Analysis and Characterization of Municipal Solid Wastes Generated in Ifugao State University Potia Campus: A Basis For Planning of Waste Management. *Nature Environment and Pollution Technology* 23:287–294. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2024.v23i01.024>.
- Magalhães Neto E da S, De Souza V, Teixeira Falcão M (2024) Educação Ambiental como aliada ao Gerenciamento Adequado de Resíduos Sólidos na Comunidade Vila Vilela, Bonfim, Roraima. *Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade* 6:304–333. <https://doi.org/10.46551/rvg2675239520242304333>.
- Mondelli G, Juarez MB, Jacinto C, de Oliveira MA, Coelho LHG, Biancardi CB, de Castro Faria JL (2022) Geo-environmental and geotechnical characterization of municipal solid waste from the selective collection in São Paulo city, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(13), 19898-19912. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18281-w>.
- Nolasco E, Vieira Duraes PH, Pereira Gonçalves J, et al (2021) Characterization of solid wastes as a tool to implement waste management strategies in a university campus. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 22:217–236. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2019-0358>.
- Oliveira BOS de, de Medeiros GA, Mancini SD, et al (2022) Eco-efficiency transition applied to municipal solid waste management in the Amazon. *J Clean Prod* 373:. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133807>.
- Owojori OM, Mulaudzi R, Edokpayi JN (2022) Student’s knowledge, attitude, and perception (KAP) to solid waste management: A survey towards a more circular economy from a rural-based tertiary institution in South Africa. *Sustainability*, 14(3), 1310. <https://doi.org/10.3390/su14031310>.
- Ramdan HB, Shams S, Imteaz MA, et al (2023) Addressing sustainability through waste management: a perspective from higher education institutions in Southeast Asia. *J Mater Cycles Waste Manag* 25:873–885. <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01566-8>.

- Satyro WC, Sacomano JB, Contador JC, Telles R (2018) Planned obsolescence or planned resource depletion? A sustainable approach. *J Clean Prod* 195:744–752. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.222>.
- Scacabarossi, H., & Périco, E. (2014). Perspectivas e desafios da coleta seletiva na cidade de Boa Vista-RR, no contexto da política nacional de resíduos sólidos, lei federal nº 12.305/2010. *Geografia (Londrina)*, 23(2), 49-69.
- Silva GPC da, Assunção FP da C, Pereira DO, et al (2024) Analysis of the Gravimetric Composition of Urban Solid Waste from the Municipality of Belém/PA. *Sustainability* 16:5438. <https://doi.org/10.3390/su16135438>.
- Tapia Fraile MJ (2024) ¿Comprar o reparar?: reflexiones acerca de los mecanismos jurídicos para combatir la obsolescencia programada. *Rev Cienc Soc* 169–197. <https://doi.org/10.22370/rcs.2024.84.4077>.
- United Nations Environment Programme (UNEP). *Global Waste Management Outlook 2024*; United Nations: Nairobi, Kenya, 2024. Available online: <https://www.unep.org/pt-br/resources/panorama-global-do-manejo-de-residuos-em-2024> (accessed on 3 May 2025).
- Yurtsever AE (2023) The Role and Importance of Shortening Product Life Cycle with A Planned Obsolescence Strategy in Green Marketing. *Turk Turizm Arastirmalari Dergisi*. <https://doi.org/10.26677/tr1010.2023.1261>.

3.1 ARTIGO 2 – CONFIRMAÇÃO DA SUBMISSÃO DO ARTIGO CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR, AMAZÔNIA SETENTRIONAL À REVISTA

emJournal of Material Cycles and Waste Management

Maria do Céu de Sena Moura | Logout

[Home](#) [Main Menu](#) [Submit a Manuscript](#) [About](#) [Help](#)

← Submissions Being Processed for Author

Page: 1 of 1 (1 total submissions)Results per page 10

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
Action Links	JMCW-D-25-01244	GRAVIMETRIC CHARACTERIZATION OF SOLID WASTE IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION IN NORTHERN AMAZONIA	25 Jul 2025	04 Aug 2025	Under Review

Page: 1 of 1 (1 total submissions)Results per page 10

3.2 ARTIGO 2 – NORMAS DA REVISTA INTERNACIONAL

Manuscrito submetido e em fase de revisão no *Journal of Material Cycles and Waste Management* (ISSN 1611-8227). Fator de impacto 3.0, *CiteScore* (2025) *Scopus* 5,6, Antigo Qualis (2017-2020): A3 e novo Qualis 2025-2028 – B- Bom.

<https://link.springer.com/journal/10163/submission-guidelines>

4 ARTIGO 3 - MODELO INTEGRADO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (GERESI): UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL BASEADA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E NOS PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR

Resumo

A gestão de resíduos sólidos em Instituições de Ensino Superior (IES) possui relevância estratégica frente aos impactos ambientais gerados por suas atividades acadêmicas e administrativas. Este estudo teve como objetivo propor um modelo de gestão de resíduos sólidos para IES, fundamentado na educação ambiental e na economia circular. A pesquisa adotou uma abordagem qualiquantitativa, realizada em três *campi* de uma IES pública em Boa Vista, Roraima. Foram conduzidas entrevistas com gestores, técnicos e docentes, além de análise gravimétrica dos resíduos por meio da técnica de quarteamento. Investigou-se cinco domínios: reciclagem, resíduos orgânicos, redução de papel e plástico, manejo de inorgânicos e tóxicos. Foram utilizados métodos estatísticos como *K-means* e ANOVA, e os processos modelados em BPMN 2.0. Os resultados revelaram fragilidades na capacitação profissional e nas ações de educação ambiental, refletidas em baixos índices de segregação e manejo inadequado de resíduos perigosos. A partir da literatura e com base nos dados, foi desenvolvido o modelo GERESI – uma proposta escalável que integra educação ambiental, segregação na fonte, coleta seletiva, economia circular e avaliação por indicadores. O modelo oferece soluções de baixo custo, fluxos padronizados e métricas eficazes, sendo uma ferramenta aplicável à realidade das IES brasileiras.

Palavras-chave: Coleta Seletiva. Reciclagem. Desenvolvimento Sustentável. Universidades. Gestão de Processos.

1. Introdução

A gestão de resíduos sólidos em Instituições de Ensino Superior (IES) configura-se como uma questão estratégica e multidisciplinar no contexto dos desafios ambientais contemporâneos. Além dos impactos ambientais decorrentes das atividades acadêmicas e administrativas, as IES possuem um papel formador essencial com potencial de influenciar comportamentos sustentáveis e disseminar boas práticas na sociedade (Barbosa *et al.*, 2024; Fagnani & Guimarães, 2017).

O panorama global é preocupante: mais de 2,1 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) são geradas anualmente, com apenas 16,6% passando por tratamento adequado (Alazaiza *et al.*, 2024; Dadario *et al.*, 2023). Projeções indicam que esse volume pode atingir 3,8 bilhões de toneladas até 2050, com custos globais relacionados à ausência de gestão apropriada ultrapassando US\$ 640,3 bilhões (UNEP, 2024). No Brasil, a situação também demanda atenção quanto à geração desses resíduos: em 2022, a geração média foi de 1,04 kg por habitante dia, totalizando 77,1 milhões de toneladas ao ano (ABREMA, 2023).

Frente a esse cenário, torna-se urgente o desenvolvimento de políticas, modelos e sistemas eficazes de gestão de resíduos que contribuam para a redução de impactos ambientais, mitigação de riscos à saúde pública e o aproveitamento sustentável de recursos. A gestão eficiente dos resíduos nas IES, além de mitigar externalidade negativas, pode também promover benefícios econômicos e sociais, como a geração de emprego e renda, e a formação de profissionais comprometidos com a sustentabilidade (Fagnani & Guimarães, 2017; Nolasco *et al.*, 2021).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto 10.936/2022, estabelece diretrizes para a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos. No contexto educacional, essas diretrizes devem ser integradas à Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), Lei nº 9.795/1999, que preconiza a transversalidade da educação ambiental nos diversos níveis e modalidades de ensino, inclusive nas atividades de gestão das IES.

Entretanto, barreiras ainda comprometem a efetividade da gestão de resíduos sólidos nas universidades, entre elas: a ausência de modelos adaptados à realidade institucional, baixa capacitação dos profissionais, fragilidades na infraestrutura e na integração da coleta e triagem, o que distancia das premissas da educação ambiental, economia circular e práticas de gestão (Fontalvo-Buelvas *et al.*, 2023). Além disso, é crescente a demanda por instrumentos que considerem as peculiaridades regionais e a heterogeneidade das tipologias de resíduos gerados nos ambientes acadêmicos.

Nesse cenário, a elaboração de modelos integradores e escaláveis de gestão de resíduos sólidos em IES pode proporcionar avanços significativos, tanto na redução da geração de resíduos, quanto no fortalecimento da cultura de sustentabilidade. Tais modelos devem incluir indicadores de desempenho, padronização de processos, estratégias de sensibilização e aproveitamento de resíduos por meio dos princípios da economia circular (Fagnani & Guimarães, 2017).

Assim, o presente estudo teve como objetivo propor um modelo de gestão de resíduos sólidos em IES, fundamentado nos princípios da educação ambiental (EA) e da economia circular (EC), com base na literatura e em um diagnóstico situacional aplicado em três *campi* de uma IES pública localizada na Amazônia Setentrional. O modelo, denominado Gestão e Educação em Resíduos para IES - GERESI, busca atender às demandas operacionais, formativas e socioambientais da gestão de resíduos nas universidades, contribuindo para o alcance de metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), notadamente os ODS 4, 11, 12 e 15.

Neste contexto, o fortalecimento da EA torna-se fundamental na gestão de resíduos sólidos, promovendo a conscientização/sensibilização e a mudança de comportamentos em diferentes contextos sociais (Garcia *et al.*, 2017). A implementação de programas educativos voltados para conscientização e sensibilização desde a separação na fonte geradora, acondicionamento e destinação correta resíduos sólidos. Além disso, a redução do consumo e a reutilização de materiais contribuem diretamente para a diminuição dos impactos ambientais e para o cumprimento das legislações ambientais vigentes (Brasil, 2010, 2022).

Neste estudo, além do arcabouço teórico, o GERESI foi prototipado a partir de um diagnóstico realizado em IES em Boa Vista capital de Roraima, localizada na Região da Amazônia Setentrional (Moura *et al.*, 2025a), por meio de entrevistas e análises gravimétricas, que permitiram identificar o perfil, a tipologia e a quantidade dos resíduos gerados, além de identificar a ausência de um modelo de gestão e gerenciamento de resíduos nas IES.

O GERESI fundamenta-se nos princípios da EA, conforme Sousa *et al.*, 2024; Jacobi, 2005, na segregação de resíduos na fonte, na reciclagem, na compostagem e no incentivo ao cooperativismo (Campitelli *et al.*, 2023; Hashemi-Amiri *et al.*, 2023; Tsai *et al.*, 2020). Integra os fundamentos da EC ao contexto do Campus Universitário, ao qual caracteriza-se pela remoção ou mitigação dos resíduos sólidos e subprodutos ao longo dos processos produtivos (Salguero-Puerta *et al.*, 2019a).

Este trabalho está organizado em cinco seções. A primeira corresponde a esta Introdução. A segunda seção, materiais e métodos, detalha o delineamento da pesquisa, os procedimentos adotados para a coleta e análise dos dados, bem como as bases estruturantes do GERESI. Na sequência, a seção de resultados e discussão apresenta os principais achados do estudo, analisando-os à luz da literatura e destacando as contribuições científicas. Por fim, as considerações finais sintetizam as conclusões obtidas, ressaltando as implicações práticas e teóricas do trabalho, além de sugerir perspectivas para pesquisas futuras.

2. Materiais e Métodos

2.1 Design do Estudo

Este estudo adotou uma abordagem qualiquantitativa, caracterizada pela combinação de métodos qualitativos e quantitativos para coleta, análise e interpretação de dados. A investigação foi estruturada em três fases sequenciais e interdependentes, realizada em três campi de uma IES pública localizada na cidade de Boa Vista, estado de Roraima, na região Amazônica Setentrional.

Na primeira fase, de natureza qualitativa, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com gestores, técnicos administrativos e docentes, com o objetivo de identificar o grau de conhecimento institucional sobre a gestão de resíduos sólidos e mapear as práticas existentes. As entrevistas ocorreram entre outubro e dezembro de 2023 (Moura, *et al.*, 2025a).

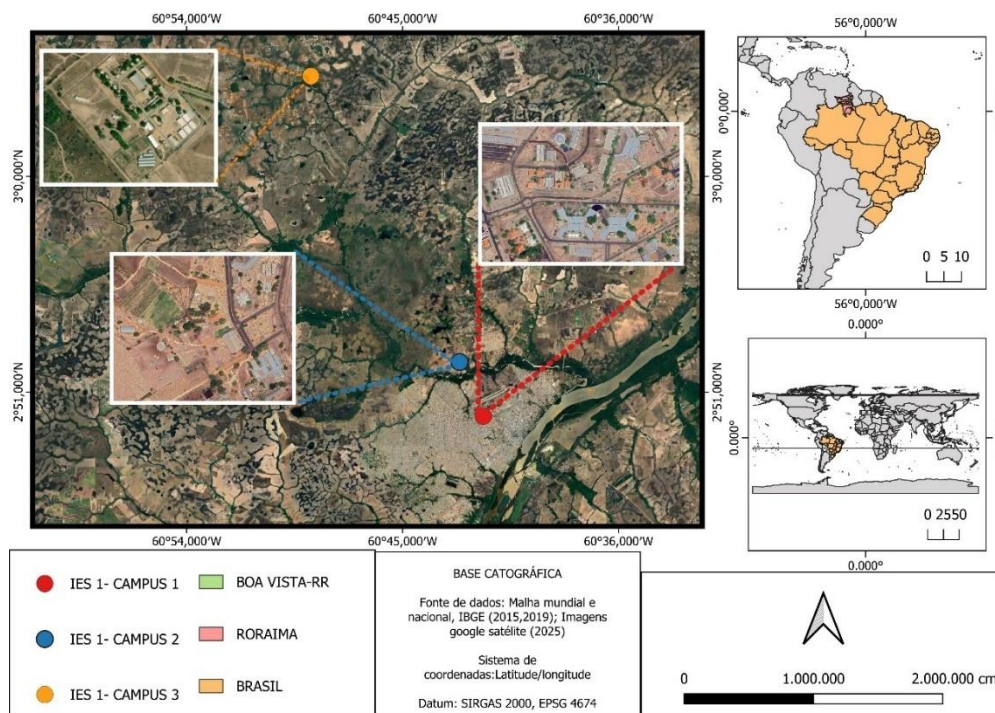
A segunda fase, de cunho quantitativo, consistiu na realização de ensaios de quarteamento para análise gravimétrica dos resíduos gerados nos três *campi*. Essa etapa permitiu caracterizar a composição, o volume e a tipologia dos resíduos produzidos, com base em 60 ensaios realizados ao longo de três meses.

Por fim, na terceira fase, foi desenvolvido o GERESI baseado nos princípios da educação ambiental, economia circular, segregação na fonte, coleta seletiva, e monitoramento por indicadores. Esse modelo estrutura-se em cinco domínios de avaliação, conforme apresentado na Tabela 1.

2.2. Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi conduzido na capital de Roraima, Boa Vista, localizados na Amazônia Setentrional, fronteira com Venezuela e Guiana. A cidade possui população estimada em 413.486 habitantes, distribuídos em uma área de 5.687,04 km², com densidade demográfica de 72,71 hab./km² (IBGE 2022; Filho, 2024). A localização geográfica dos *campi* analisados é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Localização Geográfica.



Fonte: elaborado na plataforma QGIS versão 3.40.3. Base dados: O IBGE (2014,2017) bem como também imagens geradas pelo Google satélite (2025). O método de coordenadas geográficas se deu por meio das marcações de latitude e longitude, a partir do datum: SIRGAS 2000- EPSG 4674.

2.3. Participantes

A amostra da pesquisa qualitativa foi composta por 110 sujeitos, entre gestores, técnicos e docentes. Os participantes foram selecionados com base em atuação direta nos processos institucionais e administrativos da IES.

Para a coleta gravimétrica, foram definidos pontos fixos nos três *campi* (*campus* I, II e III), com coleta sistemática realizada em dias alternados, em conformidade com o cronograma de recolhimento de resíduos da prefeitura municipal. Ao todo, foram realizados 60 ensaios de quarteamento, com duração total de 73 horas.

2.4. Variáveis

A variável independente foi o nível de conhecimento institucional sobre práticas de gestão de resíduos sólidos. Um formulário diagnóstico foi elaborado com base na *Ui Greenmetrics* (GREENMETRIC, 2023), e nas diretrizes da agenda ambiental da administração

pública (A3P) (MMA, 2023), contendo 23 indicadores distribuídos em cinco categorias (ver Tabela 1). As variáveis dependentes foram: Peso *per capita* dos resíduos gerados (kg/pessoa), obtido pela razão entre a massa total de resíduos por centro e o número de usuários vinculados; Tipologia dos resíduos, classificados em: recicláveis secos, orgânicos, resíduos da construção civil (RCC), perigosos/especiais, rejeitos e outros.

Tabela 1 – Categorias e indicadores de avaliação da gestão de resíduos sólidos nas IES.

Domínio	Indicadores
Reciclagem	Reciclagem de papel, papelão, cartuchos, plástico, coleta seletiva, destinação a cooperativas
Resíduos orgânicos	Tratamento de matéria vegetal e alimentos descartados
Redução de papel/plástico	Reutilização, não descartáveis, impressão frente e verso, desmaterialização
Resíduos inorgânicos	Descarte/logística reversa de lâmpadas, eletrônicos, pilhas, etc.
Resíduos tóxicos	Manuseio de resíduos hospitalares, químicos e sépticos

Fonte: Adaptado de Greenmetrics (2023) e MMA (2023)

2.5 Análise Estatística

Os dados quantitativos foram organizados em planilhas no software Microsoft Excel® e analisados no ambiente R (v.4.5.0). Inicialmente, realizou-se uma análise exploratória, com estatísticas descritivas e testes de normalidade (Shapiro-Wilk).

