

Diagnóstico e Propostas Sustentáveis para a Gestão de Resíduos Sólidos no Campus Politécnico da UFPR

Sustainable Proposals and Diagnosis for Solid Waste Management at the Politécnico Campus of UFPR

Marcos Eduardo Moser*, Alvaro Luiz Mathias**

* Pós-graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Unidade de Obras da Superintendência de Infraestrutura, Universidade Federal do Paraná, marcosmoser@ufpr.br

** Pós-graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, mathias@ufpr.br

<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v64i1.100286>

Resumo

A gestão de resíduos sólidos (GRS) em instituições de ensino superior (IES) apresenta desafios crescentes devido à complexidade de suas operações. Este estudo avaliou as práticas de GRS no Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), por meio de uma abordagem de métodos mistos, combinando 222 questionários, inspeções técnicas, entrevistas informais, análise documental e comparação com universidades nacionais e internacionais. Os resultados revelaram forte engajamento da comunidade na separação de resíduos (89,6%), mas também problemas persistentes com infraestrutura, sinalização, coleta irregular e ausência de compostagem. Em 2018, a cooperativa Catamare recuperou apenas US\$ 10.858 em recicláveis, frente a um potencial estimado de US\$ 657.000 para a UFPR, considerando uma taxa de recuperação de 40%. A fração não recuperada ainda representaria um custo de aproximadamente US\$ 48.288 em taxas de aterro. Como resposta, foram elaborados e implementados um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e um guia de educação ambiental, utilizados em cursos de extensão. Um sistema eficaz de GRS na UFPR exige infraestrutura adequada, governança transparente e engajamento educativo contínuo. Esses resultados posicionam a UFPR como potencial referência nacional em sustentabilidade universitária, contribuindo de forma significativa para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 e 12.

Palavras-chave:

Gestão de resíduos sólidos, Sustentabilidade universitária, Educação ambiental, Percepção socioambiental, Resíduos recicláveis.

Abstract

Solid waste management (SWM) in higher education institutions (HEIs) poses growing challenges due to the complexity of their operations. This study evaluated SWM practices at the Polytechnic Campus of the Federal University of Paraná (UFPR) using a mixed-methods approach, combining 222 questionnaires, technical inspections, informal interviews, document analysis, and benchmarking

with national and international universities. Results revealed strong user engagement in waste separation (89.6%), yet persistent issues with infrastructure, signage, irregular collection, and the lack of composting facilities. In 2018, the Catamare cooperative recovered just US\$ 10,858 in recyclables, compared to an estimated potential of US\$ 657,000 for UFPR, assuming a 40% recovery rate. The unrecovered fraction would also cost approximately US\$ 48,288 in landfill fees. In response, a tailored Solid Waste Management Plan (SWMP) and an environmental education guide were developed and implemented through extension courses. An effective SWM system at UFPR requires adequate infrastructure, transparent governance, and sustained educational engagement. These findings position UFPR to become a national reference in university sustainability and contribute meaningfully to Sustainable Development Goals (SDGs) 11 and 12.

Keywords:

Gestão de resíduos sólidos, Sustentabilidade universitária, Educação ambiental, Percepção socioambiental, Resíduos recicláveis.

I. INTRODUÇÃO

Gestão de resíduos sólidos (GRS) em instituições de ensino superior (IES) representa um desafio crescente no contexto da sustentabilidade urbana, especialmente em países de renda média. Os campi universitários concentram atividades acadêmicas, administrativas, laboratoriais e de alimentação, gerando volumes expressivos e diversos de resíduos, com elevado potencial de recuperação de materiais (Zhang et al., 2011; Rodríguez-Guerreiro et al., 2024). Estudos internacionais demonstram que estratégias integradas — combinando separação na fonte, compostagem e educação ambiental — podem reduzir em até 60% o volume de resíduos destinados a aterros (Di Salvatore et al., 2022; Smyth et al., 2010).

No Brasil, embora a Lei nº 12.305/2010 — que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos — determine a elaboração de planos de gestão e a inclusão social de cooperativas de catadores, muitas universidades ainda operam com sistemas fragmentados e ineficientes, refletindo uma tendência nacional mais ampla (ABREMA, 2023). Esse é o caso da Universidade Federal do Paraná, cujo Campus Politécnico, apesar do elevado engajamento da comunidade acadêmica, enfrenta barreiras operacionais e institucionais que dificultam a implementação de um modelo eficaz de gestão de resíduos sólidos. Situações semelhantes ocorrem em outros contextos internacionais, como relatado por Al-Khatib et al. (2018) em IES da Cisjordânia. Entre os principais desafios identificados estão a ausência de um plano de gestão formal, a má distribuição dos pontos de coleta, a inconsistência da coleta seletiva e a limitada transparência quanto ao destino dos resíduos.

Esse cenário é especialmente preocupante diante do Artigo 40 do Decreto Federal nº 10.936/2022, que obriga instituições públicas federais a implantarem programas de coleta seletiva com inclusão de cooperativas de catadores (ABREMA, 2023). Essa exigência está alinhada aos princípios da Política Nacional de Resíduos

Sólidos, que incluem inclusão social, responsabilidade compartilhada e economia circular. O descumprimento dessas diretrizes coloca instituições como a Universidade Federal do Paraná em situação de não conformidade legal e social, sobretudo no que se refere à promoção de práticas de reciclagem inclusivas e sustentáveis no âmbito federal.

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo diagnosticar o sistema de gestão de resíduos sólidos no Campus Politécnico da UFPR, identificar suas principais fragilidades e propor estratégias sustentáveis e aplicáveis, fundamentadas em dados institucionais, referências nacionais e internacionais e nos princípios da economia circular e da educação ambiental.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba, Brasil, selecionado por sua diversidade acadêmica, alta densidade populacional e expressiva geração de resíduos sólidos. Adotou-se uma abordagem de métodos mistos, combinando análise documental, observações técnicas em campo, entrevistas informais e questionário online. A coleta de dados ocorreu entre 2021 e 2023.

O questionário online permaneceu disponível por 30 dias, majoritariamente em fevereiro de 2021, e obteve 222 respostas de estudantes, docentes e técnicos-administrativos. Os dados quantitativos foram processados com os softwares Microsoft Excel e Python, enquanto as respostas qualitativas foram categorizadas por temas. Anotações de campo e registros fotográficos complementaram o conjunto de dados.