Para identificação de padrões institucionais, foi aplicada a técnica de agrupamento *k-means*, utilizando as variáveis: nível de conhecimento, peso *per capita*, e proporções das tipologias de resíduos. O número ideal de *clusters* foi determinado pelo índice de *Silhouette*, resultando em sete grupos distintos.

Em seguida, realizou-se ANOVA unifatorial (ou teste de Kruskal-Wallis, quando necessário) para verificar diferenças estatisticamente significativas entre os agrupamentos. Esses resultados serviram de subsídio para proposição de estratégias diferenciadas de gestão do GERESI.

2.6 Modelagem dos Processos

Os processos relacionados à gestão dos resíduos sólidos nas IES foram modelados em BPMN 2.0 (*Business Process Model and Notation*), uma notação internacional que facilita a visualização dos fluxos operacionais (Matias *et al.*, 2026).

2.7 Estrutura do GERESI

O GERESI foi estruturado com base em sete componentes integrados: i) princípios da educação ambiental; ii) fundamentos da economia circular; iii) adaptação da infraestrutura institucional; iv) implantação de ecopontos de coleta seletiva; v) ações de compostagem; vi) fortalecimento do cooperativismo; vii) sistema de avaliação contínua com base em indicadores de desempenho.

O modelo está alinhado às recomendações da PNRS, PNEA, A3P e da UI GreenMetric, promovendo uma abordagem sistêmica, escalável e replicável em diferentes contextos institucionais.

3. Resultados e Discussão

Esta seção está estruturada em duas partes principais. Na primeira, é apresentado o diagnóstico da gestão de resíduos sólidos na IES, destacando vulnerabilidades, padrões de geração e composição dos resíduos, além dos resultados das análises estatísticas. Na segunda parte, são detalhadas as etapas propostas pelo GERESI, que incluem ações de educação ambiental, gestão de resíduos orgânicos e recicláveis, tratamento de resíduos perigosos, segregação de rejeitos e o sistema de avaliação institucional. Cada seção traz os principais achados, desafios e recomendações para aprimorar a gestão de resíduos sólidos no contexto universitário.

3.1 Diagnóstico da IES acerca da Gestão de Resíduos Sólidos

A análise exploratória evidenciou vulnerabilidades estruturais e operacionais relevantes na gestão de resíduos sólidos nos *campi* analisados da IES estudada. Um dos principais resultados refere-se ao baixo nível médio de conhecimento institucional sobre práticas adequadas de gestão de resíduos sólidos, com exceção da Prefeitura Universitária, que apresentou desempenho significativamente superior. Essa disparidade revela lacunas na formação ambiental dos diferentes setores da comunidade acadêmica, o que representa um entrave relevante para a institucionalização de políticas sustentáveis eficazes (Torrente Stabile *et al.*, 2024).

No que se refere à geração de resíduos *per capita*, observou-se heterogeneidade entre os setores, com maiores volume registrados as unidades da Prefeitura e o bloco VI,

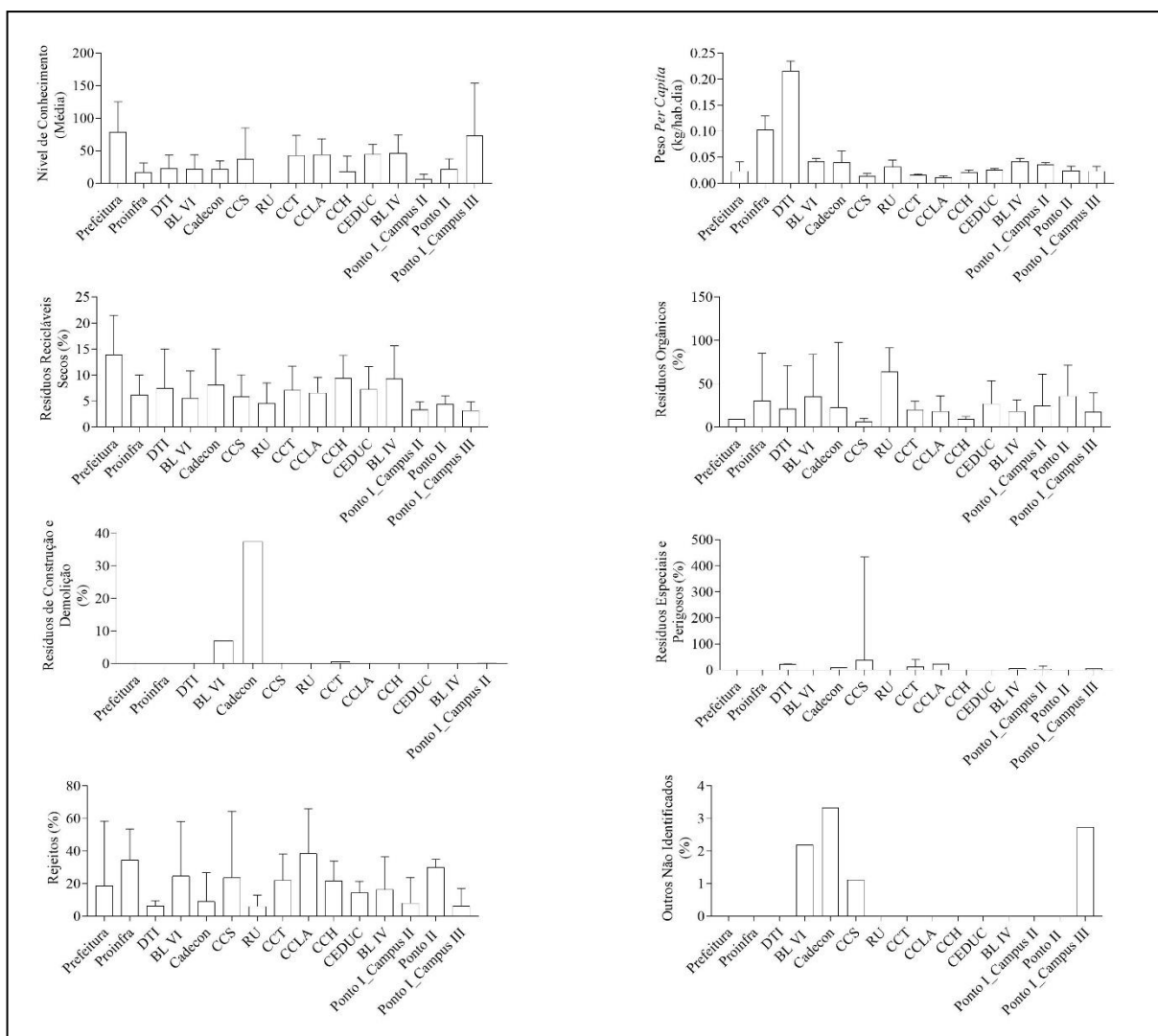
possivelmente em função da concentração de atividades administrativas e operacionais. Já outros setores apresentaram índices inferiores, evidenciando a necessidade de estratégias localizadas e diferenciadas, conforme o perfil funcional e a dinâmica de uso dos espaços. Essa heterogeneidade é recorrente em estudos internacionais, que apontam para a necessidade de soluções adaptadas ao perfil funcional e operacional de cada setor dentro das IES, bem como para o desenvolvimento de políticas integradas de educação ambiental e economia circular (Taweesan *et al.*, 2025).

Em relação à composição dos resíduos, constatou-se o predomínio de rejeitos, aliado à baixa taxa de segregação de recicláveis, o que compromete a eficiência dos processos de coleta seletiva e dificulta a implantação de práticas de economia circular. A fração de resíduos orgânicos foi expressiva em setores como o Restaurante Universitário, demonstrando alto potencial para programas de compostagem institucionalizados. Já os resíduos de construção civil e os resíduos especiais e perigosos ocorreram de forma pontual, vinculados a atividades específicas, como reformas e laboratórios.

A categoria outros resíduos apresentou proporções elevadas em determinados setores, o que sugere fragilidades nos processos de categorização, registro e controle dos materiais descartados. Essa limitação compromete a rastreabilidade dos resíduos e dificulta o planejamento de ações corretivas e preventivas em nível institucional.

A Figura 2 apresenta as características médias dos setores quanto ao nível de conhecimento, peso *per capita* e tipologia dos resíduos sólidos. As barras representam as médias das variáveis e as linhas verticais indicam o intervalo de confiança de 95% (IC95%).

Figura 2 – Características dos centros quanto ao nível de conhecimento dos funcionários, peso *per capita* e tipologia dos resíduos sólidos.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Legenda: Barras representam as médias das variáveis e as linhas verticais o intervalo de confiança de 95% (IC95%).

Para aprofundar a análise dos padrões institucionais, foi realizada uma análise de agrupamento (*clustering*) utilizando o algoritmo *k-means*, com definição de sete grupos ($k = 7$), conforme recomendado pelo índice de *Silhouette*. As variáveis *Nível de Conhecimento* (NC), *Resíduos Orgânicos* (RO), *Resíduos de Construção e Demolição* (RCD), *Resíduos Especiais e Perigosos* (REP) e *Rejeitos* apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os clusters ($p < 0,05$), sendo, portanto, determinantes na formação dos grupos. Já as variáveis *Peso Per Capita* (PPC), *Resíduos Recicláveis Secos* (RRS) e *Outros Resíduos* (OR) não apresentaram significância estatística, contribuindo menos para a diferenciação entre os centros.

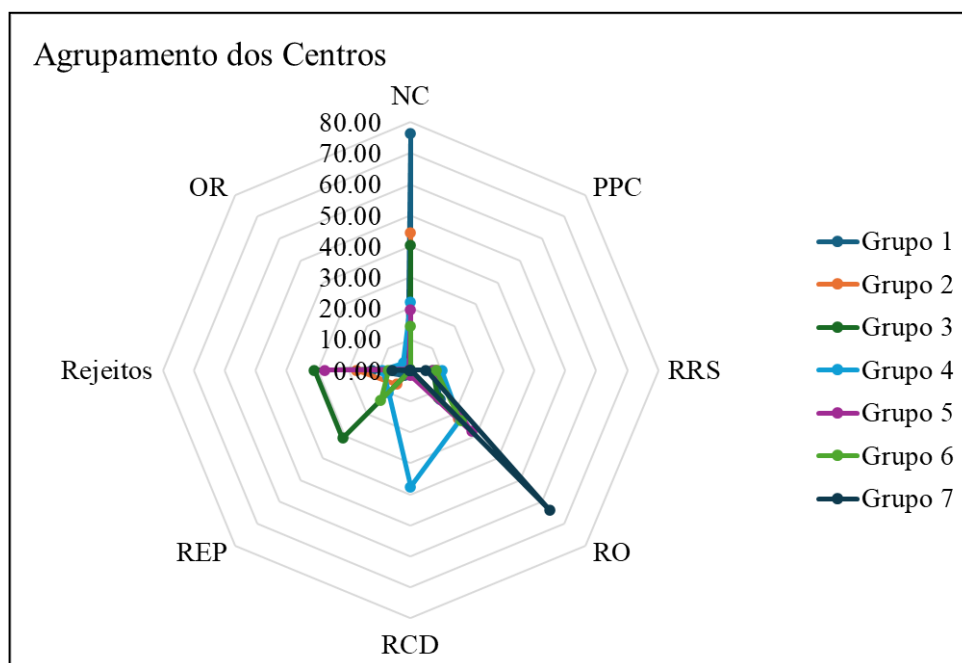
A Tabela 2 apresenta os valores médios das variáveis por grupo após o agrupamento, enquanto a Figura 3 exibe a distribuição gráfica dos perfis médios dos *clusters* em formato de gráfico de radar. A Tabela 3 resume as principais características descritivas dos agrupamentos.

Tabela 2 – Média das variáveis por grupos após agrupamento por *k-means*.

Variáveis	Grupamentos						
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
NC	76.22	44.43	40.37	21.86	19.56	14.33	0.00
PPC	0.02	0.03	0.01	0.04	0.05	0.13	0.03
RRS	8.26	8.78	7.14	10.13	7.36	8.19	5.01
RO	13.48	21.93	12.45	22.62	27.86	23.05	63.82
RCD	0.00	0.18	0.00	37.52	1.77	0.07	0.00
REP	2.50	6.45	30.99	10.05	0.00	13.55	0.30
Rejeitos	12.33	17.58	31.09	8.97	27.68	7.15	5.95
OR	1.37	0.00	0.56	3.33	0.55	0.00	0.00

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 3 – Gráfico de radar mostrando a relação entre os grupos e as variáveis estudadas.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Legenda: NC – Nível de Conhecimento; PPC – Peso *Per Capita*; RRS – Resíduos Recicláveis Secos; RO – Resíduos Orgânicos; RCD – Resíduos de Construção e Demolição; REP – Resíduos Especiais e Perigosos; OR – Outros Resíduos.

Tabela 3 – Características dos grupos após análise de grupamento.

Grupamento	Centros Associados	Características Principais
Grupo 1	Prefeitura, Ponto I – Campus III	Alto NC, baixa geração de resíduos, sem resíduos perigosos – modelo de boas práticas
Grupo 2	Proinfra, Ponto II, BL VI, CCH	NC Intermediário, predominância em RO e rejeitos – baixa segregação
Grupo 3	DTI, Ponto I – Campus II	NC Intermediário, REP muito elevado – risco ambiental elevado
Grupo 4	CCT, CCLA, CEDUC	NC Intermediário, resíduos diversos (REP, Rejeitos, RO moderados)
Grupo 5	CCS, BL IV	NC baixo, REP e Rejeitos elevados – possível uso RSS
Grupo 6	CADECON	NC baixo, altíssimo RCD – provável centro com reformas ou obras
Grupo 7	RU	NC = 0, RO = 63,82 – centro funcional com elevada produção de orgânicos e baixa segregação

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Diante do exposto, a análise dos agrupamentos permitiu identificar indicadores-chave para o aprimoramento da gestão de resíduos, como a necessidade de capacitação continuada, a implementação de programas de compostagem em setores com alta fração de resíduos orgânicos, e o fortalecimento dos processos de segregação e rastreabilidade dos resíduos. Tais achados são corroborados pela literatura recente, que destaca a importância de modelos flexíveis e baseados em evidências para promover a sustentabilidade em ambientes acadêmicos complexos (Rodríguez-Guerreiro *et al.*, 2024; Taweesan *et al.*, 2025; Torrente Stabile *et al.*, 2024).

3.2 Etapas Propostas no GERESI

3.2.1 Etapa I – Programa de Educação Ambiental

A primeira etapa do GERESI fundamenta-se na implementação de um programa de Educação Ambiental (EA), orientado pela Lei 9.795/1999, que reconhece a EA como processo educativo permanente, crítico e participativo, essencial para a formação de uma consciência socioambiental responsável. A EA proposta deve englobar toda a comunidade acadêmica (discentes, docentes, técnicos, terceirizados e fornecedores) estimulando a corresponsabilidade nas práticas sustentáveis cotidianas (Aikowe & Mazancová, 2021; Brasil, 1999; Conto, 2010).

A produção de resíduos sólidos nas IES decorre das atividades de ensino, pesquisa e extensão, sendo diretamente influenciada pela complexidade técnica e operacional dessas ações. Quanto mais complexas e intensiva forem essas atividades, maior será a necessidade de integrar a EA à gestão de resíduos sólidos (Alazaiza *et al.*, 2024; Garcia *et al.*, 2017; Situmorang *et al.*, 2020). A literatura aponta que o nível de conhecimento ambiental é determinante para o comportamento pós-sustentável, o que reforça o papel estruturante da EA no GERESI (Jacobi, 2003).

Um estudo realizado em Taichung, Taiwan, constatou que estudantes de cursos da área ambiental apresentaram níveis significativamente mais altos de conhecimento sobre os impactos negativos do descarte inadequado de resíduos plásticos, em comparação com colegas de outras áreas de conhecimento (Situmorang *et al.*, 2020), esse resultado evidencia que quanto maior o investimento institucional em EA, maior será o engajamento da comunidade acadêmica com práticas sustentáveis.

Para garantir a eficácia do programa EA no contexto da gestão de resíduos sólidos, recomenda-se que as campanhas educacionais sejam organizadas em torno de cinco pilares fundamentais: *i*) prevenção da geração de resíduos; *ii*) segregação na fonte; *iii*) coleta seletiva estruturada; *iv*) aplicação dos princípios da economia circular e *v*) disposição final ambientalmente adequada, conforme a tipologia dos resíduos (Brasil, 2010, 2022). Esses elementos constituem o núcleo formativo da EA no GERESI, promovendo consciência crítica, engajamento coletivo e mudança comportamental sistêmico (Aikowe & Mazancová, 2021).

A EA, nesse modelo, transcende a lógica informativa e passa a atuar como força motriz transversal, presente em todas as demais etapas do GERESI. A efetividade das ações propostas depende diretamente do grau de adesão e internalização dos valores socioambientais pelos membros da IES.

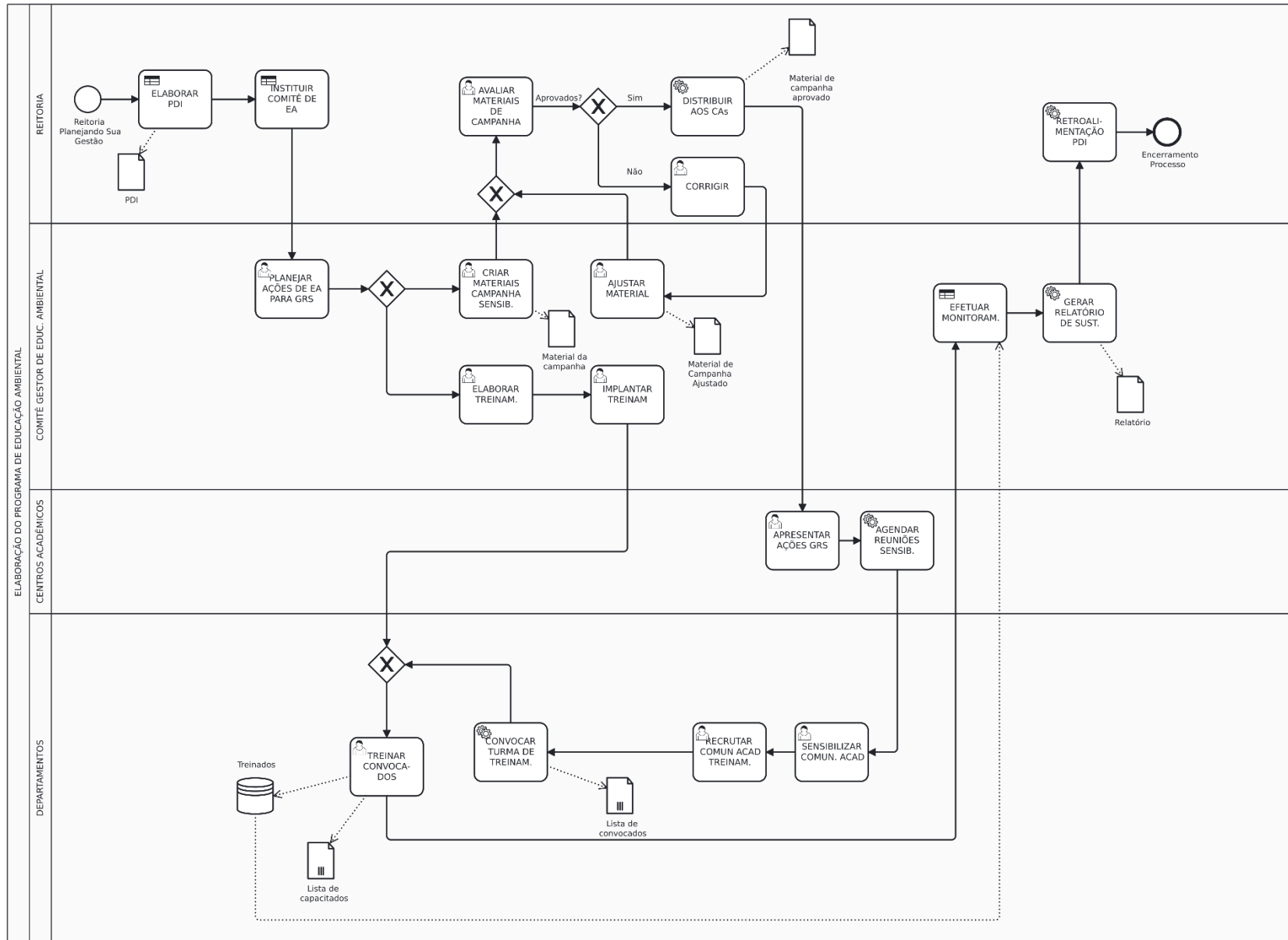
Para garantir a continuidade, consistência e legitimidade das ações, a literatura recomenda a criação de um comitê gestor de educação ambiental, com representantes de diferentes setores institucionais, por responsável por: (a) padronizar campanhas e materiais informativos, (b) aprovar intervenções educativas junto à Reitoria e aos Departamentos de Comunicação Institucional, e (c) monitorar os impactos das ações implementadas (Conto, 2010; Salguero-Puerta *et al.*, 2019).

Com base nas boas práticas, a modelagem de processos do programa de EA deve incluir os seguintes componentes (Alazaiza *et al.*, 2024; Garcia *et al.*, 2017; Hashemi-Amiri *et al.*, 2023; Salguero-Puerta *et al.*, 2019): *i*) Elaboração de um plano de ações de educação ambiental alinhando ao Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI); *ii*) Implementação de campanhas

educativas regulares e temáticas (semana do meio ambiente, recicla *campus* etc.); *iii*) Estabelecimento de indicadores de sensibilização e engajamento; *iv*) Inclusão de conteúdos ambientais nos projetos pedagógicos dos cursos; *v*) Capacitação de novos membros da comunidade acadêmicas e treinamento contínuo de equipes terceirizadas; *vi*) Realização de relatórios periódicos de sustentabilidade institucional.

A Figura 4 apresenta o modelo de processo para o Programa de Educação Ambiental no contexto da gestão integrada de resíduos sólidos nas IES, conforme proposto pelo GERESI.

Figura 4 – Modelo de Processo Programa de Educação ambiental



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

3.2.2 Etapa II – Programa de EC para Resíduos Orgânicos

A matéria orgânica é constituída de componentes biodegradáveis, como restos de alimentos, resíduos de jardim: folhas, gramas, arbustos e madeiras (Sewak *et al.*, 2021a). As práticas de gestão de resíduos sólidos orgânicos nas IES, fundamentadas nos princípios da EC, têm início com a segregação dos resíduos diretamente na fonte geradora, que abrange tanto os resíduos provenientes da produção e de restos alimentares quanto daqueles resultantes de atividades de jardinagens e podas.

Nos estudos de Moura *et al.*, (2005b), apenas o Campus II se destacou quanto à destinação adequada dos resíduos orgânicos do Restaurante Universitário (RU), ao adotar a prática de separação deles na fonte geradora, a partir da disposição de dois pontos coletores (orgânicos e inorgânicos) após a coleta seletiva, o resíduo orgânico é destinado aos produtores locais para alimentação dos animais, sendo o RU do Campus II, o que menos destinou matéria orgânica ao aterro sanitário. No entanto, trata-se de uma ação isolada, não sendo estendida sequer aos demais centros do mesmo Campus.

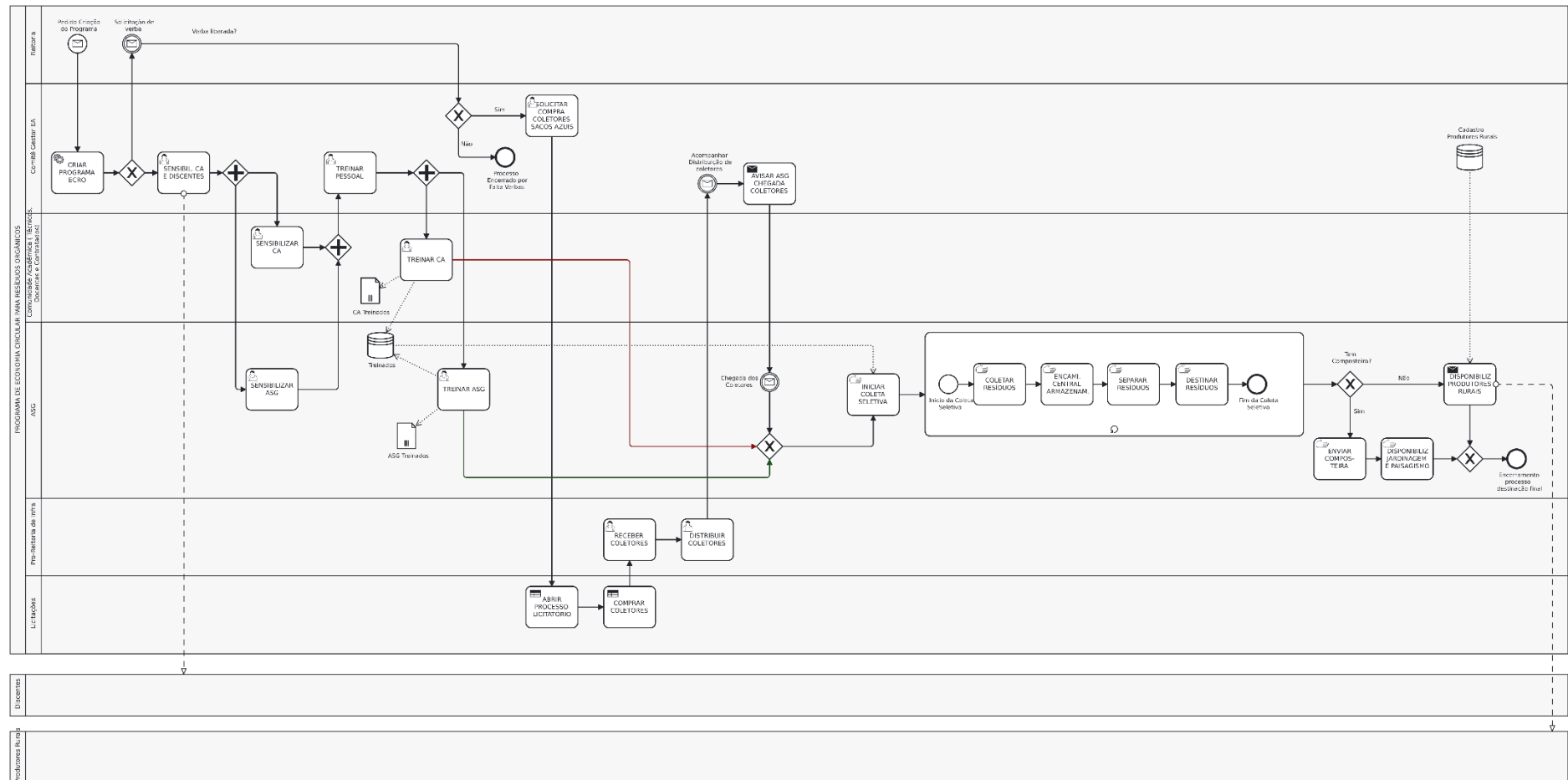
O GERESI sugere as seguintes etapas para gestão dos resíduos orgânicos: *i)* campanhas de conscientização, visando sensibilizar a comunidade acadêmica sobre a importância da separação e destinação dos resíduos orgânicos; *ii)* estruturar o processo de segregação dos resíduos na fonte geradora com o uso de coletores devidamente identificados e exclusivos para resíduos orgânicos, o que facilita o correto encaminhamento e reduz a contaminação de outros materiais; *iii)* capacitação dos funcionários terceirizados de limpeza e manutenção para que realizem a coleta e o acondicionamento dos resíduos orgânicos de maneira adequada; *iv)* destinação circular por meio de fluxo eficiente, priorizando a compostagem ou o encaminhamento aos produtores rurais mediante edital de licitação, promovendo o retorno desses materiais à cadeia produtiva como insumos agrícolas ou para paisagismo.

Dessa forma, o modelo contribui para fechar o ciclo da gestão dos resíduos orgânicos, reduzindo o envio para aterros sanitários, promovendo a valorização de recursos, contribuindo para tornar a instituição autossustentável, além de estimular a consciência cidadã em consonância com os princípios da PNRS e a EC (Brasil, 2010; 2022).

Para implementação da EC no programa de resíduos orgânicos das IES, sugere-se a criação de composteiras realizadas por discentes, mediante a orientação dos docentes, principalmente os oriundos dos cursos de graduação e pós-graduação em Ciências Ambientais, Ciências Agrárias e Solo, sob orientação de docentes, promovendo a integração entre o tripé da universidade ensino, pesquisa e extensão (Sudan & Froner, 2013).

A literatura sugere que o composto orgânico gerado pode ser utilizado na jardinagem do Campus, e o excedente destinado à comunidade acadêmica e empresas parceiras ou para produção de biogás e energia (Fontalvo-Buelvas *et al.*, 2023). A figura (5), apresenta a modelagem do programa de EC para resíduos orgânicos.

Figura 5 – Modelagem de processo do Programa de EC para Resíduos Orgânicos



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

3.2.3 Etapa III – Programa de EC para Resíduos recicláveis: plástico, papel, papelão, vidro e metal

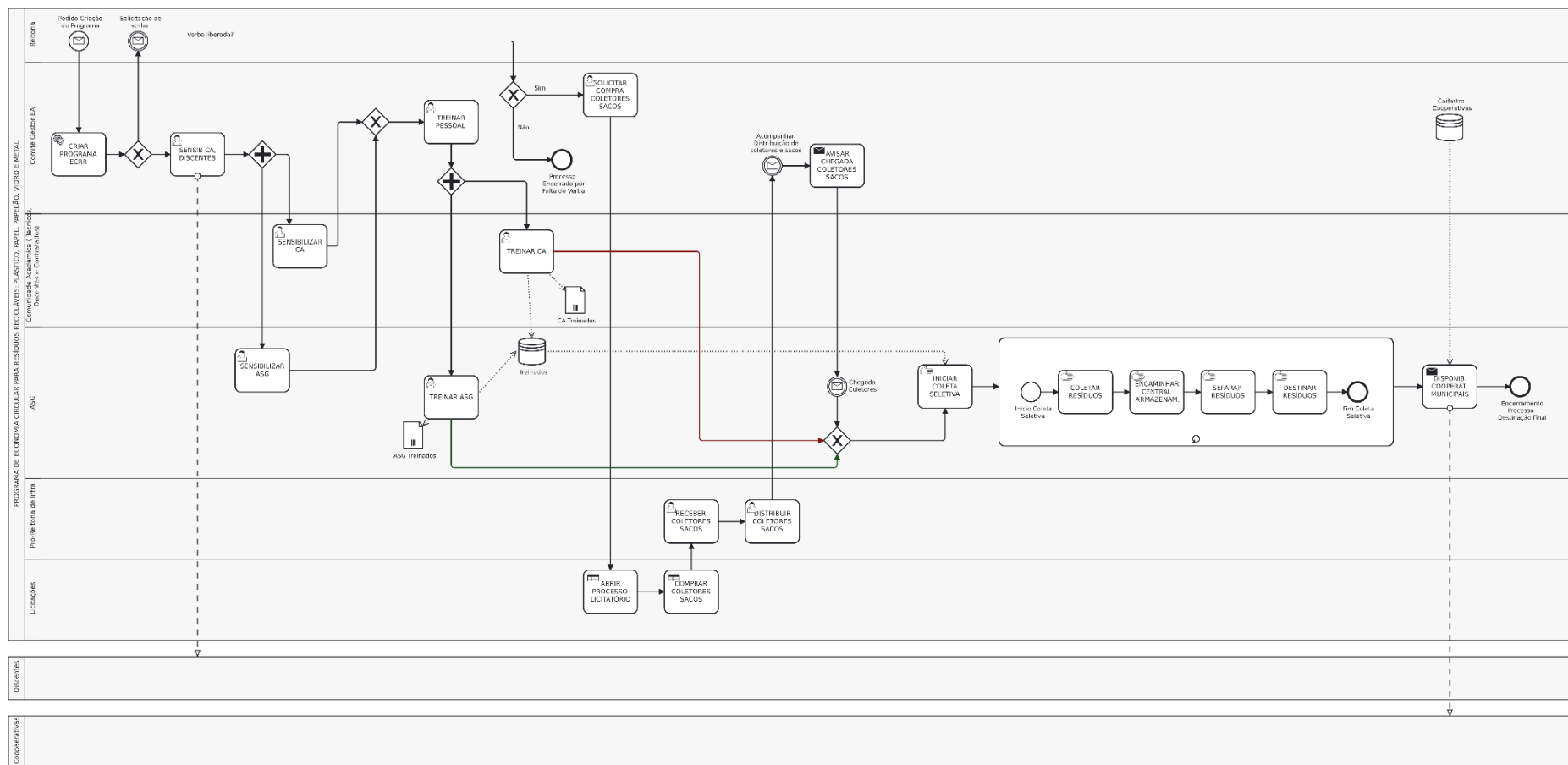
O processo de gestão de resíduos sólidos em IES, fundamentado nos princípios da EC, deve ser organizado em etapas integradas que promovam a redução, a reutilização e a reciclagem dos materiais (Mager *et al.*, 2025), a saber: *i)* conscientização da comunidade acadêmica, incentivando o consumo consciente e a adoção de práticas sustentáveis; *ii)* estruturar a separação na fonte, disponibilizando coletores específicos e devidamente identificados para cada tipo de material reciclável, como plástico, papel, papelão, vidro e metal; *iii)* treinamento dos funcionários terceirizados de limpeza e manutenção, capacitando-os para realizar a coleta seletiva e o acondicionamento correto dos resíduos; *iv)* acondicionar os RS em sacos azuis e armazenados em ecopontos distribuídos em cada centro, pois otimiza a logística e o transporte; *v)* definir fluxo contínuo de destinação adequada às cooperativas do município (Aikowe & Mazancová, 2021; Beatriz Luz, 2021; Dolzany Sousa *et al.*, 2024; Fagnani & Guimarães, 2017; Sewak *et al.*, 2021b; Situmorang *et al.*, 2020; Sudan & Froner, 2013; Brasil 2010,2022).

Nos estudos de Moura *et al.*, (2025b) evidenciou-se na IES estudada uma considerável quantidade de resíduos de tipo plástico, a exemplo disto, copos descartáveis descartados de forma inadequada principalmente no RU. Diante do exposto, o GERESI apresenta uma proposta baseada no princípio da não geração (Brasil, 2010; 2022), que consiste em promover uma campanha com ampla publicidade, orientando a comunidade acadêmica a adotar seu próprio copo ou garrafa, de maneira que o fornecimento do suco ou água nos centros e RU ocorra mediante o uso individual do copo ou garrafa.

Para isto, das requisições de compra de materiais, reduzindo a compra de copos descartáveis, apenas para uso emergencial e ocasional, pois a não adoção dos copos descartáveis gera redução de custo e novos hábitos em toda comunidade. Além disso, os contratos de terceirização de mão-de-obra de limpeza e manutenção poderão passar por revisão garantindo o item de capacitação dos funcionários em gestão de resíduos sólidos (Poortinga & Whitaker, 2018). O GERESI sugere a mobilização de programas institucionais, como a Pró-Reitoria de Extensão, o Programa de Educação Tutorial (PET), Empresas Juniores e o Comitê de Educação Ambiental, para promover ações que envolvam os estudantes no processo de comercialização dos materiais recicláveis. Os resíduos devem ser destinados prioritariamente às cooperativas locais, gerando renda que pode ser reinvestida em projetos de interesse da comunidade

acadêmica e da sociedade (Salguero-Puerta *et al.*, 2019). Por conseguinte, a figura (6) apresenta a modelagem de processo para gestão resíduos sólidos recicláveis.