As inspeções em campo abrangeram áreas internas e externas do campus, com foco nos pontos de geração, armazenamento e coleta de resíduos. Foram realizadas reuniões com a Divisão de Gestão Ambiental (DGA) da Universidade Federal do Paraná e analisados documentos institucionais relacionados à gestão de resíduos. Esses procedimentos permitiram identificar fragilidades sistêmicas na infraestrutura, nos processos operacionais, nas práticas dos usuários e na governança institucional.

O estudo concentrou-se em três principais tipos de resíduos: embalagens de alimentos, resíduos acadêmicos (ex.: papel e canetas) e bitucas de cigarro, selecionados pelo volume gerado e por sua relevância simbólica. As fragilidades centrais identificadas incluíram infraestrutura insuficiente, sinalização inadequada e baixa comunicação institucional. Foi elaborado e submetido um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) com recomendações para melhorias estruturais, implantação de compostagem, campanhas educativas e ferramentas de monitoramento.

Para ampliar o contexto da análise, foram protocolados 63 pedidos de acesso à informação entre 2021 e 2022 por meio da plataforma e-SIC (<https://esic.cgu.gov.br>), com base na Lei Complementar nº 131/2009 (Lei da Transparência). A amostra contemplou todas as universidades federais (com exceção de cinco ainda vinculadas a instituições-mãe), sete universidades estaduais do Paraná e duas instituições privadas. As respostas foram classificadas como satisfatórias, parciais, insuficientes ou ausentes, considerando critérios como abrangência temporal (2017–2019), tipos de resíduos abordados, população atendida e informações sobre custos. As categorias de resíduos seguiram padrões nacionais: orgânicos (resíduos alimentares e de jardinagem), recicláveis (papel, metal, vidro, plástico), não recicláveis (rejeitos), perigosos e de serviços de saúde (NBR 10.004:2004, Classes A, B e E, conforme RDC ANVISA nº 222/2018 e Resolução CONAMA nº 358/2005), além de diversos (lixo eletrônico, mobiliário etc.). Devido à limitação de dados institucionais sobre servidores e pós-graduandos, as estimativas per capita basearam-se no número de matrículas de graduação e na distribuição regional das universidades.

Os valores econômicos associados à recuperação de resíduos foram estimados com base em três parâmetros principais: (i) geração média de resíduos de 0,50 kg/pessoa/dia (Universidade Federal do Paraná, 2022); (ii) taxa potencial de recuperação de 40% do total de resíduos sólidos, a partir de referências da Universidade Estadual de Campinas (Fagnani; Guimarães, 2017) e da Università degli Studi di Milano-Bicocca (Di Salvatore et al., 2022); e (iii) valores médios de mercado para recicláveis em São Paulo em 2024: R\$ 0,65/kg para papel e papelão, R\$ 4,20/kg para plásticos e R\$ 2,50/kg para metais (Recicla Sampa, 2024).

Adicionalmente, as economias potenciais decorrentes da evitação da disposição em aterros foram calculadas com base no custo de R\$ 81,08 por tonelada, conforme estabelecido no contrato do Consórcio Intermunicipal para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos da Região Metropolitana de Curitiba (CONRESOL) para o período de junho de 2021 a junho de 2022 (CIM, 2022). Os cálculos foram realizados por meio de planilhas no Microsoft Excel e scripts em Python, e os resultados foram apresentados como estimativas anuais por tipo de material.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

CONTEXTO INSTITUCIONAL E TIPOLOGIA DE RESÍDUOS NO CAMPUS POLITÉCNICO DA UFPR

Instituições de ensino superior (IES) geram volumes expressivos de resíduos sólidos em razão de suas atividades acadêmicas, administrativas e laboratoriais (Abas et al., 2018; Fagnani; Guimarães, 2017). Na Universidade Federal do Paraná (UFPR), essa complexidade é ampliada pela dispersão geográfica em 15

municípios e por uma comunidade de aproximadamente 45 mil pessoas, incluindo estudantes de graduação e pós-graduação, residentes médicos, técnicos e docentes (UFPR, 2022). Essa população supera a de 91% dos municípios do Paraná (IBGE; Brasil, 2020a), tornando a gestão de resíduos comparável à de uma cidade de médio porte.

Além dos resíduos de natureza doméstica — orgânicos, recicláveis e rejeitos —, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) gera resíduos complexos decorrentes de atividades acadêmicas e de pesquisa, como resíduos perigosos, de serviços de saúde, agroflorestais, de construção civil e de laboratórios químicos. Essa diversidade demanda sistemas de gestão de resíduos integrados e adaptativos.

Este estudo teve como foco o Campus Centro Politécnico, selecionado por sua relevância acadêmica e operacional. Nele está sediada a Divisão de Gestão Ambiental (DGA) da Universidade Federal do Paraná, além de importantes cursos de graduação, laboratórios de pesquisa e unidades de apoio responsáveis pela gestão de resíduos ambientais e de saúde em toda a universidade. O campus reflete os desafios institucionais mais amplos da UFPR e constitui um caso representativo para a avaliação da gestão de resíduos sólidos.

Conforme relatado na Universidade Estadual de Campinas (Fagnani; Guimarães, 2017), os resíduos gerados pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) incluem materiais recicláveis, orgânicos, rejeitos e resíduos perigosos, como produtos químicos, resíduos de serviços de saúde e lixo eletrônico (e-waste). A Tabela 1 apresenta um resumo das principais categorias de resíduos, com base em sua composição e nas respectivas necessidades de tratamento.

Tabela 1 – Tipologia de resíduos sólidos e comportamento dos usuários em IES.

Tipo de Resíduo	Descrição e Observações
Resíduo Orgânico (RO)	Restos de alimentos, cascas de frutas, guardanapos de papel usados, entre outros — especialmente em áreas de alimentação, como lanchonetes e restaurantes universitários.
Resíduo Reciclável (RR)	Cardb Papel e papelão; plásticos (ex.: garrafas PET, copos plásticos, embalagens alimentícias); metais, como latas de alumínio e sucata metálica; e vidro (garrafas e potes, ocasionalmente).
Rejeitos (RJ)	Resíduos sem viabilidade técnica ou econômica para reutilização ou reciclagem. Incluem plásticos não recicláveis, fraldas, papéis engordurados ou contaminados. Também abrangem materiais segregados de forma inadequada que dificultam a recuperação, como utensílios plásticos de difícil reciclagem ou resíduos orgânicos misturados a outros materiais.

Fonte: Adaptado de Mason; Oberender; Brookin (2004); Rodríguez-Guerreiro et al. (2024).