Figura 6 - Modelagem de processo para gestão dos resíduos recicláveis



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2.4 Etapa IV - Programa de Tratamento de resíduos inorgânicos e perigosos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) classifica os RS de Classe I como perigosos, pois apresentam riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Esses resíduos são caracterizados por possuírem uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Conforme a legislação vigente, a responsabilidade pela gestão desses resíduos recai sobre os próprios geradores, que devem adotar medidas específicas e rigorosas desde a geração na fonte, segregação, acondicionamento e a destinação final (Brasil, 2010, 2022).

Assim, a destinação final resíduos sólidos perigosos deve ser feita em aterros sanitários licenciados por órgãos públicos ambientais e sanitários, devendo haver um processo integrando geradores, neste caso as IES e o poder público municipal, para garantir confiabilidade ao processo e organização do sistema de gerenciamento resíduos sólidos gerados, baseados em programas educativos que visem à redução da geração dos resíduos (ANVISA, 2018; Brasil, 2010, 2022; CONAMA, 2005).

Neste estudo no diagnóstico realizado em dois dos três Campi da IES pesquisada, identificou-se a presença de resíduos de serviços de saúde (RSS) e tóxicos, categorizados como prejudiciais à saúde humana dentre eles: seringas e agulhas usadas com fluidos, gases, esparadrapos, restos de medicamentos, aventais, luvas e recipientes, frascos de inseticida, como poder visualizado na figura (7).

Figura 7 – Descartes inadequados de Resíduos Sólidos de Saúde e tóxicos



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

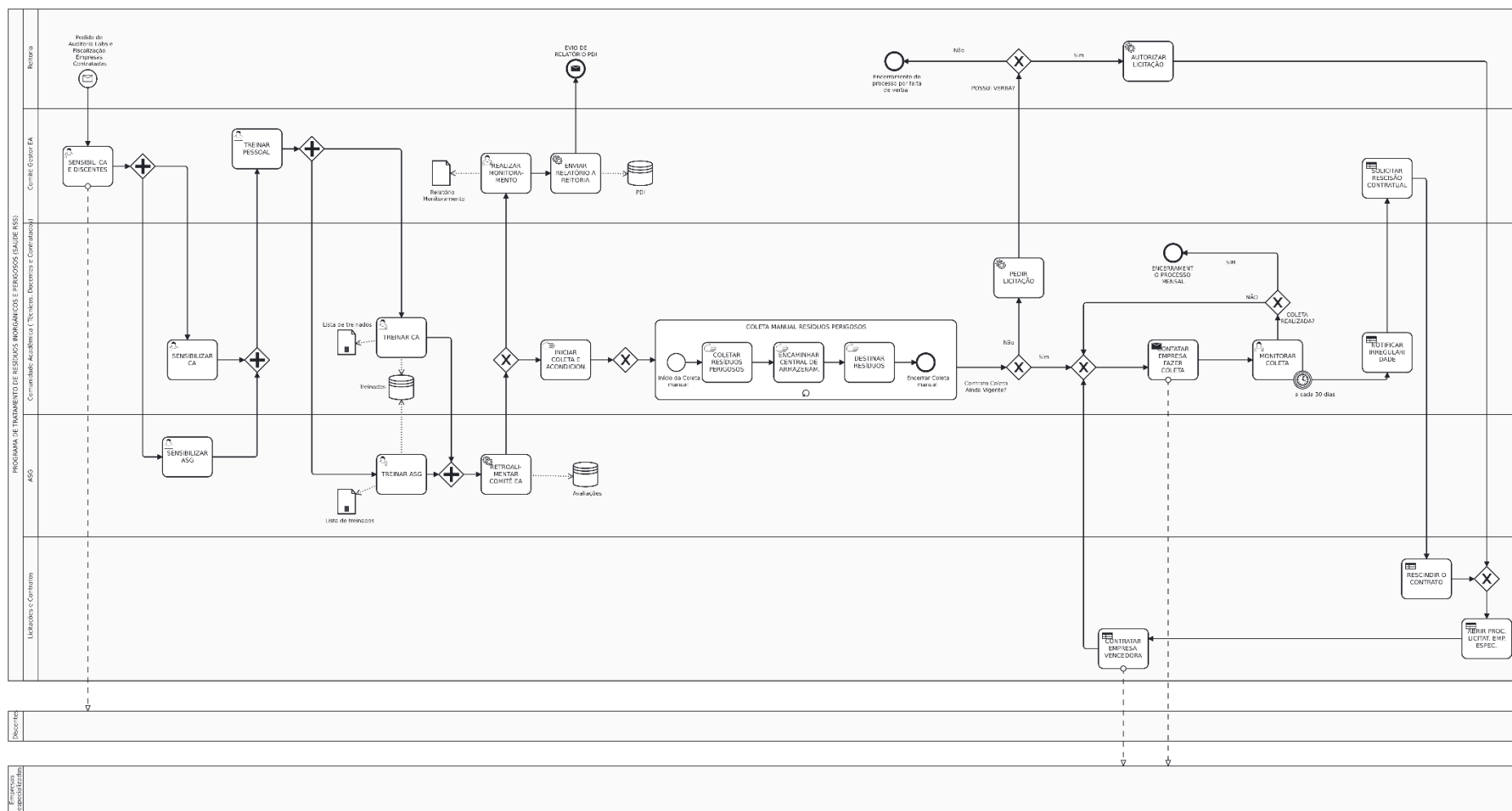
Entretanto, na primeira fase do estudo os entrevistados confirmaram que a instituição mantém contratos com empresas especializadas para coleta desses resíduos, atendendo à exigência legal da PNRS, da Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA nº. 222 de 2018 e da resolução nº.614 CONAMA de 2005.

Contudo, os achados de pesquisa nos ensaios de quarteamento revelaram a presença recorrente de RSS de origem laboratorial e clínica em todos os Campi. Essa contradição evidencia que, embora a IES cumpra a normativa ao terceirizar o manejo, recolhimento e transporte, as práticas da comunidade acadêmica ainda divergem dos protocolos estabelecidos.

As lacunas identificadas dar-se pela falha na segregação na fonte, descarte inadequado de RSS em fluxos comuns, além da fragilidade na conscientização: ausência de internalização das normas pelos usuários de laboratórios e clínicas; insuficiência na comunicação e ausência de campanhas de EA (Moura *et al.*, 2025). Desta forma, a conformidade legal não garante a efetividade do manejo. A gestão de resíduos sólidos exige abordagem sistêmica, combinando infraestrutura, fiscalização e engajamento ativo da comunidade acadêmica, especialmente em unidades geradoras de resíduos perigosos (laboratórios, clínicas e hospitais universitários).

Assim, recomenda-se as seguintes etapas do processo: *i)* um reforço na governança tendo como premissa a EA; *ii)* auditorias e fiscalizações periódicas nos pontos de geração; *iii)* capacitação continuada com treinamentos para técnicos, discentes e docentes; *iv)* comunicação integrada e uso de sinalização visual, feedback e *v)* correção imediata ao identificar erro de descarte (ANVISA, 2018; MMA, 2023; Sudan & Froner, 2013).

Figura 7 - Modelagem de processo para gestão dos resíduos perigosos



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Além disso, o GERESI apresenta proposta de coleta seletiva de pilhas, baterias e materiais eletrônicos diversos trazem problemas ambientais, pois são classificados como resíduos perigosos e compostos de metais altamente tóxicos e não biodegradáveis, como cádmio, chumbo e mercúrio, depois de utilizadas, a maioria é jogada em lixos comuns e seguem para aterros sanitários. A forma como são eliminados e o consequente vazamento de seus componentes tóxicos contaminam o solo, os cursos d'água e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna das regiões circunvizinhas (ABNT NBR 10004-1, 2024; ABNT NBR 10004-2, 2024; Horta Arduin *et al.*, 2020; Sudan & Froner, 2013).

Diante dos riscos à saúde humana e para uma adequação das IES à legislação vigente, a proposta consiste nas seguintes etapas: *i)* conscientização da comunidade acadêmica para o descarte adequado; *ii)* disponibilizar nos centros coletores específicos para pilha, baterias e eletrônicos; *iii)* periodicamente em fluxo contínuo destiná-los às cooperativas (Horta Arduin *et al.*, 2020; Sudan & Froner, 2013).

3.2.5 Etapa V - Segregação para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos

A PNRS define rejeito como RS que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010, 2022). Vale destacar que, com a evolução tecnológica, determinados rejeitos poderão vir a ser reclassificados como resíduos e, consequentemente, tornar-se matéria-prima novamente.

Os RS possuem características similares aos de tipo domésticos, dentre eles os rejeitos oriundos do uso dos banheiros podem ser separados para que não haja contaminação dos demais resíduos que podem ser reutilizados, reciclados etc. No estudo de Moura *et al.* (2025b), mostrou que os rejeitos tais como papel higiênico usado, papel toalha, absorventes higiênicos, após o uso humano, após o processo de higienização dos banheiros são misturados aos demais RS, provocando um alto nível de contaminação resíduos sólidos e inviabilizando o processo de aproveitamento, reuso, reciclagem, dos demais RS produzidos pela IES.

O processo para disposição ambientalmente adequada dos rejeitos consiste em: *i)* após o recolhimento nas dependências da IES deste tipo de resíduo em sacos pretos *ii)* armazenar em uma central de rejeitos localizada em cada ponto de coleta dos campi. *iii)* disponibilizar os rejeitos para que a coleta do município possa realizar disposição final ambientalmente adequada a partir da distribuição e ordenação nos aterros, observando normas operacionais específicas de

modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010, 2022).

3.2.6 Etapa VI - Sistema de Avaliação de Gestão de Resíduos Sólidos para IES

O sistema de avaliação projetado para a gestão de resíduos sólidos em IES foi estruturado a partir de um conjunto de parâmetros e indicadores distribuídos em cinco domínios principais: programa de reciclagem, tratamento de resíduos orgânicos, campanhas de redução do uso de papel e plásticos, tratamento de resíduos inorgânicos e tratamento resíduos sólidos tóxicos. Cada domínio contempla questões específicas e indicadores que refletem as práticas e políticas adotadas pela instituição em relação ao gerenciamento de resíduos (UI_GreenMetric, 2022).

A avaliação é realizada por meio de um sistema de pontuação (*scores*) que varia de 0 a 4 pontos para cada indicador, de acordo com o grau de implementação das ações, sendo: 0 pontos para ausência de ação; 1 ponto para cobertura inferior a 25% (parcial); 2 pontos para cobertura entre 25% e 50% (parcial); 3 pontos para cobertura entre 50% e 75% (parcial); 4 pontos para cobertura superior a 75% (tratado ou plenamente implementado).

No Domínio I, são avaliados os programas de reciclagem, abrangendo materiais como papel, papelão, cartuchos, plásticos e a destinação a cooperativas, além da existência de coleta seletiva. O Domínio II contempla o tratamento de resíduos orgânicos, incluindo alimentos e matéria vegetal, tanto nos centros acadêmicos quanto nas pró-reitorias. O Domínio III analisa as campanhas institucionais para redução do uso de papel e plásticos, incentivando reutilização, uso de materiais não descartáveis, impressão frente e verso e desmaterialização de processos. O Domínio IV avalia o tratamento de resíduos inorgânicos, como descarte e logística reversa de lâmpadas, pilhas, baterias, equipamentos eletrônicos e outros aparelhos obsoletos. Por fim, o Domínio V verifica o tratamento de RS tóxicos, incluindo resíduos sépticos, hospitalares e químicos, bem como a certificação das empresas responsáveis pelo manejo.

A soma dos pontos obtidos em cada domínio permite calcular o total geral, oferecendo um diagnóstico quantitativo e qualitativo do desempenho da IES na gestão de resíduos sólidos. Esse sistema possibilita identificar pontos fortes e oportunidades de melhoria, subsidiando a tomada de decisão e o aprimoramento contínuo das práticas institucionais de sustentabilidade. O sistema de avaliação proposto neste estudo foi elaborado a partir das métricas orientadas pela Greenmetrics (2023) e Agenda Ambiental da Administração Pública - A3P do Ministério do Meio Ambiente (2023) com adaptações, como demonstra a tabela que consta no apêndice L.

A tabela (4) a seguir apresenta a classificação conforme os resultados dos scores, com sugestão de faixas de pontuação e cores para facilitar a visualização e interpretação dos resultados.

Tabela 4 – Classificação das IES conforme a Gestão de Resíduos Sólidos

Total de Pontos	Avaliação	Cor
69 a 92	Ótimo	Verde
46 a 68	Bom	Azul
23 a 45	Regular	Laranja
0 a 22	Insuficiente	Vermelho

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Legenda: Ótimo (Verde): A IES apresenta práticas consolidadas e abrangentes de gestão RS, atendendo à maioria dos critérios avaliados. Bom (Azul): A instituição possui boas práticas, mas ainda apresenta oportunidades de aprimoramento em alguns domínios. Regular (Laranja): As práticas de gestão de resíduos sólidos são parciais e necessitam de melhorias significativas. Insuficiente (Vermelho): A IES apresenta baixa aderência às práticas recomendadas, indicando necessidade urgente de revisão e implantação de ações.

Após a avaliação qualitativa da gestão de resíduos sólidos em IES, recomenda-se a realização de ensaios de quarteamento para análise gravimétrica quantitativa. Este método permite caracterizar a composição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados, conforme demonstra a estrutura detalhada no apêndice C.

O procedimento para avaliação consiste em: realizar a Coleta resíduos sólidos, realizar ensaios em pontos estratégicos da IES nos centros e locais desejados. Utilizar 4 baldes de 0,06 m³ para amostragem; calcular Peso RSU (kg) = (Peso RSU + balde) – (Peso do balde); Peso específico (kg/m³) = Peso RSU / Volume do balde. além da Fração (%) = (Peso do material / Peso total RSU) × 100 (MMA, 2023).

A partir desta técnica pode-se identificar predominância de materiais recicláveis (papel, plástico) rejeitos dentre outros, além de calcular potencial de compostagem (matéria orgânica) e logística reversa (eletrônicos, medicamentos) (Moura et, al, 2025b).

4. Considerações Finais

O presente estudo propôs desenvolver um modelo de gestão de resíduos sólidos para IES denominado GERESI, elaborado com base em modelos existentes na literatura, na legislação brasileira vigente e nas premissas da EA e EC. O modelo contempla de forma integrada, a adaptação da infraestrutura institucional, a criação de ecopontos para coleta seletiva, a implementação de práticas de compostagem, o incentivo ao cooperativismo, além da adoção de um sistema de avaliação de gestão de resíduos sólidos para IES.

O modelo foi criado a partir da literatura, da legislação vigente e do diagnóstico realizado em IES em Roraima. Nesta análise, especificamente, foram considerados os dados coletados nos três *campi* da UFRR. A análise mostrou padrões heterogêneos de geração e manejo de resíduos com evidências de que o nível de conhecimento institucional é um indicador importante na construção do modelo de gestão de resíduos sólidos.

Além disso, a pesquisa revelou importantes disparidades entre os diferentes centros da IES analisada. Primeiramente, foi observado um baixo nível de conhecimento das práticas de gestão de resíduos na maioria dos centros, com exceção da Prefeitura Universitária, que apresentou desempenho superior nesse aspecto. Segundamente, quanto aos demais centros, evidenciou-se uma lacuna significativa na capacitação dos profissionais. E, por último a geração *per capita* de resíduos demonstrou grande heterogeneidade com picos em setores como a DTI e o Proinfra, enquanto os demais centros apresentaram índices inferiores.

Quanto aos resíduos recicláveis secos, observou-se que de maneira homogênea todos os setores realizam elevados níveis de descartes dos seguintes resíduos: plástico duro, plástico mole, tecido, embalagens tetrapak, vidro e metal, o que evidencia um perfil que possibilita a implantação de coleta seletiva e a EC.

Destaca-se a presença expressiva de resíduos orgânicos em diversos setores, principalmente no restaurante universitário. Estes resultados sugerem potencial para a implantação de programas de compostagem e destinação destes resíduos para produtores rurais.

E por último, o resultado demonstrou que os resíduos da construção civil e os resíduos especiais e perigosos apareceram de forma pontuais, demandando intervenções específicas previstas no modelo.

A partir do diagnóstico, as etapas propostas no GERESI apresentam uma abordagem sistêmica e integrada para a gestão de resíduos sólidos em IES. O modelo destaca a EA como eixo estruturante, promovendo a corresponsabilidade socioambiental e a mudança de comportamento da comunidade acadêmica, com enfoque nas tipologias e quantidade dos resíduos produzidos pela IES.

Propõe a criação de comitês gestores, implementação de campanhas educativas, o monitoramento de indicadores, a mobilização da comunidade acadêmica por meio de capacitações, inclusão de conteúdos curriculares e implantação de infraestrutura de conscientização como elementos essenciais para promover uma cultura de sustentabilidade ambiental nas IES.

No âmbito operacional, o GERESI propõe fluxos específicos para o manejo de resíduos orgânicos, recicláveis, inorgânicos e perigosos, e rejeitos. Adotando processos de segregação na fonte, o incentivo à compostagem, a destinação adequada às cooperativas e o fortalecimento da logística reversa, contribuindo assim para redução da disposição final dos resíduos sólidos direto no aterro sanitário, bem como promovendo benefícios sociais e econômicos.

Dentre as limitações deste estudo, não foi possível aplicar a técnica de ensaios de quarteamento para análises gravimétricas durante o período chuvoso, o que permitiria uma análise comparativa mais contundente. No entanto, os dados evidenciaram variabilidade na geração de resíduos entre os centros e permitiram identificar indicadores significativos para a gestão de resíduos sólidos. Assim, sugere-se para trabalhos futuros, a aplicação deste modelo em IES inseridas em diferentes contextos regionais e institucionais.

Portanto, o GERESI configura-se como um modelo escalável e adaptável, oferecendo soluções de baixo custo e viáveis para a gestão de resíduos sólidos em IES. Traz uma contribuição científica inovadora, que abre novas perspectivas para que as instituições implementem modelos de gestão capazes de antecipar e responder de forma eficiente a cenários futuros, além de possibilitar uma avaliação sistemática dos padrões de geração de resíduos, promovendo a integração entre pesquisa, ensino, extensão e responsabilidade socioambiental.