Os materiais recicláveis são gerenciados pela Cooperativa de Catadores Catamare, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010). No entanto, essa parceria não reduz os custos institucionais nem financia melhorias na infraestrutura (Boysan et al., 2015). Os rejeitos são coletados pela prefeitura e destinados a aterros, sem acompanhamento sistemático. Já os resíduos perigosos exigem tratamento especializado. Localizado no bairro Jardim das Américas, em Curitiba, o Campus Politécnico da

Universidade Federal do Paraná apresenta um perfil de resíduos complexo, que demanda estratégias específicas alinhadas a metas de sustentabilidade (UFPR, 2022).

PERFIL DOS USUÁRIOS E CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DA COMUNIDADE DO CAMPUS

A coleta de dados foi realizada de forma eletrônica e divulgada voluntariamente por meio dos canais administrativos do Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná. A amostra final foi composta por 222 participantes, incluindo estudantes de graduação de cursos de Engenharia, Medicina, Arquitetura, Nutrição e Geografia; pós-graduandos de programas stricto sensu (ex.: Ecologia, Engenharia e Ciência da Computação); além de docentes e técnicos-administrativos de departamentos como Biologia, Geografia, Informática e Patologia. Essa diversidade acadêmica e ocupacional garantiu uma visão representativa da população do campus (UFPR, 2022).

O perfil sociodemográfico (Figura 1) evidencia uma população predominantemente jovem: 55,9% dos respondentes tinham menos de 25 anos. A maioria se identificou como do gênero feminino (54,1%), solteira (69,4%) e sem filhos (81,5%). Esse perfil reflete o contexto acadêmico típico das universidades públicas brasileiras e sugere alta receptividade a iniciativas de educação ambiental. Todos os participantes possuíam, no mínimo, algum nível de ensino superior, reforçando o potencial de compreensão e adoção de práticas sustentáveis.

Os dados de renda reforçam a representatividade da amostra. Além disso, 73,9% dos participantes declararam morar com pelo menos uma outra pessoa, indicando que campanhas de conscientização podem também influenciar comportamentos no ambiente doméstico.

Embora 89,6% afirmem realizar a separação de resíduos, deficiências na infraestrutura — como a escassez de lixeiras bem localizadas ou devidamente identificadas — e o ceticismo quanto ao destino dos recicláveis comprometem a efetividade dessas práticas. Esses resultados são coerentes com pesquisas internacionais (Rugatiri et al., 2021; Haksevenler et al., 2022), que apontam que mulheres e pessoas mais velhas tendem a adotar comportamentos mais sustentáveis, enquanto homens jovens e solteiros costumam apresentar menor engajamento, ressaltando a importância de estratégias de comunicação segmentadas.

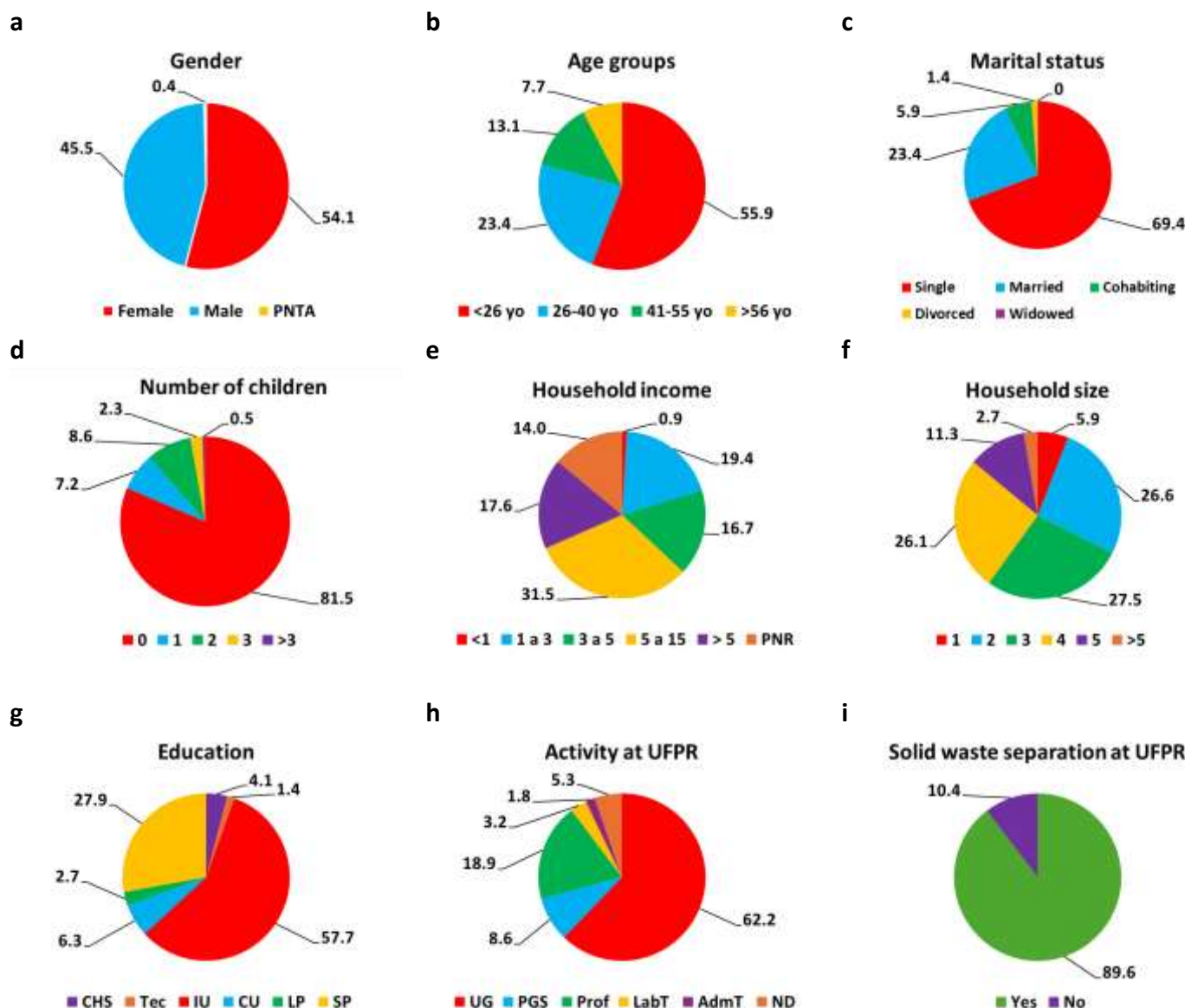


Figura 1 – Perfil sociodemográfico dos respondentes (gênero, idade, estado civil, número de filhos, renda, tamanho do domicílio, escolaridade, vínculo com a UFPR e separação de resíduos).