Referências

ABNT NBR 10004-1. (2024). *Resíduos sólidos-Classificação Parte 1: Requisitos de classificação* *Waste classification Part 1: Requirements for classification*. www.abnt.org.br.

ABNT NBR 10004-2. (2024). *Resíduos sólidos-Classificação Parte 2: Sistema Geral de Classificação de Resíduos (SGCR)* *Waste classification Part 2: General system of waste classification*. www.abnt.org.br.

ABREMA. (2023). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023*.

Aikowe, L. D., & Mazancová, J. (2021). Plastic waste sorting intentions among university students. *Sustainability (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13147526>.

Alazaiza, M. Y. D., Alzghoul, T. M., Al Maskari, T., Amr, S. A., & Nassani, D. E. (2024). Analyzing the Evolution of Research on Student Awareness of Solid Waste Management in Higher Education Institutions: A Bibliometric Perspective. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 16, Issue 13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/su16135422>.

ANVISA. (2018). *Ministério da Saúde Agência Nacional de Vigilância Sanitária RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA-RDC Nº 222, DE 28 DE MARÇO DE 2018*. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf

Barbosa, A. A. de S., Cabral, L. C. G., Nobre, F. C., & Perlin, A. P. (2024). Sustainability in higher education institutions: analysis of academic publication linked to management. *Revista de Administração Da UFSM*, 17(2), e4. <https://doi.org/10.5902/1983465985083>.

Beatriz Luz. (2021). *Economia Circular: Debate Global, Aprendizado Brasileiro*.

Brasil. (1999). Lei n 9.795, de 27 de abril de 1999. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm.

Brasil. (2010). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. In *LEI Nº* (Vol. 12). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.

Brasil. (2022). *Decreto nº 10.936, de 12 de Janeiro de 2022*. <https://doi.org/10.936>.

Campitelli, A., Aryoug, O., Ouazzani, N., Bockreis, A., & Schebek, L. (2023). Assessing the performance of a waste management system towards a circular economy in the Global South: The case of Marrakech (Morocco). *Waste Management*, 166, 259–269. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.003>.

Carolina Dolzany Sousa, A., Maria Rizzatti, I., de Araújo Cardoso, V., Campos da Rocha, R., & Oliveira Campos da Rocha, F. (2024). Poluição plástica sob uma perspectiva da Educação Ambiental a partir da ludicidade: contribuições para formação cidadã crítica e desenvolvimento sustentável. *Química Nova Na Escola*, 46(4), 481–490. <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160414>.

CONAMA. (2005). *614 RESOLUÇÕES DO CONAMA*. https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=453.

Dadario, N., Gabriel Filho, L. R. A., Cremasco, C. P., Santos, F. A. dos, Rizk, M. C., & Mollo Neto, M. (2023). Waste-to-Energy Recovery from Municipal Solid Waste: Global Scenario and Prospects of Mass Burning Technology in Brazil. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 15, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su15065397>.

Fagnani, E., & Guimarães, J. R. (2017). Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. *Journal of Cleaner Production*, 147, 108–118. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.080>.

Filho, A. R. (2024). Processo de requalificação urbana da área central de Boa Vista-RR: uma cidade da Amazônia Setentrional. *ACTA GEOGRÁFICA*, 17(43), 120–131. <https://doi.org/10.18227/2177-4307.acta.v17i43.5310>.

- Fontalvo-Buelvas, J. C., Eugenio-Gozalbo, M., de la Cruz-Elizondo, Y., & Escalona-Aguilar, M. Á. (2023). Evaluating University Gardens as Innovative Practice in Education for Sustainability: A Latin-American Case Study. *Sustainability (Switzerland)*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/su15053975>.
- Garcia, J., Berchin, I. I., Zimmer, G. A. A., da Silveira, M. E. M., da Silva Amorim, W., da Silva Neiva, S., & de Andrade Guerra, J. B. S. O. (2017). Environmental Education in Higher Education Institutions: An Analysis of the Strategies of the University of Southern Santa Catarina to Promote Environmental Education. In *World Sustainability Series* (pp. 349–364). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47868-5_22.
- Hashemi-Amiri, O., Mohammadi, M., Rahmanifar, G., Hajiaghahi-Keshteli, M., Fusco, G., & Colombaroni, C. (2023). An allocation-routing optimization model for integrated solid waste management. *Expert Systems with Applications*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120364>.
- Horta Arduin, R., Mathieux, F., Huisman, J., Blengini, G. A., Charbuillet, C., Wagner, M., Baldé, C. P., & Perry, N. (2020). Novel indicators to better monitor the collection and recovery of (critical) raw materials in WEEE: Focus on screens. *Resources, Conservation and Recycling*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104772>.
- Mager, A., Gorun, A., Tsur, Y., Shahar, M., & Blass, V. (2025). Identifying materials in spatial unauthorized waste sites for local circular economy enhancement. *Resources, Conservation and Recycling*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2025.108163>.
- Matias, D.C., de Souza Albuquerque, L.M., da Silveira, D.S. (2026). The Effectiveness of 3D Virtual Environments for BPMN Teaching: A *Quasi*-Experimental Study. In: Shishkov, B. (eds) Business Modeling and Software Design. BMSD 2025. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 559. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-98033-6_5.
- MMA. (2023). *Agenda Ambiental na Administração Pública INDICADORES DE DESEMPENHO DA A3P*.
- Moura, M. do C., da Silva Ferko, G. P., Felipe Falcão Sobral, M., & da Silva Filho, P. A. (2025). Workers' perception of solid waste management in higher education institutions in the Amazon region of Brazil. *Waste Management Bulletin*, 3(1), 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2025.01.002>.
- Nolasco E, Vieira Duraes PH, Pereira Gonçalves J, et al (2021) Characterization of solid wastes as a tool to implement waste management strategies in a university campus. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 22:217–236. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2019-0358>.
- Poortinga, W., & Whitaker, L. (2018). Promoting the use of reusable coffee cups through environmental messaging, the provision of alternatives and financial incentives. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030873>.
- Roberto Jacobi, P. (2003). *Environmental Education: the challenge of constructing a critical, complex and reflective thinking* (Issue 2).

Rodríguez-Guerreiro, M. J., Torrijos, V., & Soto, M. (2024). A Review of Waste Management in Higher Education Institutions: The Road to Zero Waste and Sustainability. In *Environments - MDPI* (Vol. 11, Issue 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/environments11120293>.

Salguero-Puerta, L., Leyva-Díaz, J. C., Cortés-García, F. J., & Molina-Moreno, V. (2019b). Sustainability indicators concerning waste management for implementation of the circular economy model on the university of lome (Togo) campus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph16122234>.

Sewak, A., Deshpande, S., Rundle-Thiele, S., Zhao, F., & Anibaldi, R. (2021b). Community perspectives and engagement in sustainable solid waste management (SWM) in Fiji: A socioecological thematic analysis. In *Journal of Environmental Management* (Vol. 298). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113455>.

Situmorang, R. O. P., Liang, T. C., & Chang, S. C. (2020). The difference of knowledge and behavior of college students on plastic waste problems. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/SU12197851>.

Sousa, A. C. D., Rizzatti, I. M., Cardoso, V. de A., Rocha, R. C. da, & Rocha, F. O. C. da. (2024). Poluição plástica sob uma perspectiva da Educação Ambiental a partir da ludicidade: contribuições para formação cidadã crítica e desenvolvimento sustentável. *Química Nova na Escola*, 46(4), 481–490. <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160414>.

Sudan, D. C., & Froner, I. C. (2013). *Tá na mão: olhando os resíduos e repensando as práticas. Gestão de Resíduos no Campus da USP de Rio Preto*.

Suzana Maria De Conto. (2010). *CONTO 2010*. 1–17.

Taweesan, A., Kanabkaew, T., Surinkul, N., & Polprasert, C. (2025). Integrating clustering algorithms and machine learning to optimize regional snapshot municipal solid waste management for achieving sustainable development goals. *Environmental Advances*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100607>.

Torrente Stabile, A., Chen Austin, M., Castaño, C., & Mora, D. (2024). Solid Waste Flux in Higher Education Institutions: A Systematic Review on Modeling Approaches. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.454>.

Tsai, F. M., Bui, T. D., Tseng, M. L., & Wu, K. J. (2020). A causal municipal solid waste management model for sustainable cities in Vietnam under uncertainty: A comparison. *Resources, Conservation and Recycling*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104599>.

UI_GreenMetric. (2022). *27-UI_GreenMetric_Guideline_2022_English*. <https://greenmetric.ui.ac.id/>.

UNEP. (2024). *Beyond an age of waste Turning rubbish into a resource*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44939>.

4.1 ARTIGO 3 – NORMAS DA REVISTA INTERNACIONAL

O manuscrito encontra-se em fase de revisão e tradução para o inglês, com vistas à submissão à revista *International Journal of Sustainability in Higher Education* (ISSN 1467-6370), que apresenta fator de impacto de 3,4 segundo o *Journal Citation Reports (JCR/Web of Science)* e *CiteScore* de 7,2 no *Scopus* e no Qualis (2025–2028) é classificado como MB (Muito Bom).

O artigo foi estruturado de acordo com as normas e diretrizes para autores disponíveis em: <https://www.emeraldgrouppublishing.com/journal/ijshe>.

5 CONCLUSÃO

A presente tese investigou de forma sistemática e integrada, a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos em IES, com enfoque na realidade de Boa Vista, Roraima, e na proposição de um modelo inovador – o GERESI – adaptado às especificidades do contexto amazônico. A investigação foi desenvolvida a partir de três estudos complementares, que permitiram compreender a percepção dos trabalhadores, caracterizar gravimetricamente os resíduos gerados e propor um modelo de gestão integrada com base em evidências empíricas e teóricas.

No primeiro estudo apresentando no primeiro artigo desta tese, a análise da percepção dos trabalhadores revelou divergências significativas entre o porte e a estrutura das IES e a efetividade das práticas de gestão de resíduos sólidos. Instituições com maior número de alunos, cursos e histórico não apresentaram, necessariamente, melhor desempenho na implementação de políticas ambientais, segundo a visão de seus colaboradores. Este achado evidencia que a maturidade institucional não garante, por si só, a efetividade das ações de sustentabilidade.

Ainda em relação às percepções, constatou-se que, em algumas IES, embora possam existir programas e políticas adequadas, tais iniciativas não chegam de forma clara à comunidade interna, especialmente aos trabalhadores, o que compromete o engajamento e a execução efetiva das ações. Essa lacuna comunicacional reforça a importância de estratégias de sensibilização e disseminação de informações sobre gestão ambiental.

O segundo artigo, de abordagem quantitativa, ampliou a compreensão do cenário ao realizar a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos nos três *Campi* da Universidade Federal de Roraima. Os resultados mostraram uma predominância de resíduos orgânicos, rejeitos e recicláveis como plásticos e papel/papelão, destinados majoritariamente ao aterro controlado do município, evidenciando a ausência de uma gestão integrada institucionalizada.

Essa análise também apontou a ocorrência de práticas pontuais de reaproveitamento, como a destinação de resíduos orgânicos a produtores rurais, mas que se mostram isoladas e desarticuladas de políticas mais amplas. A presença de resíduos perigosos misturados aos comuns e o descarte inadequado de resíduos de saúde alertam para a necessidade urgente de capacitação continuada e de maior rigor no cumprimento da PNRS.

Outro achado relevante foi a homogeneidade na geração *per capita* de resíduos entre os diferentes *campi*, o que indica viabilidade para a adoção de estratégias unificadas de gestão na instituição. Além disso, verificou-se grande potencial de redução dos resíduos enviados ao aterro por meio da separação na origem, ampliação da coleta seletiva e implantação de compostagem.

O terceiro artigo culminou na elaboração do GERESI, modelo integrado de gestão de resíduos sólidos para IES, pautado nos princípios da EA e EC, na legislação vigente e nos diagnósticos realizados. Esse modelo propôs intervenções sistêmicas, abrangendo desde a infraestrutura até a capacitação e mobilização da comunidade acadêmica.

O GERESI é composto por diretrizes que incluem a criação de ecopontos, implantação de programas de compostagem, fortalecimento de parcerias com cooperativas, implantação de sistemas de monitoramento de indicadores e inclusão de conteúdos sobre sustentabilidade nos currículos acadêmicos. Fundamenta-se na corresponsabilidade socioambiental, buscando modelar comportamentos e consolidar uma cultura voltada à sustentabilidade.

Durante o diagnóstico, identificou-se disparidades internas significativas, como a heterogeneidade na geração *per capita* de resíduos e diferenças acentuadas nos níveis de conhecimento das práticas de gestão entre os setores, com a Prefeitura Universitária apresentando resultados superiores. Essa análise reforçou a necessidade de adaptações específicas dentro de uma estratégia institucional unificada.

O modelo também prevê fluxos operacionais específicos para resíduos orgânicos, recicláveis, perigosos e rejeitos, incorporando processos de segregação na fonte, estímulo à compostagem, logística reversa e destinação adequada, de forma a reduzir a disposição final em diferentes tipos de aterros e gerar benefícios ambientais, sociais e econômicos.

A integração dos três estudos permitiu compreender a gestão de resíduos sólidos de forma multidimensional, considerando aspectos humanos, técnicos e institucionais. Essa abordagem reforça que a efetividade da gestão não depende apenas de infraestrutura ou de regras claras, mas também do engajamento das pessoas e da integração entre ações e políticas por meio das práticas de EA.

Como contribuição científica, esta tese apresenta um modelo escalável, adaptável e de baixo custo, capaz de ser aplicado em diferentes realidades de IES no Brasil e em contextos semelhantes, especialmente em regiões amazônicas e com limitações estruturais. Traz, ainda, um avanço metodológico ao propor a união de diagnóstico perceptivo com caracterização quantitativa e desenho de modelo aplicado.

Do ponto de vista prático, os resultados oferecem um instrumento para que gestores universitários planejem intervenções alinhadas à PNRS, otimizem recursos e melhorem o desempenho ambiental institucional, fomentando uma cultura permanente de sustentabilidade.

Entre as limitações identificadas, destaca-se a impossibilidade de aplicar técnicas de quarteamento para caracterização gravimétrica durante o período chuvoso, o que teria ampliado

a robustez comparativa dos dados. Apesar disso, as evidências obtidas foram suficientes para embasar a elaboração do modelo proposto.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a aplicação e avaliação do GERESI em outras IES, localizadas em diferentes contextos geográficos e socioeconômicos, para verificar sua adaptabilidade e eficácia. Sugere-se, também, aprofundar estudos que correlacionem indicadores objetivos de gestão com percepções da comunidade acadêmica.

Outra linha promissora de investigação é a análise dos impactos sociais e econômicos provenientes da implementação do modelo, especialmente no fortalecimento de cooperativas de catadores e no fomento à EC dentro e fora do ambiente universitário. Também se recomenda explorar tecnologias digitais para monitoramento em tempo real dos fluxos de resíduos, favorecendo a transparência e a tomada de decisão baseada em informações.

Por fim, esta tese confirma que a gestão de resíduos sólidos em IES vai além do cumprimento normativo: trata-se de um compromisso institucional com o futuro, exigindo planejamento de longo prazo, integração entre ensino, pesquisa e extensão, e, sobretudo, o engajamento ativo de toda a comunidade acadêmica. Dessa forma, o GERESI não apenas oferece respostas aos desafios atuais, mas também se apresenta como uma ferramenta estratégica para antecipar e enfrentar demandas ambientais futuras, consolidando a posição das IES como protagonistas na promoção da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Sobre o panorama de resíduos sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE, 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

AMBIENTE, Ministério do Meio. **Sobre o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P**. Brasília: MMA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/agenda-ambiental-na-administracao-publica-a3p>. Acesso em: 27 mar. 2023.

ARAÚJO, A. M.; AQUINO, M. D. **Análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos presentes na comunidade de Guajiru, Trairi-Ceará**. Revista PPC – Políticas Públicas e Cidades, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 1-15, 2024. ISSN 2359-1552. DOI: <https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-256-2024>.

ABNT. **ABNT NBR 10007:2004**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. *Online*. 13 p.

BIZERRIL, M. X. A; ROSA, M. J; CARVALHO, T. **Construindo uma universidade sustentável: uma discussão baseada no caso de uma universidade portuguesa**. Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP, v. 23, n. 2, p. 424-447, jul. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772018000200009>.

BOA VISTA. **Implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos no Município de Boa Vista por meio de Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos**. Boa Vista: Prefeitura Municipal de Boa Vista, 2019. Disponível em: <https://bvresiduos-api.pmbv.rr.gov.br/arquivos/Lei%202004-2019%20-%20Implementa%C3%A7%C3%A3o%20do%20Plano%20Municipal%20de%20Gest%C3%A3o%20Integrada%20de%20Res%C3%ADduos.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2023.

BOA VISTA. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do município de Boa Vista**. Boa Vista: Prefeitura Municipal de Boa Vista, 2023. Disponível em: <https://boavista.rr.gov.br/canal-do-cidadao/gestao-de-residuos>. Acesso em: 28 mar. 2023.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/L12305.htm. Acesso em: 2 jan. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 9.178, de 23 de outubro de 2017. **Estabelece critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes**. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/decreto/d9178.htm. Acesso em: 28 mar. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 10.936, de 12 de janeiro de 2022. **Regulamenta a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: Presidência da República, 2022b. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/decreto/d10936.htm. Acesso em: 11 mar. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 11.043, de 13 de abril de 2022. **Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: Presidência da República, 2022a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11043.htm. Acesso em: 12 mar. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Ambiental na Administração Pública**. Brasília: MMA, 2023. Disponível em: http://a3p.mma.gov.br/wp-content/uploads/Como_Implantar_a_A3P/Documentos/tab-5-Indicadores-da-A3P-versao-final.pdf. Acesso em: 1 abr. 2023.