PNTA = Prefere não responder; CHS = Ensino médio completo; Tec = Educação técnica; IU = Graduação incompleta; CU = Graduação completa; LP = Pós-graduação Lato Sensu (especialização ou MBA); SP = Pós-graduação Stricto Sensu (mestrado, doutorado, pós-doutorado); UG = Estudante de graduação; PGS = Estudante de pós-graduação; Prof = Docente; LabT = Técnico de laboratório; AdmT = Técnico-administrativo; ND = Não declarado.

ESTRATÉGIAS DE ENGAJAMENTO POR FAIXA ETÁRIA E PERFIL DEMOGRÁFICO

Para engajar de forma eficaz o grupo predominante de jovens adultos no Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná, as estratégias de comunicação e mobilização devem priorizar agilidade, interatividade e formatos digitais (Tabela 2). Essas abordagens estão alinhadas às preferências desse público, que tende a responder positivamente a ferramentas visualmente atrativas, competitivas e tecnologicamente integradas. Paralelamente, docentes e servidores mais experientes atuam como importantes modelos

comportamentais, reforçando práticas sustentáveis e contribuindo para mudanças institucionais de longo prazo (Tabela 3).

Tabela 2 – Estratégias de Engajamento para Jovens Adultos (18–25 anos).

Dimensão da Estratégia	Descrição
Digital e Tecnológica	Gamificação, campanhas em redes sociais, aplicativos e uso de QR Codes.
Atividades Ágeis	Oficinas curtas e desafios rápidos, integrados aos horários de aula.
Elementos Sociais e Competitivos	Sistemas de pontuação, competições entre pares e jogos com incentivos.
Conteúdo Visual e Temático	Materiais atrativos abordando temas como mudanças climáticas e justiça social.
Incentivos Simbólicos	Brindes reutilizáveis (ex.: garrafas, sacolas) e certificados digitais..

Fonte: Adaptado de Haksevenler et al. (2022); Rugatiri et al. (2021).

Tabela 3 – Ênfase em economia doméstica, melhoria ambiental e impactos de longo prazo

Dimensão da Estratégia	Descrição
Ações Educativas	Palestras e oficinas que demonstram as contribuições individuais para a sustentabilidade.
Ações Comunitárias	Grupos de voluntariado e iniciativas coletivas para promover mudanças.
Participação Baseada em Habilidades	Atividades que valorizam a experiência de vida, como compostagem e projetos de reutilização.
Relevância Prática	Ênfase em economia doméstica, melhoria ambiental e impactos de longo prazo.

Fonte: Adaptado de Sánchez-Salinas et al. (2015).

Além disso, como muitos membros da comunidade universitária também são pais, a educação ambiental pode ser estendida aos seus filhos, promovendo a conscientização desde a infância e ampliando os impactos positivos para além do ambiente universitário (Tabela 4).

Tabela 4 – Engagement Strategies for Children Through Outreach Programs.

Dimensão da Estratégia	Descrição
Aprendizagem Ambiental Lúdica	Teatro, jogos e contação de histórias voltados à comunicação de temas de sustentabilidade.
Eventos com Participação Familiar	“Dias Verdes” e ações ambientais conjuntas entre pais e filhos.
Materiais Educativos Infantis	Recursos visuais, adesivos e lixeiras identificadas para facilitar o aprendizado.
Espaços de Brincar Sustentáveis	Áreas de recreação construídas com materiais reciclados e design ecológico.

Fonte: Adaptado de Torres-Pereda et al. (2020); Sánchez-Salinas et al. (2015).

Os programas institucionais devem adotar abordagens inclusivas e multigeracionais para garantir o engajamento em longo prazo. Iniciativas como o Programa Universitário de Gestão Ambiental da Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) (Sánchez-Salinas et al., 2015) e as campanhas promovidas pelo Instituto Nacional de Saúde Pública do México (Torres-Pereda et al., 2020) demonstram que a mudança de comportamento pode ultrapassar os limites do campus quando apoiada por estratégias educacionais estruturadas.

Esses resultados confirmam a importância da caracterização demográfica no planejamento de intervenções eficazes em gestão de resíduos. Abordagens digitais e gamificadas mostram-se mais adequadas para públicos jovens; formatos práticos e voltados à ação são mais atrativos para adultos mais velhos; e

estratégias lúdicas e integradas à família apresentam melhor desempenho entre crianças. Métodos educativos e baseados em incentivos têm se mostrado consistentemente mais eficazes do que abordagens punitivas na promoção de mudanças de comportamento (Haksevenler et al., 2022; Rugatiri et al., 2021; Valsan et al., 2020).

INFRAESTRUTURA E DESAFIOS OPERACIONAIS NA GESTÃO DE RESÍDUOS ALIMENTARES

Para além das estratégias educativas direcionadas a diferentes perfis demográficos, é essencial considerar as barreiras físicas e operacionais que comprometem a efetividade da gestão de resíduos no campus. A seção a seguir apresenta os principais desafios estruturais e comportamentais observados no manejo dos resíduos gerados por atividades alimentares e de consumo cotidiano.

Os resíduos provenientes do consumo de alimentos são classificados, principalmente, como orgânicos ou recicláveis (Figura 2), sendo comumente originados de frutas trazidas de casa e lanches embalados em filme PVC, sacos de papel, papel alumínio, embalagens de doces, guardanapos e latas de refrigerante. Observa-se um uso limitado de canudos plásticos, recipientes de isopor e copos descartáveis, o que sugere maior conscientização ambiental — resultado coerente com a alta taxa de separação de resíduos autorreferida (Figura 1).

O vidro não foi mencionado, o que pode indicar baixo uso desse material ou falhas na conscientização dos usuários e nos sistemas de coleta. No entanto, considerando a proibição do consumo de bebidas alcoólicas no campus, sua ausência decorre mais da restrição de disponibilidade do que de negligência.

Itens não recicláveis, como o poliestireno expandido (isopor) e embalagens multicamadas, devem ser gradualmente substituídos por alternativas compostáveis ou biodegradáveis (Abas et al., 2018; Jibril et al., 2012). Essa medida está alinhada às boas práticas observadas no INSP e na UNBC, onde a combinação entre infraestrutura adequada e ações de sensibilização contribuiu para reduzir os resíduos alimentares (Torres-Pereda et al., 2020; Smyth et al., 2010).

A redução no uso de descartáveis evidencia o sucesso das campanhas de conscientização, especialmente entre jovens e mulheres — grupos que demonstram maior receptividade a mensagens de sustentabilidade (Haksevenler et al., 2022; Rugatiri et al., 2021). Ainda assim, a presença contínua de materiais de difícil reciclagem ressalta a necessidade de ações regulatórias e melhorias sistêmicas para assegurar resultados duradouros.

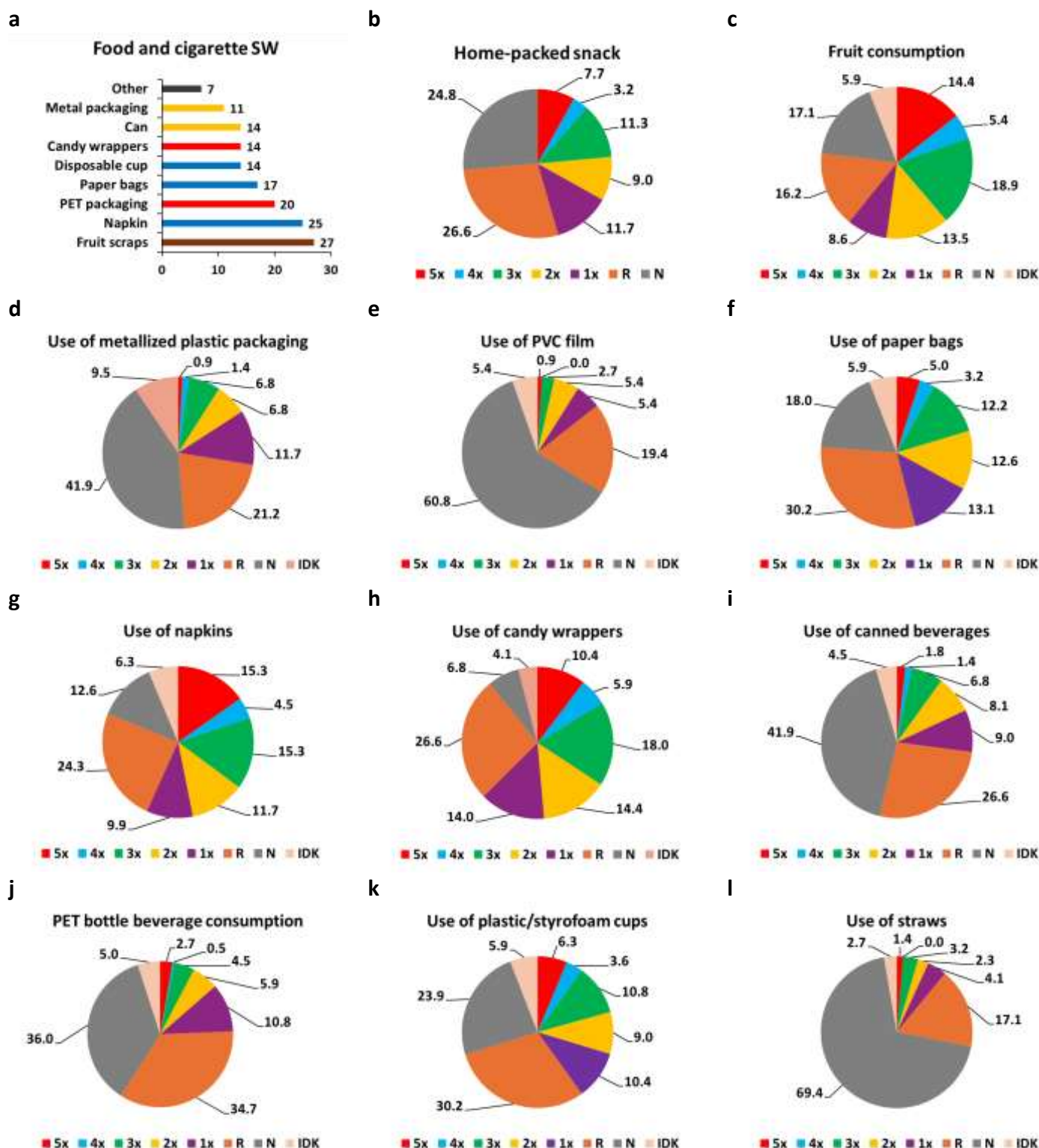


Figura 2 – Comportamentos relacionados aos resíduos (resíduos sólidos gerados a partir do consumo de alimentos e do fumo). Nota: R = Raramente; N = Nunca; IDK = Não sei.

CONSUMO ALIMENTAR E GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE EMBALAGENS COMPLEXAS

A compra de lanches com embalagens descartáveis ainda é prática comum entre os usuários do Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (Figura 3), representando uma fonte significativa de resíduos sólidos — especialmente plásticos complexos e embalagens multicamadas, de difícil reciclagem (Jibril et al., 2012). A implementação de um programa de compostagem, semelhante ao desenvolvido pela Ohio University, que processa mais de cinco toneladas de resíduos alimentares por dia para produzir insumos utilizados no próprio campus, poderia contribuir para a redução da geração de resíduos e, simultaneamente, promover hábitos alimentares mais saudáveis — demonstrando a sinergia entre sustentabilidade e saúde pública (Smyth et al., 2010).

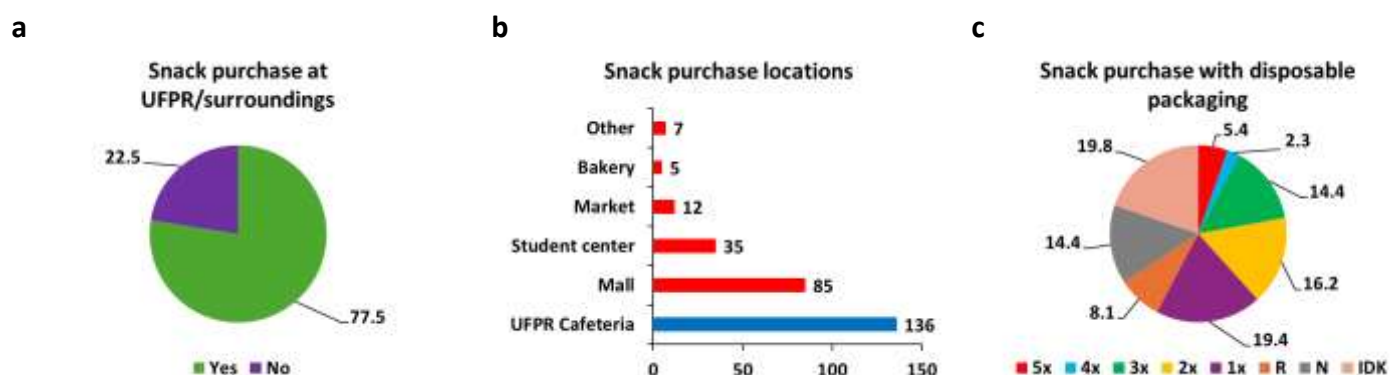


Figura 3 – Comportamentos relacionados aos resíduos (compra de lanches com embalagens descartáveis). Nota: R = Raramente; N = Nunca; IDK = Não sei.