BUDIHardjo, M. A. *et al.* **Sustainable solid waste management strategies for higher education institutions: Diponegoro University, Indonesia case study**. Sustainability, Basel, v. 13, n. 13242, p. 1–15, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132313242>.

CADERNOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Resíduos sólidos**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2014.

CIRRINCIONE, L. *et al.* **A win-win scheme for improving the environmental sustainability of university commuters' mobility and getting environmental credits**. Energies, Basel, v. 15, n. 396, p. 2–19, jan. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15020396>.

CONTO, S. M. D. **Gestão de resíduos em universidades: uma complexa relação que se estabelece entre heterogeneidade de resíduos, gestão acadêmica e mudanças comportamentais**. In: CONTO, S. M. D. **Gestão de resíduos em universidades**. Caxias do Sul: Educs, 2010. p. 17–30.

FAGNANI, E.; GUIMARÃES, J. R. **Plano de gestão de resíduos para instituições de ensino superior em países em desenvolvimento: o modelo do Ciclo de Melhoria Contínua**. Journal of Cleaner Production, v. 147, p. 108–118, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.080>.

GOMES, L. P. **A gestão de resíduos na Universidade Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) atendendo aos requisitos da ISO 14001:2004**. In: CONTO, S. M. D. **Gestão de resíduos em universidades**. Caxias do Sul: Educs, 2010. p. 63–84.

GOMES, M. L.; FARIZEL, S. R. S.; ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R. **Coleta seletiva: realidade e utopia na cidade de Boa Vista-RR**. Geografia, Ensino & Pesquisa, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 152–164, 2017. DOI: <10.5902/2236499424491>.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

MAGALHÃES NETO, E. S.; SOUZA, V.; FALCÃO, M. T. **Educação ambiental como aliada ao gerenciamento adequado de resíduos sólidos na comunidade Vila Vilela, Bonfim, Roraima**. Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade, Montes Claros, v. 6, n. 1, p. 305–333, 2024. DOI: <10.46551/rvg2675239520242304333>.

MANN, D. *et al.* **Development of the University Food Environment Assessment (Uni-Food) Tool and process to benchmark the healthiness, equity, and environmental sustainability of university food environments.** International Journal of Environmental Research and Public Health, Basel, v. 18, n. 11895, p. 1–17, 2021.

OWOJORI, O.; EDOKPAYI, J. N.; MULAUDZI, R.; ODIYO, J. O. **Caracterização, potencial de recuperação e reciclagem de resíduos sólidos em uma universidade de uma economia em desenvolvimento.** Sustainability, v. 12, n. 1, p. 2–17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12010325>.

RISSATO, P. H. S. et al. **A análise das práticas de coleta seletiva no âmbito das universidades federais brasileiras.** Ciência e Natura, Santa Maria, v. 40, n. 68, p. 1–19, nov. 2018.

RORAIMA. Lei n.º 416, de 14 de janeiro de 2004. **Dispõe sobre a Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e dá outras providências.** Boa Vista: Governo de Roraima, 2004. Disponível em: <https://bvresiduos-api.pmbv.rr.gov.br/arquivos/Lei%20416-2004%20-%20Pol%C3%ADtica%20Estadual%20Gest%C3%A3o%20Integrada%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

SANTAELLA, S. T. et al. **Resíduos sólidos e a atual política ambiental brasileira.** Fortaleza: UFC/LABOMAR/NAVE, 2014.

SCACABAROSSO, H. **Limites socioculturais na gestão ambiental dos resíduos sólidos em Boa Vista-RR: reflexões ambientadas na conjuntura da educação superior.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2018. 136 f.

SCACABAROSSO, H.; PÉRICO, E. **Perspectivas e desafios da coleta seletiva na cidade de Boa Vista-RR, no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal n.º 12.305/2010.** Geografia, Londrina, v. 23, n. 2, p. 49–69, jul./dez. 2014.

SILVA, D. C.; SILVA, N. S.; GAMA, C. V. C.; SANDRI, E. A. **Gestão integrada de resíduos sólidos na comunidade indígena Malacacheta em Roraima.** European Academic Research, v. 8, n. 7, p. 3931–3959, out. 2020.

SILVA, P. L. C. D.; BESSA, S. A. L. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na região metropolitana do Vale do Aço/MG.** Mix Sustentável, Florianópolis, v. 8, n. 5, p. 147–161, nov. 2022. ISSN 2447-3073.

TJRR. Tribunal de Justiça do Estado de Roraima. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS será tema de palestra promovida pelo TJRR.** Boa Vista: Tribunal de Justiça de Roraima, 2020. Disponível em: <https://www.tjrr.jus.br/index.php/noticias/15482-plano-municipal-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos-pmgirs-sera-tema-de-palestra-promovida-pela-ejrr>. Acesso em: 28 mar. 2023.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Termo de Livre Consentimento esclarecido (TCLE), que é um documento no qual é explicitado o consentimento livre e esclarecido do participante da pesquisa e ou de seu responsável legal, devendo conter todas as informações de maneira clara e concisa com vistas a esclarecer todas as condições acerca da pesquisa e sua aplicação conforme a Resolução CNS n.466 de 2012. Para este estudo será utilizado o seguinte TCLE:

Você está sendo convidado(a) para participar de uma pesquisa cujo objetivo consiste em propor um modelo de gestão de resíduos sólidos para ser utilizado em Instituições de Ensino Superior (IES) de Roraima.

Este projeto foi submetido à aprovação do Comitê de ética e Pesquisa (CEP), mediante o que preconiza a Resolução nº 466 do CNS (Conselho Nacional de Saúde) de 12 de dezembro de 2012, considerando o respeito pela dignidade humana e pela especial proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos. As IES e seus colaboradores/gestores serão convidados a participar da pesquisa e serão esclarecidos quanto aos termos da pesquisa referente ao tempo, objetivos do estudo por meio de assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O papel do participante: consiste em fornecer informações práticas da Gestão e do Gerenciamento de resíduos sólidos no Campus, inicialmente respondendo os questionários e posteriormente permitindo a caracterização dos resíduos sólidos produzidos nas IES por meio das análises gravimétricas.

Metodologia da Pesquisa: Aplicação de questionários e formulários semiestruturados aplicados aos gestores e corpo técnico em todos os Centros Acadêmicos, Reitoria, Pró-Reitorias e Prefeitura Universitária das cinco IES estudadas. O questionário foi elaborado a partir dos parâmetros da A3P e *Greenmetrics* e o formulário foi elaborado com base num *checklist* com questões estruturadas com base na NBR 10004 (2004), que normatiza o tipo de instrumentos e os resíduos gerados.

De forma alguma haverá discriminação na seleção dos indivíduos, nem a exposição a riscos desnecessários a cada um dos participantes desta pesquisa. A participação se dará mediante Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos respondentes que são alvo desta pesquisa – neste caso, os gestores e colaboradores das IES, protegendo enquanto seres humanos, mantendo sua autonomia e confidencialidade, tratando-os com dignidade.

Os riscos do estudo: serão ponderados e explicitados antes de responderem o

instrumento de coleta de dados, o questionário, sendo os riscos a possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder; estresse; cansaço ou vergonha ao dar as devidas respostas as perguntas. Como providência para eliminar o risco de estresse e cansaço, dividiremos o questionário em cinco partes e utilizaremos fontes de tamanhos e cores que evitem a fadiga.

Evitaremos o constrangimento, como dito, assegurando a confidencialidade e privacidade, proteção da imagem e não utilizando e divulgando informações em prejuízo de pessoas e suas organizações. Também será assegurada a ausência de conflito de interesse entre os pesquisadores e os participantes desta pesquisa. O Comitê de Ética em Pesquisa da instituição será informado de todos os efeitos ou fatos relevantes adversos que alterem o curso do estudo.

Benefícios do estudo: dar-se pela sua aplicação no âmbito das universidades, cujos problemas relacionados aos resíduos gerados não são apenas físicos, químicos ou biológicos, são também comportamentais e de gestão acadêmica. Nessas instituições mudanças comportamentais da comunidade acadêmica (administradores, professores, estudantes, colaboradores, fornecedores, terceirizados), além da integração das diferentes áreas do conhecimento são importantes para a adoção de políticas ambientais e consequentemente para a solução de conflitos ambientais.

Após ler e receber explicações sobre a pesquisa, você tem o direito de:

1. receber resposta a qualquer pergunta e esclarecimento sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados à pesquisa;
2. retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo;
3. não ser identificado e ser mantido o caráter confidencial das informações relacionadas à privacidade.
4. procurar esclarecimentos com o Maria do Céu de Sena Moura, por meio do número de telefone (95) 981052350 ou no ENDEREÇO Av. Nova Iorque - Aeroporto, Boa Vista – RR – PRONAT – UFRR, em caso de dúvidas ou notificação de acontecimentos não previstos.

Eu, _____ (*Nome por extenso do participante da pesquisa (NÃO É ASSINATURA)*), declaro estar ciente do anteriormente exposto e concordo voluntariamente em participar desta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Acrescentar contato do colaborador, se houver.

Boa Vista-RR, ____ de _____ de _____.

Assinatura do participante da pesquisa: _____

Eu, **Maria do Céu de Sena Moura**, declaro que forneci todas as informações referentes à pesquisa ao participante, de forma apropriada e voluntária.

Boa Vista-RR, ____ de _____ de _____.

Assinatura do pesquisador: _____

Contato do pesquisador: (95) 981052350 – maria.sena@ufr.br

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO UTILIZADO DURANTE AS ENTREVISTAS REALIZADAS NAS IES

Questionário - Diagnóstico acerca da Gestão de Resíduos Sólidos nas IES							
Perfil do entrevistado							
Pergunta	Opção/opções/Métricas						Referências
1. Idade	Aberta						N/A
2. Sexo	1. Homem 2. Mulher						N/A
3. Qual seu nível de escolaridade?	1. Ensino Fundamental completo	2. Ensino Médio completo	3. Superior incompleto	4. Superior completo	5. Mestre	6. Doutor	N/A
4. Qual o seu Vínculo com a IES?	1. Estudante	2. Docente	3. Gestor	4. Terceiro	5. Visitante		N/A
5. Qual sua área de formação (se tiver terceiro grau)?	Aberta						N/A
6. Faz parte do quadro de qual Pró-Reitoria?	Aberta						N/A
7. Faz parte de qual Centro Acadêmico?	Aberta						N/A
8. Está lotado em qual Departamento?	Aberta						N/A
9. Qual cargo exerce na IES?	Aberta						N/A
Questionário							
I - CATEGORIA - Programa de reciclagem dos resíduos das IES							
Pergunta	Opção/opções/Métricas						Referências
1. A IES possui um Programa de reciclagem dos resíduos?	1. Nenhuma	2. Parcial 1 - 25% de desperdício	3. Parcial - (> 25% - 50% de desperdício)	4. Parcial - (> 50% - 75% de desperdício)	5. Extensivo (> 75% de desperdício)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
2. Recicla papel?	1. Nenhuma	2. Parcial 1 - 25% de desperdício	3. Parcial - (> 25% - 50% de desperdício)	4. Parcial - (> 50% - 75% de desperdício)	5. Extensivo (> 75% de desperdício)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
3. Recicla papelão?	1. Nenhuma	2. Parcial 1 - 25% de desperdício	3. Parcial - (> 25% - 50% de desperdício)	4. Parcial - (> 50% - 75% de desperdício)	5. Extensivo (> 75% de desperdício)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
4. Recicla cartucho e toner?	1. Nenhuma	2. Parcial 1 - 25% de desperdício	3. Parcial - (> 25% - 50% de desperdício)	4. Parcial - (> 50% - 75% de desperdício)	5. Extensivo (> 75% de desperdício)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
5. Recicla plástico?	1. Nenhuma	2. Parcial 1 - 25% de desperdício	3. Parcial - (> 25% - 50% de desperdício)	4. Parcial - (> 50% - 75% de desperdício)	5. Extensivo (> 75% de desperdício)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
6. Os materiais recicláveis são destinados às cooperativas?	1. Nenhuma	2. Parcial 1 - 25% de desperdício	3. Parcial - (> 25% - 50% de desperdício)	4. Parcial - (> 50% - 75% de desperdício)	5. Extensivo (> 75% de desperdício)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
7. Existem algum programa de coleta seletiva de resíduos?	1. Nenhuma	2. Parcial 1 - 25% de desperdício	3. Parcial - (> 25% - 50% de desperdício)	4. Parcial - (> 50% - 75% de desperdício)	5. Extensivo (> 75% de desperdício)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
Questionário							
II - CATEGORIA - Tratamento dos resíduos orgânicos							
Pergunta	Opção/opções						Referências
1. Como a IES trata os resíduos orgânicos (alimentos e matéria vegetal) nos Centros acadêmicos e Pró-Reitorias?	1) despejo a céu aberto.	2) Parcial (1 - 25% tratado)	3) Parcial (> 25 - 50% tratado)	4) Parcial (> 50 - 75% tratado)	5) Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
2. Como a IES trata os alimentos e matéria vegetal descartados nos restaurantes universitários?	1) despejo a céu aberto.	2) Parcial (1 - 25% tratado)	3) Parcial (> 25 - 50% tratado)	4) Parcial (> 50 - 75% tratado)	5) Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
Questionário							
III - CATEGORIA - Campanha para redução do uso de papel e plástico no Campus							
Pergunta	Opção/opções/Métricas						Referências
1. A IES promove campanhas para a reutilização do papel?	1. Nenhum programa	2. 1 programa	3. 2 programas	4. 3 programas	5. Mais de 3 programas		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
2. A IES incentiva o uso de resíduos não descartáveis (copos e sacolas)?	1. Nenhum programa	2. 1 programa	3. 2 programas	4. 3 programas	5. Mais de 3 programas		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
3. Promove uma política de impressão frente e verso?	1. Nenhum programa	2. 1 programa	3. 2 programas	4. 3 programas	5. Mais de 3 programas		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
4. A IES promove uma política de desmaterialização de procedimentos administrativos?	1. Nenhum programa	2. 1 programa	3. 2 programas	4. 3 programas	5. Mais de 3 programas		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
Questionário							
IV - CATEGORIA - Tratamento dos resíduos inorgânicos							
Pergunta	Opção/opções/Métricas						Referências
1. Como a IES realiza o descarte de lâmpadas fluorescentes?	1. No lixo comum	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. Parcial (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
2. Como Descarta pilhas e baterias?	1. No lixo comum	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. Parcial (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
3. Promove a logística reversa de lâmpadas fluorescentes?	1. Nenhuma	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. Parcial (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
4. Descarta computadores?	1. No lixo comum	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. Parcial (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
5. Descarta impressoras?	1. Lixo comum	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. Parcial (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
6. Descarta aparelhos telefônicos inutilizados?	1. No lixo comum	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. Parcial (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
7. Descarta aparelhos de fax e ou similares obsoletos?	1. No lixo comum	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. Parcial (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado)		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
Questionário							
V - CATEGORIA - Tratamento de resíduos sólidos tóxicos							
Pergunta	Opção/opções/Métricas						Referências
1. A IES faz o tratamento separado dos resíduos tóxicos sépticos oriundos das atividades de cursos de saúde?	1. Não gerenciado	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado) ou campus produz uma quantidade mínima de resíduos tóxicos		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
2. A classificação e manuseio dos resíduos hospitalares (saúde), é realizado por empresa certificada?	1. Não gerenciado	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado) ou campus produz uma quantidade mínima de resíduos tóxicos		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)
3. A IES realiza o tratamento dos resíduos químicos gerados após as atividades laboratoriais?	1. Não gerenciado	2. Parcial (1 - 25% tratado)	3. (> 25 - 50% tratado)	4. Parcial (> 50 - 75% tratado)	5. Extensivo (> 75% tratado) ou campus produz uma quantidade mínima de resíduos tóxicos		(GREENMETRIC, 2023); (MMA, 2023)

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

**APÊNDICE C - FORMULÁRIO UTILIZADO PARA COLETA DE DADOS
DURANTE OS ENSAIOS DE QUARTEAMENTO**

Caracterização dos Resíduos					
Quarteamento					
Recipiente	Volume balde (m³)	Peso balde Kg)	Peso RSU + balde (kg)	Peso RSU (kg)	Peso específico
Balde 01					
Balde 02					
Balde 03					
Balde 04					
		Somatório/média	0	0	0

Composição Gravimétrica	Local:	
Material	Peso Kg	Fração (%)
Mat. Orgânica		
Plástico mole		
Plástico duro		
Metal		
Papel/Papelão		
TetraPak		
vidro		
Tecido		
Medicamentos		
Rejeitos		
Isopor		
Eletrônicos		

APÊNDICE D - CARTA DE ANUÊNCIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA

CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

Ao Senhor,
Professor Doutor José Geraldo Ticianeli
 Reitor da Universidade Federal de Roraima

Eu Maria do Céu de Sena Moura, discente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PRONAT – UFRR, solicito autorização para realizar a pesquisa intitulada: “Modelo de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos para Instituições de Ensino Superior de Roraima” a ser realizada na Universidade Federal de Roraima sob minha responsabilidade e orientação da Professora Doutora Geórgia Patrícia da Silva Ferko.

Assumo a responsabilidade de fazer cumprir os termos da Resolução n. 466/CNS/MS, de 12 de dezembro de 2012, e demais resoluções complementares à mesma, viabilizando a produção de dados da pesquisa citada, com vistas a atingir os objetivos do projeto de pesquisa.

Por conseguinte, após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, a coleta de dados deste projeto será iniciada, atendendo todas as solicitações administrativas desta instituição de ensino. E ao final do trabalho comprometo-me em realizar uma devolutiva com os resultados de pesquisa e a disponibilizar o modelo de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos aplicado para instituições de ensino superior.

Contando com a autorização desta instituição, coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Pesquisador principal: Maria do Céu de Sena Moura; Contato: (95) 981052350; E-mail: maria.sena@ufrr.br.

Pesquisador assistente: Geórgia Patrícia da Silva Ferko; Contato: (95) 95 8119-5417; E-mail: georgia.ferko@ufrr.br.