As cantinas, lanchonetes e lojas próximas ao campus constituem pontos estratégicos de intervenção. Palestras educativas e ações de extensão podem integrar de forma eficaz sustentabilidade e nutrição, ampliando o impacto na comunidade. Parcerias com fornecedores e comerciantes são fundamentais para incentivar o uso de embalagens compostáveis, reutilizáveis ou sustentáveis. Além disso, campanhas direcionadas podem estimular hábitos de consumo mais responsáveis, como o uso de recipientes pessoais.

A Figura 3 também evidencia que, apesar dos avanços em educação e infraestrutura dentro do campus, o consumo fora da universidade ainda representa um desafio. No Instituto Nacional de Saúde Pública do México (INSP), consumidores ambientalmente conscientes conseguiram pressionar fornecedores a substituir o poliestireno por alternativas sustentáveis, mesmo fora dos limites institucionais (Torres-Pereda et al., 2020). Assim, os esforços de gestão de resíduos da Universidade Federal do Paraná (UFPR) devem ir além do espaço universitário, promovendo práticas de consumo responsável nas áreas comerciais do entorno.

LACUNAS DE INFRAESTRUTURA E PRÁTICAS INADEQUADAS DE DESCARTE

Apesar de 89,6% dos respondentes afirmarem realizar a separação de resíduos no Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (Figura 1), persistem fragilidades significativas na infraestrutura e na credibilidade do sistema. A distribuição das lixeiras foi amplamente criticada (Figura 4), sobretudo nas áreas abertas — os prédios acadêmicos obtiveram 53,6% de aprovação, enquanto os espaços externos e de convivência registraram apenas 35,1%.

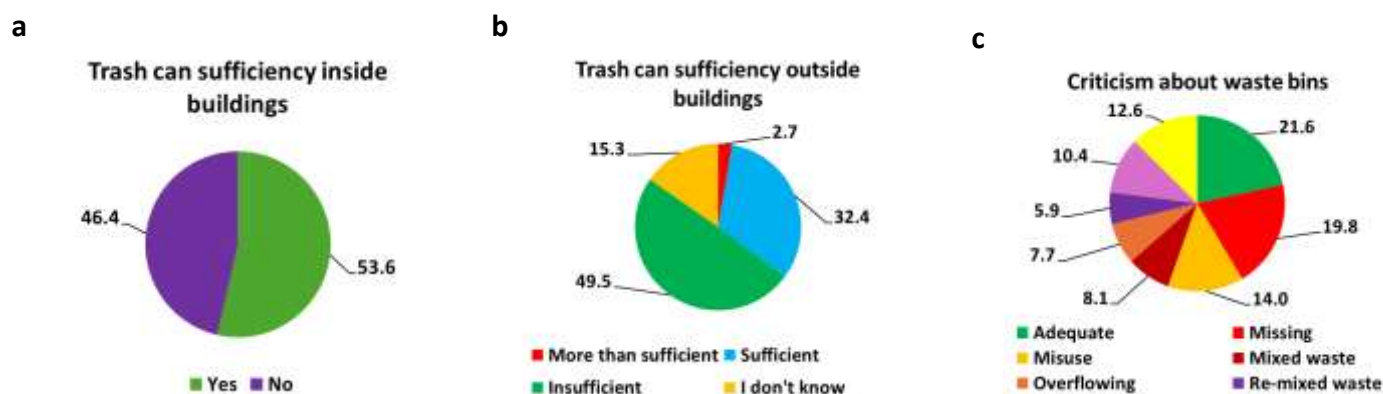


Figura 4 – Percepção sobre a adequação das lixeiras dentro e fora dos prédios.

Comentários abertos (dados não apresentados) revelaram problemas como o transbordamento de lixeiras e a mistura frequente de resíduos recicláveis e não recicláveis, muitas vezes atribuídos ao manejo por parte da equipe de limpeza. Esses fatores comprometem a confiança dos usuários e desestimulam a participação. Os respondentes também destacaram a ausência de lixeiras devidamente identificadas, sinalização deficiente e inconsistência na codificação por cores, especialmente em salas de aula, laboratórios e áreas de grande circulação.

Os participantes sugeriram ações de educação continuada, comunicação transparente e melhorias logísticas, incluindo maior frequência na coleta e apoio aprimorado às equipes de limpeza. Entre as medidas propostas, destacam-se o mapeamento do campus para otimizar a distribuição das lixeiras, a expansão dos programas de compostagem e de resíduos eletrônicos, e o reforço na fiscalização da separação na origem.

O descarte de bitucas de cigarro representa um desafio adicional. A maioria dos respondentes relatou utilizar lixeiras comuns ou cinzeiros; alguns mencionaram o uso de “bituqueiras”, enquanto outros recorrem a recipientes para resíduos orgânicos ou indiferenciados. Esse cenário indica ausência de infraestrutura padronizada. O descarte inadequado aumenta o risco de incêndios e pode comprometer o processo de compostagem quando as bitucas são misturadas aos resíduos orgânicos.

MUDANÇAS COMPORTAMENTAIS E DESAFIOS MATERIAIS PERSISTENTES

Embora melhorias em infraestrutura e comunicação sejam essenciais, a mudança comportamental permanece igualmente importante. Na Universidade Federal do Paraná (UFPR), os dados coletados após as iniciativas indicaram redução no uso de materiais não sustentáveis, especialmente entre mulheres (17,6%) e pós-graduandos, dos quais 33,3% relataram redução no uso regular e 27,6% na frequência de uso. Entre os participantes com menor nível de escolaridade, 12,1% relataram aumento de hábitos ecológicos no ambiente doméstico, sugerindo um efeito de transbordamento das práticas do campus para o lar (Torres-Pereda et al., 2020).

Essas tendências refletem achados internacionais. Em três universidades do Vietnã, Nguyen et al. (2022) identificaram as garrafas plásticas como os itens de uso único mais consumidos (1,39 g/estudante/dia), seguidas por copos (0,20 g) e sacolas (0,14 g). O nível de conscientização era elevado: 94,4% reconheciam os danos ambientais causados pelos plásticos de uso único, 82,3% admitiam responsabilidade pessoal, e 59,5% entendiam o problema como uma responsabilidade compartilhada. Destaca-se que 66,6% relataram desconforto e 15,1% culpa, apoiando restrições e proibições ao uso de plásticos.

Assim, a mudança cultural é essencial para a redução de resíduos nos campi universitários (Munguía et al., 2018). A substituição de itens plásticos por alternativas compostáveis, como sacos e guardanapos de papel, está alinhada às melhores práticas de gestão de resíduos orgânicos e alimentares.

Para que o impacto seja duradouro, as estratégias de comunicação devem ser adequadas ao perfil do público-alvo. Haksevenler et al. (2022) observaram que estudantes preferem mídias digitais e exemplos práticos, enquanto servidores respondem melhor a comunicados formais. Na UFPR, o uso de mensagens segmentadas pode melhorar os hábitos de separação e restaurar a confiança no sistema.

Entretanto, materiais de difícil reciclagem, como embalagens de salgadinhos e invólucros multicamadas, continuam a representar um desafio (Figura 2). Compostas por camadas de alumínio, PET e polipropileno, essas embalagens são de difícil processamento e triagem. Apesar de existirem alternativas como a reutilização em compósitos ou recuperação energética, esses materiais ainda persistem — mesmo entre usuários ambientalmente conscientes.

No Instituto Nacional de Saúde Pública do México (INSP), campanhas de conscientização reduziram o volume total de resíduos indiferenciados em 60,1%, mas a diminuição das embalagens multicamadas foi de apenas 15,6%, mesmo entre mulheres (Torres-Pereda et al., 2020). Esse resultado evidencia a necessidade de mudanças estruturais tanto no desenho dos produtos quanto no comportamento dos consumidores.

A segregação eficiente permanece fundamental nas universidades (De Vega et al., 2008), exigindo infraestrutura compatível com as demandas espaciais e volumétricas da geração de resíduos. Embora muitos respondentes da UFPR tenham relatado levar lanches de casa (Figura 2), a maioria prefere consumir no campus ou em estabelecimentos próximos (Figura 3), reforçando a importância estratégica de aprimorar os pontos de descarte e a sinalização nessas áreas.

A instalação de lixeiras com múltiplas categorias de resíduos em áreas de grande circulação e a adequação das campanhas educativas podem aumentar a participação e fortalecer a confiança dos usuários. As ações de extensão também devem ser ampliadas para os estabelecimentos comerciais do entorno. No Instituto Nacional de Saúde Pública do México (INSP), os consumidores influenciaram os fornecedores a abandonarem o uso de poliestireno expandido, em razão do aumento do uso de recipientes pessoais (Torres-Pereda et al., 2020). Promover ações semelhantes na Universidade Federal do Paraná (UFPR) está em consonância com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010).

Alguns materiais apresentam elevado valor de reciclagem. Garrafas PET e latas de alumínio são amplamente reaproveitadas — o PET é utilizado na fabricação de têxteis e novas embalagens (Joseph et al., 2024), enquanto o alumínio, com reciclabilidade praticamente infinita, proporciona economia de até 95% de energia em relação à produção primária (Al-Alimi et al., 2024). Estimular a separação adequada desses materiais fortalece a economia circular e reduz as emissões de gases de efeito estufa.

O papel utilizado em atividades acadêmicas e outros materiais celulósicos também possuem grande potencial de reciclagem. Cada tonelada de papel reciclado evita o corte de 17 árvores, economiza 26.500 litros de água e 4.100 kWh de energia, reduzindo as emissões de CO₂ e mantendo mais de 145 mil empregos nos Estados Unidos (Çiçekler; Tutuş, 2024). A separação limpa e livre de contaminantes é fundamental (Gebrekidan et al., 2024), e muitos respondentes da UFPR relataram reutilizar papel ou descartá-lo em casa para garantir a reciclagem.

Já os resíduos orgânicos, especialmente restos de alimentos, são frequentemente descartados em lixeiras comuns. Quando misturados a outros resíduos, acabam destinados a aterros sanitários (Paraná, 2006), gerando riscos sanitários e ambientais (Gebrekidan et al., 2024). A implantação urgente de sistemas de compostagem é essencial para desviar esse material do aterro e alinhar as práticas institucionais aos objetivos globais de sustentabilidade (United Nations, 2024).

AValiação Crítica da Infraestrutura, das Operações e da Governança na Gestão de Resíduos do Campus Politécnico da UFPR

O Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR) apresenta diversas deficiências estruturais, operacionais e institucionais que comprometem a efetividade da gestão de resíduos sólidos.

Entre os problemas de infraestrutura, destacam-se a ausência de lixeiras padronizadas e estrategicamente distribuídas. Muitas áreas carecem de recipientes adequados para a segregação de resíduos orgânicos, recicláveis, perigosos e de serviços de saúde. A sinalização é frequentemente inconsistente ou inexistente, o que gera confusão e contaminação cruzada, especialmente com papel reciclável sujo por resíduos orgânicos. Além disso, as áreas de armazenamento temporário de resíduos são, em muitos casos, insalubres, expostas às intempéries e sem segurança, violando normas nacionais, como a ABNT NBR 11.174:1990, que estabelece procedimentos para o armazenamento de resíduos sólidos das Classes II-A (não inertes) e II-B (inertes), conforme definição da ABNT NBR 10.004:2004, e a NBR 12.235:1992, que dispõe sobre as diretrizes para o armazenamento de resíduos perigosos (Classe I).

As falhas operacionais são igualmente relevantes. Os respondentes citaram irregularidades na frequência de coleta, rotas pouco claras e ausência total de infraestrutura local de tratamento, como sistemas de compostagem ou unidades de triagem e recuperação de materiais. Há evidências de que resíduos previamente separados são frequentemente misturados novamente e enviados a aterros, o que fragiliza o sistema e desestimula a participação da comunidade (Fagnani; Guimarães, 2017).