Documento assinado digitalmente
 **MARIA DO CEU DE SENA MOURA**
 Data: 13/09/2023 15:06:18-0300
 Verifique em <https://validar.ib.gov.br>

Assinatura do pesquisador responsável

(x) Concordamos com a solicitação

() Não concordamos com a solicitação

Documento assinado digitalmente
 **JOSE GERALDO TICIANELI**
 Data: 13/09/2023 15:21:01-0300
 Verifique em <https://validar.ib.gov.br>

Assinatura do Gestor da Instituição

Boa Vista, 13/09/2023.

APÊNDICE E - CARTA DE ANUÊNCIA DO INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA

CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

À Senhora Joseane de Souza Cortez
Diretora Geral do Campus Boa Vista-IFRR

Eu Maria do Céu de Sena Moura, discente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PRONAT – UFRR, solicito autorização para realizar a pesquisa intitulada: “Modelo de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos para Instituições de Ensino Superior de Roraima” a ser realizada no Instituto Federal de Roraima sob minha responsabilidade e orientação da Professora Doutora Geórgia Patrícia da Silva Ferko.

Assumo a responsabilidade de fazer cumprir os termos da Resolução nº 466/CNS/MS, de 12 de dezembro de 2012, e demais resoluções complementares à mesma, viabilizando a produção de dados da pesquisa citada, para que se cumpram os objetivos do projeto de pesquisa.

Por conseguinte, após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, a coleta de dados deste projeto será iniciada, atendendo todas as solicitações administrativas desta instituição de ensino. E ao final do trabalho comprometo-me em realizar uma devolutiva com os resultados de pesquisa e a disponibilizar o modelo de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos aplicado para instituições de ensino superior.

Contando com a autorização desta instituição, coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Pesquisador principal: Maria do Céu de Sena Moura; Contato: (95) 981052350; E-mail: maria.sena@ufrr.br

Pesquisador assistente: Geórgia Patricia da Silva Ferko; Contato: (95) 95 8119-5417; E-mail: georgia.ferko@ufrr.br.

Documento assinado digitalmente
MARIA DO CÉU DE SENA MOURA
Data: 12/09/2023 15:50:29-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do pesquisador responsável

(X) Concordamos com a solicitação

() Não concordamos com a solicitação

Documento assinado digitalmente
ANANIAS NORONHA FILHO
Data: 13/09/2023 19:23:44-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Ananias Noronha Filho
Substituto Fixo da Direção-Geral
Campus Boa Vista/IFRR
Portaria 233, de 14/09/2023

Assinatura do Gestor da Instituição

Boa Vista, 12/09/2023.

APÊNDICE F - CARTA DE ANUÊNCIA FACULDADE CLARETIANO

CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

Ao Senhor,
MATHEUS ALEIXO
 Diretor da Faculdade Claretiano

Eu Maria do Céu de Sena Moura, discente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PRONAT – UFRR, solicito autorização para realizar a pesquisa intitulada: “Modelo de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos para Instituições de Ensino Superior de Roraima” a ser realizada na Faculdade Claretiano sob minha responsabilidade e orientação da Professora Doutora Geórgia Patrícia da Silva Ferko.

Assumo a responsabilidade de fazer cumprir os termos da Resolução n. 466/CNS/MS, de 12 de dezembro de 2012, e demais resoluções complementares à mesma, viabilizando a produção de dados da pesquisa citada, com vistas a atingir os objetivos do projeto de pesquisa.

Por conseguinte, saliento que o respectivo projeto de tese foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), desta forma, a coleta de dados será iniciada atendendo todas as solicitações desta instituição de ensino. E ao final do trabalho comprometo-me em realizar uma devolutiva com os resultados de pesquisa e a disponibilizar o modelo de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos aplicado para instituições de ensino superior.

Contando com a autorização desta instituição, coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Pesquisador principal: Maria do Céu de Sena Moura; Contato: (95) 981052350; E-mail: maria.sena@ufr.br.

Pesquisador assistente: Geórgia Patrícia da Silva Ferko; Contato: (95) 95 8119-5417; E-mail: georgia.ferko@ufr.br.

Documento assinado digitalmente
 **MARIA DO CEU DE SENA MOURA**
 Data: 10/11/2023 07:25:13-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do pesquisador responsável

(x) Concordamos com a solicitação () Não concordamos com a solicitação

Assinatura do Gestor da Instituição

Boa Vista. 10/11/2023.

Obs.:A anuência foi concedida de maneira informal via ferramenta do *Whatsapp*, o gestor Matheus Aleixo, nos atendeu e autorizou que realizássemos as entrevistas *in loco*.

APÊNDICE G – ARTIGO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA AMAZÔNIA



RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental
 ISSN: 1981-082X
 Data de submissão: 10/11/2022
 Data de aceite: 03/02/2023
 DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n1-020>
 Organização: Comitê Científico Interinstitucional
 Editora Chefe: Christian Luiz da Silva
 Avaliação: Double Blind Review pelo SEER/OJS

SUSTAINABILITY AND TECHNOLOGY: PROPOSALS AND RECOMMENDATIONS FOR THE 2050 AMAZON

Maria do Céu de Sena Moura¹
 Bruno Lopes Silva²
 Marcos Felipe Falcão Sobral³
 Geórgia Patrícia da Silva Ferko⁴

ABSTRACT

Purpose: To Identify and catalog the sustainable practices adopted in the Amazon Region. Sustainable development in the Amazon region is fundamental for the balance between human presence and the preservation of nature. Every productive chain that involves Amazon needs to avoid the degradation of the region.

Theoretical framework: The theoretical bases that supported the research were extracted from scientific articles indexed by SCOPUS, from books about sustainability practices in the Amazon.

Methods: We perform a Systematic Literature Review (SLR) using the PRISMA protocol. The study covered articles published in SCOPUS from 1989 to 2022. As an inclusion criterion, the articles should cover topics related to sustainable development practices in the Amazon region. The articles were cataloged by journal, study area, economic sector, and sustainability practices.

Results and conclusions: Researchers from Latin America, mainly from Brazil, are the ones who are most dedicated to studying sustainable practices and actions in the Amazon region. The studies indicate a connection between production activities and actions that seek and are concerned with environmental sustainability. The researcher's interest in the Brazilian Amazon forest was identified, with emphasis on studies of sustainable forest management, deforestation, the study of rubber, geographic information systems for better monitoring of the region to contribute to planning and management, and the study of environmental degradation driven by the deficiency of government management.

Research implications: The sustainable actions and practices characterized in the Amazon examined show what is being studied by the scientific community globally in the Amazon region and in which economic segments the practices of technological sustainability can be observed.

Originality/value: Expands understanding of sustainable actions and presents proposals and recommendations for studies up to 2050 in the Amazon.

Keywords: Sustainable, Rainforest, Amazon, Technology.

¹ Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: maria.sena@ufrr.br
 Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2439-2814>

² Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
 E-mail: bruno.lopes@ufrpe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9159-2782>

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
 E-mail: marcos.sobral@ufrpe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4768-2622>

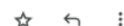
⁴ Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, Roraima, Brasil. E-mail: georgia.ferko@ufrr.br
 Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0020-6557>

APÊNDICE H - ARTIGO CULTURA E RECURSOS NATURAIS

CARTA DE ACEITE:

Andrey Nikulin via **Portal de Periódicos da UFG** <noreply.bc@sistemas.ufg.br>
para Mariana, mim, Thales, Maria, Jesús ▼

14 de mai. de 2025, 15:43 (há 4 dias)



Prezadas/os autoras/es,

Nós chegamos a uma decisão referente a sua submissão para a Revista "Articulando e Construindo Saberes" intitulada "Culture as a form of environmental conservation: a case study in the Ponta da Serra community Amajari in the Amazon Region".

Nossa decisão é de aceitar o manuscrito após revisões obrigatórias, conforme sugerido na avaliação de um(a) parecerista anônimo(a) disponível no final desta mensagem. Ficamos no aguardo do manuscrito revisado.

Atenciosamente,
Editores da Revista "Articulando e Construindo Saberes"

Avaliador A:
Recomendação: Correções obrigatórias

APÊNDICE I - ARTIGO TÓPICOS EM GEOGRAFIA I



O Potencial Geoturístico de Paleodunas no Extremo Norte da Amazônia Brasileira

DOI: [10.55905/turydes.v18i38.1668](https://doi.org/10.55905/turydes.v18i38.1668)

Originals received: 4/18/2025

Acceptance for publication: 5/8/2025

José dos Santos Dias

Mestre em Desenvolvimento Regional da Amazônia
Instituição: Universidade Federal de Roraima (UFRR)
Endereço: Boa Vista, Roraima, Brasil
E-mail: jose.dias@ufrr.br

Maria do Céu de Sena Moura

Mestre em Administração e Desenvolvimento Rural
Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Endereço: Recife, Pernambuco, Brasil
E-mail: mariaceu.moura@ufpe.br

Carlos Vicente Joaquim

Mestre em Políticas Públicas
Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: carlos.vicente@ufrr.br

Geórgia Patrícia da Silva FERKO

Doutora em Políticas Públicas
Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: geoufpe@yahoo.com.br

Carlos Sander

Doutor em Geografia
Instituição: Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Endereço: Maringá, Paraná, Brasil
E-mail: carlos.sander@ufrr.br

Fábio Luiz Wankler

Doutor em Geologia
Instituição: Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)
Endereço: São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: fabio.wankler@ufrr.br

RESUMO

As dunas costeiras são abundantes no território brasileiro pela imensa extensão de seu litoral. Mas as dunas eólicas interiores são pouco comuns e, em geral, de difícil acesso, portanto, pouco estudadas. Assim, as paleodunas, encontradas no extremo norte da Amazônia brasileira, precisam ser conservadas e preservadas

APÊNDICE J – ARTIGO GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



Artigo

EVALUATION OF WATER RESOURCES MANAGEMENT: A CASE STUDY CONDUCTED AT A HIGHER EDUCATION INSTITUTION IN THE AMAZON REGION

AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UM ESTUDO DE CASO REALIZADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NA REGIÃO AMAZÔNICA

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS: UN ESTUDIO DE CASO REALIZADO EN UNA INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA SUPERIOR DE LA REGIÓN AMAZÓNICA

Maria do Céu de Sena Moura

PhD student in Environmental Sciences, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil. E-mail: mariaceu.moura@ufpe.br

Cibelle da Silva Santiago

PhD in Development and Environment, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brazil. E-mail: css@academico.ufpb.br

Geórgia Patrícia da Silva Ferko

PhD in Public Policy, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil. E-mail: georgia.ferko@ufr.br

Marcos Felipe Falcão Sobral

PhD in Production Engineering, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil. E-mail: marcos.sobral@ufrpe.br

Franciele Oliveira Campos da Rocha

PhD in Analytical Chemistry, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil. E-mail: franciele.darocha@ufr.br

Fábio Luiz Wankler

PhD in Geology, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil. E-mail: fabio.wankler@ufr.br

Carlos Sander

PhD in Geology, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil. E-mail: carlos.sander@ufr.br

ABSTRACT

The global water scarcity crisis has called for the rational use of this resource, in line with Sustainable Development Goal (SDG) 6 of the 2030 Agenda. This study aimed to evaluate water resource management at a higher education institution

DOI: <https://doi.org/10.23900/2359-1552v14n1-67-2025>

Submitted on: 1.27.2025 | Accepted on: 2.9.2025 | Published on: 2.13.2025

APÊNDICE K – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ANÁLISES GRAVIMÉTRICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA

ENSAIOS DE QUARTEAMENTO REALIZADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA - CAMPUS PARICARANA

1. PONTO DE COLETA 1 - ACADEMIA DE GINÁSTICA

a) Primeiro Ensaio

Figura 1 – Amostra Inicial



Figura 2 – Primeiro Quarteamento



Figura 3 – Segundo Quarteamento



Figura 4 – Amostra Final



b) Segundo Ensaio

Figura 5 – Amostra Inicial



Figura 6 – Primeiro Quarteamento



Figura 7 – Segundo Quarteamento



Figura 8 - Amostra Final



c) Terceiro Ensaio

Figura 9 – Amostra Inicial



Figura 10 – Primeiro Quarteamento



Figura 11 – Segundo Quarteamento



Figura 12 – Amostra final



2. PONTO DE COLETA 2 – RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

a) Primeiro Ensaio

Figura 13 – Amostra Inicial



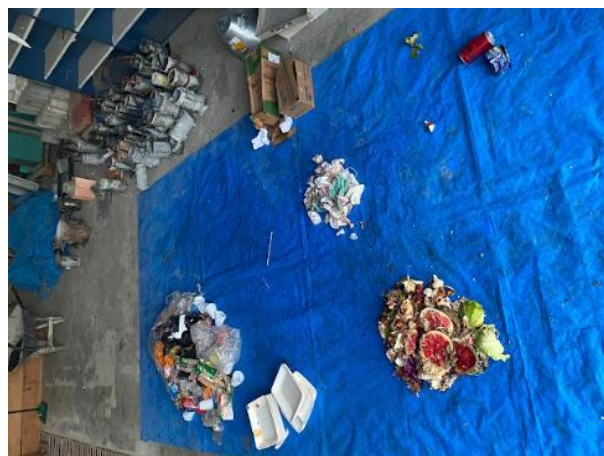
Figura 14 – Primeiro Quarteamento



Figura 15 – Segundo Quarteamento



Figura 16 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 17 – Amostra Inicial



Figura 18 – Primeiro Quarteamento



Figura 19 – Segundo Quarteamento



Figura 20 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 21 – Amostra Inicial



Figura 22 – Primeiro Quarteamento



Figura 23 – Segundo Quarteamento



Figura 24 – Amostra final



3. PONTO DE COLETA 3 – BLOCO IV

a) Primeiro ensaio

Figura 25 – Amostra Inicial



Figura 26 – Primeiro Quarteamento



Figura 27 – Segundo Quarteamento



Figura 28 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 29 – Amostra Inicial



Figura 30 – Primeiro Quarteamento



Figura 31 – Segundo Quarteamento



Figura 32 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 33 – Amostra Inicial



Figura 34 – Primeiro Quarteamento



Figura 35 – Segundo Quarteamento



Figura 36 – Amostra final



4. PONTO DE COLETA 4 – BLOCO VI – VII

a) Primeiro ensaio

Figura 37 – Amostra Inicial



Figura 38 – Quarteamento



Figura 39 – Separação da amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 40 – Amostra Inicial



Figura 42 – Segundo Quarteamento



Figura 41 – Primeiro Quarteamento



Figura 43 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 44 – Amostra Inicial



Figura 45 – Primeiro Quarteamento



Figura 46 – Segundo Quarteamento



Figura 47 – Amostra final



PONTO DE COLETA 5 – BLOCO VIII

a) Primeiro Ensaio

Figura 48 – Amostra Inicial



Figura 49 – Primeiro Quarteamento



Figura 50 – Segundo Quarteamento



Figura 51 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 52 – Amostra Inicial



Figura 53 – Primeiro Quarteamento



Figura 54 – Segundo Quarteamento



Figura 55 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 56 – Amostra Inicial



Figura 57 – Primeiro Quarteamento



Figura 58 – Segundo Quarteamento



Figura 59 – Amostra final



5. PONTO DE COLETA 6 - CADECON

a) Primeiro Ensaio

Figura 60 – Amostra Inicial



Figura 61 – Primeiro Quarteamento



Figura 62 – Segundo Quarteamento



Figura 63 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 64 – Amostra Inicial



Figura 65 – Primeiro Quarteamento



Figura 66 – Segundo Quarteamento



Figura 67 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 68 – Primeiro Quarteamento



Figura 69 – Segundo Quarteamento



Figura 70 – Amostra final



6. PONTO DE COLETA 7 - CCH

a) Primeiro Ensaio

Figura 71 – Amostra Inicial



Figura 72 – Primeiro Quarteamento



Figura 73 – Segundo Quarteamento



Figura 74 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 75 – Amostra Inicial



Figura 76 – Primeiro Quarteamento



Figura 77 – Segundo Quarteamento



Figura 78 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 79 – Amostra Inicial



Figura 80 – Primeiro Quarteamento



Figura 81 – Segundo Quarteamento



Figura 82 – Amostra final



7. PONTO DE COLETA 8 – CCLA

a) Primeiro Ensaio

Figura 83 – Amostra Inicial



Figura 84 – Primeiro Quarteamento



Figura 85 – Segundo Quarteamento



Figura 86 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 87 – Amostra Inicial



Figura 88 – Primeiro Quarteamento



Figura 89 – Segundo Quarteamento



Figura 90 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 91 – Amostra Inicial



Figura 92 – Primeiro Quarteamento



Figura 93 – Segundo Quarteamento



Figura 94 – Amostra final



8. PONTO DE COLETA 9 – CCS

a) Primeiro Ensaio

Figura 95 – Amostra Inicial



Figura 96 – Primeiro Quarteamento



Figura 97 – Segundo Quarteamento



Figura 98 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 99 – Amostra Inicial



Figura 100 – Primeiro Quarteamento



Figura 101 – Segundo Quarteamento



Figura 102 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 103 – Amostra Inicial



Figura 104 – Primeiro Quarteamento



Figura 105 – Segundo Quarteamento



Figura 106 – Amostra final



9. PONTO DE COLETA 10 – CCT

a) Primeiro Ensaio

Figura 107 – Amostra Inicial



Figura 108 – Primeiro Quarteamento



Figura 109 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 110 – Amostra Inicial



Figura 111 – Primeiro Quarteamento



Figura 112 – Segundo Quarteamento



Figura 113 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 114 – Amostra Inicial



Figura 115 – Primeiro Quarteamento



Figura 116 – Segundo Quarteamento



Figura 117 – Amostra final



10. PONTO DE COLETA 11 – CEDUC

a) Primeiro Ensaio

Figura 118 – Amostra Inicial



Figura 119 – Primeiro Quarteamento



Figura 120 – Segundo Quarteamento



Figura 121 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 122 – Amostra Inicial



Figura 123 – Primeiro Quarteamento



Figura 124 – Segundo Quarteamento



Figura 125 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 126 – Amostra Inicial



Figura 127 – Primeiro Quarteamento



Figura 128 – Segundo Quarteamento



Figura 129 – Amostra final



11. PONTO DE COLETA 12 – DTI

a) Primeiro Ensaio

Figura 130 – Amostra Inicial



Figura 131 – Primeiro Quarteamento



Figura 132 – Segundo Quarteamento



Figura 133 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 134 – Amostra Inicial



Figura 135 – Primeiro Quarteamento



Figura 136 – Segundo Quarteamento



Figura 137 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 138 – Amostra Inicial



Figura 139 – Primeiro Quarteamento



Figura 140 – Segundo Quarteamento



Figura 141 – Amostra final



12. PONTO DE COLETA 13 – IGEO

a) Primeiro Ensaio

Figura 142 – Amostra Inicial



Figura 143 – Primeiro Quarteamento



Figura 144 – Segundo Quarteamento



Figura 145 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 146 – Amostra Inicial



Figura 147 – Primeiro Quarteamento



Figura 148 – Segundo Quarteamento



Figura 149 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 150 – Amostra Inicial



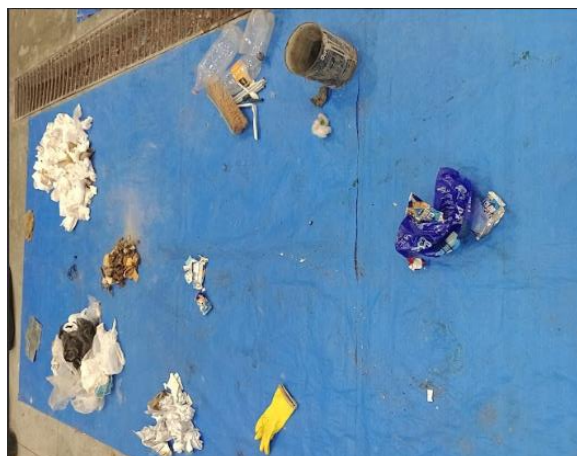
Figura 151 – Primeiro Quarteamento



Figura 152 – Segundo Quarteamento



Figura 153 – Amostra final



13. PONTO DE COLETA 14 – INSIKIRAN

a) Primeiro Ensaio

Figura 154 – Amostra Inicial



Figura 155 – Primeiro Quarteamento



Figura 156 – Segundo Quarteamento



Figura 157 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 158 – Amostra Inicial



Figura 159 – Primeiro Quarteamento

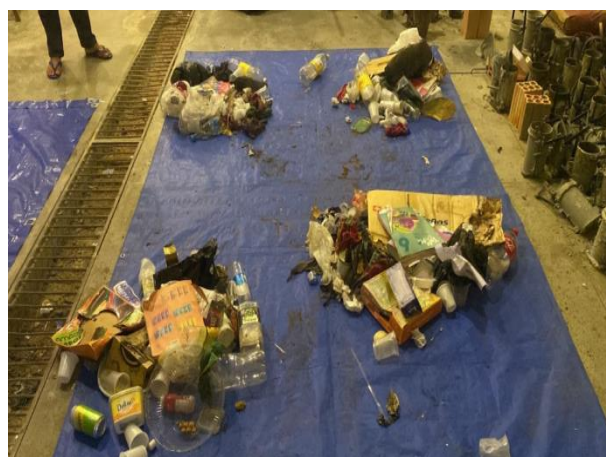


Figura 160 – Segundo Quarteamento

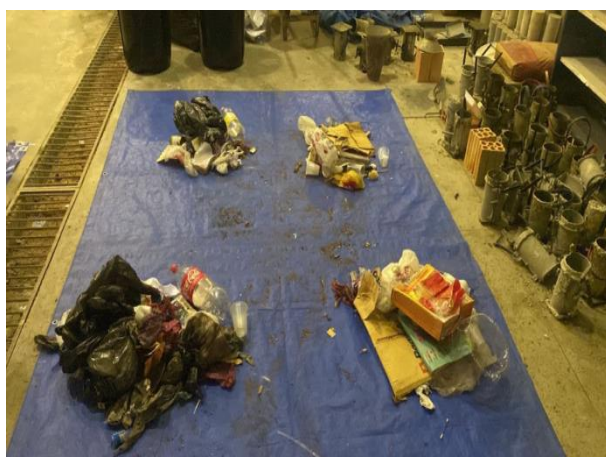
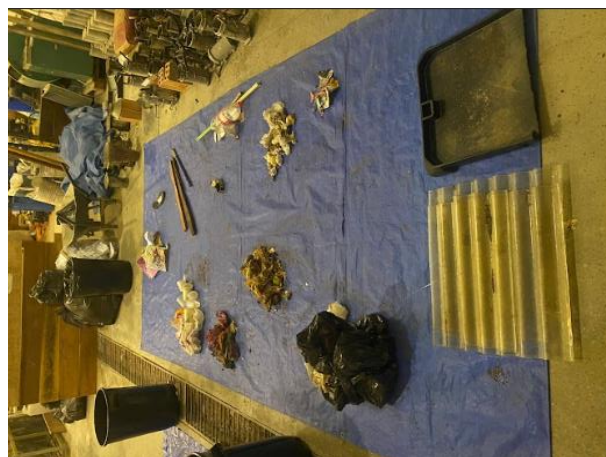


Figura 161 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 162 – Amostra Inicial



Figura 163 – Primeiro Quarteamento



Figura 164 – Segundo Quarteamento



Figura 165 – Amostra final



14. PONTO DE COLETA 15 – PREFEITURA

a) Primeiro Ensaio

Figura 166 – Amostra Inicial



Figura 167 – Primeiro Quarteamento



Figura 168 – Segundo Quarteamento



Figura 169 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 170 – Mesmo material do ensaio anterior (não houve recolhimento dos resíduos)



c) Terceiro Ensaio

Figura 171 – Amostra Inicial



Figura 172 – Primeiro Quarteamento



Figura 173 – Segundo Quarteamento



Figura 174 – Amostra final



15. PONTO DE COLETA 16 – PROINFRA

a) Primeiro Ensaio

Figura 175 – Amostra Inicial



Figura 176 – Primeiro Quarteamento



Figura 177 – Segundo Quarteamento



Figura 178 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 179 – Amostra Inicial



Figura 180 – Primeiro Quarteamento



Figura 181 – Segundo Quarteamento



Figura 182 – Amostra final



c) Terceiro Ensaio

Figura 183 – Amostra Inicial



Figura 184 – Primeiro Quarteamento



Figura 185 – Segundo Quarteamento



Figura 186 – Amostra final



16. Resíduos Incomuns (achados de pesquisa de campo)

Figura 187– Fralda Comum BL IV



Figura 188 – Lâmpadas fluorescentes



Figura 189 – Pastilha sanitária em bom estado e lacrada



Figura 190 – Toner



Figura 191 – Pesticida Veneno de Rato



Figura 192 – Lâmpadas



Figura 193 – Lâmpadas Fluorescentes



Figura 194 – Resíduo DTI



Figura 195 – Resíduo CTT



Figura 196 – Resíduo CADECON (Lâmpadas com reatores)



Figura 197 – Resíduo CADECON 2 (2l de Óleo de carro)



Figura 198 – Resíduo Hospitalar CSS



Figura 199 – Lâmpadas



17. Atividades

a) Primeiro Ensaio

Figura 200 – Processo Separação RU



Figura 201 – Pré-Quarteamento



Figura 202 – Captação dos resíduos nos pontos de coleta



Figura 203 – Captação



Figura 204 – Seleção



b) Segundo Ensaio

Figura 205 – Equipe de trabalho (alunos do PET-Administração)



Figura 206 – Processo de preparação para quarteamento



Figura 207 – Processo pra obter uma amostra homogênea



Figura 208 – Processo pra obter uma amostra homogênea

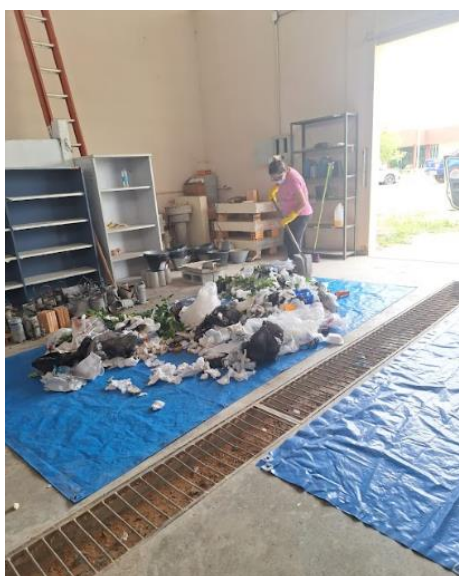


Figura 209 – Processo de separação para quarteamento



Figura 210– Continuação do Processo de separação para quarteamento



ENSAIO DE QUARTEAMENTO REALIZADO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA - CAMPUS MURUPU

1. PONTO DE COLETA I

a) Primeiro ensaio

Figura 211 – Amostra Inicial



Figura 212 – Primeiro



Quarteamento

Figura 213 – Segundo Quarteamento



Figura 214 – Amostra final



b) Segundo ensaio

Figura 215 - Amostra Inicial



Figura 216 - Primeiro Quarteamento



Figura 217 - Segundo Quarteamento



Figura 218 - Amostra final



c) Terceiro ensaio

Figura 219 - Amostra Inicial



Figura 220 - Primeiro Quarteamento



Figura 221 - Segundo Quarteamento



Figura 222 - Amostra Final



d) Resíduos incomuns

Figura 223 – Alto volume de poda seguindo para o aterro sanitário



REGISTRO FOTOGRÁFICO DO ENSAIO DE QUARTEAMENTO REALIZADO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA - CAMPUS CAUAMÉ

1. PONTO DE COLETA P1

a) Primeiro Ensaio

Figura 224 – Amostra Inicial



Figura 225 – Primeiro Quarteamento



Figura 226 – Segundo Quarteamento



Figura 227 – Amostra final



b) Segundo Ensaio

Figura 228 - Amostra Inicial



Figura 229 - Primeiro Quarteamento



Figura 230 - Segundo Quarteamento



Figura 231 - Amostra Final



c) Terceiro Ensaio

Figura 232 - Amostra Inicial



Figura 233 - Primeiro Quarteamento



Figura 234 - Segundo Quarteamento



Figura 235 - Amostra Final



2. PONTO DE COLETA P2

a) Primeiro Ensaio

Figura 236- Amostra Inicial



Figura 237 - Primeiro Quarteamento



Figura 238 - Segundo Quarteamento



Figura 239 - Amostra final



b) Segundo ensaio

Figura 240 - Amostra Inicial



Figura 241 - Primeiro Quarteamento



Figura 242 - Segundo Quarteamento



Figura 243 - Amostra Final



c) Terceiro ensaio

Figura 244 - Amostra Inicial



Figura 245 - Primeiro Quarteamento



3. Ponto de Coleta - RU
a) Primeiro ensaio

Figura 246 - Amostra Inicial



Figura 247 - Primeiro Quarteamento



Figura 248 - Segundo Quarteamento



Figura 249 - Amostra Final



b) Segundo ensaio

Figura 250 - Amostra Inicial



Figura 251 - Primeiro Quarteamento



Figura 252 - Segundo Quarteamento



Figura 253 - Amostra Final



c) Terceiro ensaio

Figura 254 - Amostra Inicial



Figura 255 - Primeiro Quarteamento



Figura 256 - Segundo Quarteamento



Figura 257 - Amostra Final



4. Resíduos Incomuns

Figura 258 – Desperdício de materiais de higiene



Figura 259 - Formicida



Figura 260 - Resíduos de saúde

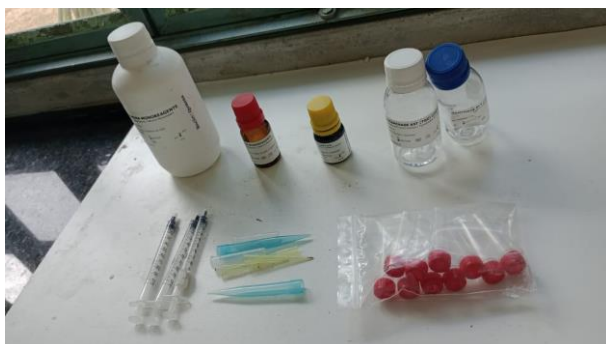


Figura 261 - Resíduos de saúde



Figura 262 - Resíduos de saúde



Figura 263 - Resíduos inorgânicos RU



Figura 264 - Placas de Petri

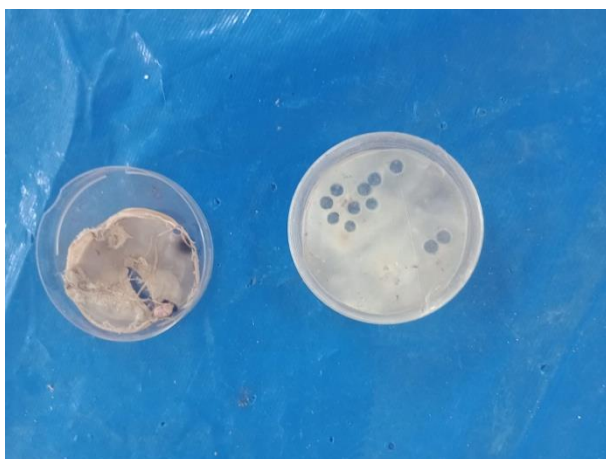


Figura 265- P2 Cauamé (material utilizado em laboratório)



Figura 266 - Resíduos de saúde

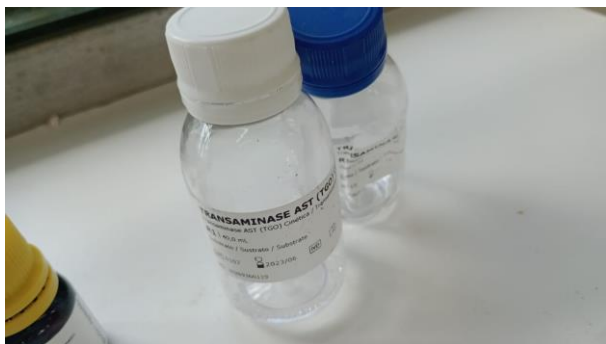


Figura 267 - Resíduos de saúde



Figura 268 - Separação Orgânico



Figura 269 – Seringas (resíduos utilizados em laboratório)



Figura 270 – Ensaio Campus Cauamé realizado sob a supervisão da professora Geórgia Ferko (orientadora)



**APÊNDICE L - SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PARA IES**

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO/INDICADORES	ESCORES					
Domínio I - Programa de reciclagem dos resíduos das IES	(0 Pontos) Nenhum	(1 Ponto) 1 < 25% (Parcial)	(2 Pontos) 25% < 50% (Parcial)	(3 Pontos) 50%<75% (Parcial)	(4 Pontos) ->75% (Tratado)	Total
1. A IES possui um Programa de reciclagem dos resíduos?						
2. Recicla papel?						
3. Recicla papelão?						
4. Recicla cartucho e toner?						
5. Recicla plástico?						
6. Os materiais recicláveis são destinados às cooperativas?						
7. Existe algum programa de coleta seletiva de resíduos?						
Total						
Domínio II - Tratamento de resíduos orgânicos	(0 Pontos) Nenhum	(1 Ponto) 1 < 25% (Parcial)	(2 Pontos) 25% < 50% (Parcial)	(3 Pontos) 50%<75% (Parcial)	(4 Pontos) ->75% (Tratado)	Total
8. Como a IES trata os resíduos orgânicos (alimentos e matéria vegetal)?						
9. Como a IES trata os alimentos e matéria vegetal descartados						
Total						
Domínio III - Campanha de redução do uso de papel e plásticos	(0 Pontos) Nenhum	(1 Ponto) 1 < 25% (Parcial)	(2 Pontos) 25% < 50% (Parcial)	(3 Pontos) 50%<75% (Parcial)	(4 Pontos) ->75% (Tratado)	Total
10. A IES promove campanhas para a reutilização do papel?						
11. A IES incentiva o uso de resíduos não descartáveis (copos e sacolas)						
12. Promove uma política de impressão frente e verso?						
13. A IES promove uma política de desmaterialização de processos						
Total						
Domínio IV - Tratamento de resíduos inorgânicos	(0 Pontos) Nenhum	(1 Ponto) 1 < 25% (Parcial)	(2 Pontos) 25% < 50% (Parcial)	(3 Pontos) 50%<75% (Parcial)	(4 Pontos) ->75% (Tratado)	Total
14. Como a IES realiza o descarte de lâmpadas fluorescentes?						
15. Como Descarta pilhas e baterias?						
16. Promove a logística reversa de lâmpadas?						
17. Descarta computadores?						
18. Descarta impressoras?						
19. Descarta aparelhos telefônicos inutilizados?						
20. Descarta aparelhos diversos obsoletos?						
Total						
Domínio V - Tratamento de resíduos sólidos tóxicos	(0 Pontos) Nenhum	(1 Pontos) 1 < 25% (Parcial)	(2 Pontos) 25% < 50% (Parcial)	(3 Pontos) 50%<75% (Parcial)	(4 Pontos) ->75% (Tratado)	Total

21. A IES faz o tratamento separado dos resíduos tóxicos séptico						
22. A classificação e manuseio dos resíduos hospitalares (saúde) é realizado por empresa certificada?						
23. A IES realiza o tratamento dos resíduos químicos gerados após as atividades laboratoriais?						
Total						
Total Geral						

Fonte: Adaptado de UI Greometrics (2023) e Moura et.al, (2025a)

ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA NA PLATAFORMA BRASIL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
RORAIMA - UFRR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MODELO DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DE RORAIMA

Pesquisador: Maria do Céu de Sena Moura

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 73891023.2.0000.5302

Instituição Proponente: Universidade Federal de Roraima - UFR

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Roraima - UFR

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.439.275

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
RORAIMA - UFRR



Continuação do Parecer: 6.439.275

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BOA VISTA, 20 de Outubro de 2023

Assinado por:

Raquel Voges Caldart
(Coordenador(a))