Fatores comportamentais também reduzem a eficácia do sistema. O baixo engajamento, a falta de conhecimento sobre os métodos corretos de descarte e a percepção generalizada de ineficiência contribuem para o descumprimento das práticas adequadas. A ausência de programas contínuos de educação ambiental, de integração curricular e de incentivos aos usuários agrava ainda mais esse cenário. Como destacam Torres-Pereda et al. (2020), estratégias consistentes de engajamento são fundamentais para sustentar mudanças de comportamento. Além disso, Haksevenler et al. (2022) observam que a comunicação deve ser adaptada às preferências dos usuários — estudantes respondem melhor a conteúdos digitais e exemplos práticos, enquanto servidores tendem a preferir comunicados formais.

A ausência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) formal constitui uma grave lacuna de governança. Sem esse instrumento, a UFPR não atende plenamente à Lei Federal nº 12.305/2010 e às diretrizes estaduais, como o Programa Lixo Zero Paraná (Paraná, 2006), que prevê redução de 30% dos resíduos enviados a aterros sanitários (Paraná, 2018; 2022).

Além disso, a universidade aparentemente não possui licença ambiental vigente para as operações gerais de seus campi, requisito estabelecido pela legislação ambiental estadual. Para instituições universitárias, essa licença exige a apresentação de um Plano de Controle Ambiental (PCA) — documento técnico que define medidas de mitigação dos impactos ambientais potenciais, conforme regulamentação do Instituto Água e Terra (IAT).

A ausência de registro do PGRS junto ao órgão ambiental municipal também pode indicar descumprimento da legislação local, que normalmente exige que geradores significativos de resíduos elaborem e protocolizem seus planos de gestão. Essa falta de integração entre os níveis municipal e estadual de regulação não apenas prejudica a conformidade legal, mas também dificulta a articulação com programas mais amplos de redução de resíduos e economia circular.

Até 2022, o campus seguia um modelo simplificado de coleta seletiva com duas lixeiras, adaptado do sistema municipal de Curitiba e semelhante ao implementado no campus UAM-Azcapotzalco (México) (Espinosa et al., 2008). Esse modelo incluía lixeiras com saco azul em salas de aula para recicláveis e saco preto em corredores para resíduos gerais (RJ + OW). No entanto, faltava padronização visual e dimensional entre os prédios, como observado no Departamento de Engenharia Química (Figura 5). Apesar de sua simplicidade, o sistema não contempla a compostagem, uma vez que os resíduos orgânicos são descartados junto aos rejeitos (Fagnani; Guimarães, 2017). A introdução de lixeiras específicas para resíduos orgânicos, com coleta programada para evitar odores e proliferação de pragas, representaria um avanço significativo.



Figura 5 – Exemplo ilustrativo da localização e tipologia das lixeiras nas áreas acadêmicas do Campus Politécnico da UFPR. Fotografias ilustrando a disposição típica das lixeiras: a e b. Lixeiras destinadas exclusivamente a recicláveis, localizadas em salas de aula; c e d. Lixeiras para resíduos comuns (aterro e orgânicos), situadas em corredores; e e f. Lixeiras instaladas em banheiros, próximas a vasos sanitários e piaas, utilizadas exclusivamente para o descarte de toalhas de papel (resíduo destinado ao aterro); g. Conjunto de lixeiras para segregação na origem, conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001 (Brasil, 2001), posicionadas em áreas externas. Este exemplo evidencia uma segregação parcial na origem e limitações estruturais que comprometem a efetividade da coleta seletiva de resíduos. Fonte: elaboração própria, 2025.

Os resíduos recicláveis são coletados diariamente por equipe terceirizada e entregues à cooperativa de catadores CATAMARE, responsável pela triagem e comercialização dos materiais. A receita gerada é destinada diretamente aos cooperados, em conformidade com os princípios de inclusão social e responsabilidade compartilhada estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010). No entanto, a eficiência operacional poderia ser aprimorada mediante o ajuste da frequência de coleta com base no nível de enchimento das lixeiras — por exemplo, acionando a coleta quando os recipientes atingirem cerca de dois terços da capacidade. Em contrapartida, a coleta diária dos resíduos comuns permanece essencial para a manutenção das condições sanitárias (Barros et al., 2013; Fagnani; Guimarães, 2017).

Para apoiar um sistema de gestão de resíduos mais integrado e rastreável, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) recomenda a construção de uma unidade centralizada de armazenamento temporário no Campus Politécnico. Essa instalação seria equipada com balanças para monitorar o volume de resíduos orgânicos, recicláveis, perigosos, de saúde e de construção civil, e projetada de acordo com normas de acessibilidade, proteção contra intempéries e segurança dos usuários.

Além da infraestrutura física, o sistema deve garantir a rastreabilidade interna dos resíduos em todo o campus, incluindo o registro e acompanhamento das operações de transporte interno. Externamente, o fluxo de resíduos deve estar em conformidade com os mecanismos nacionais de rastreabilidade, especialmente por meio da emissão do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), conforme exigido pela Portaria MMA nº 280/2020 (Brasil, 2020b), que estabelece o monitoramento digital da geração, transporte e destinação dos resíduos.

A efetividade da gestão de resíduos sólidos na UFPR depende da integração entre melhorias de infraestrutura, otimização logística, segregação adequada na origem, capacitação dos operadores e engajamento ativo dos usuários. A implantação de registros padronizados, estratégias educativas direcionadas a diferentes públicos e reformas estruturais é essencial para alinhar as práticas do campus às regulamentações nacionais e às metas de economia circular do estado do Paraná.

PRÁTICAS INSTITUCIONAIS E DESAFIOS NA GESTÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS E DE SERVIÇOS DE SAÚDE

No México, a gestão de resíduos perigosos (RP) é rigidamente regulamentada. Um exemplo de referência é a Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), onde os colaboradores recebem capacitação contínua sobre toxicidade, marcos legais, procedimentos de armazenamento e transporte seguro. A coleta dos resíduos é realizada por empresas licenciadas, no âmbito do Programa Universitário de Gestão Ambiental

(PROGAU), com remessas mensais a instalações de tratamento certificadas. A universidade gera aproximadamente 9 toneladas de resíduos perigosos por ano, com relatórios obrigatórios às autoridades governamentais (Sánchez-Salinas et al., 2015).

A adoção de uma abordagem semelhante na UFPR poderia aumentar significativamente a segurança, a transparência e a conformidade com a legislação ambiental brasileira. As principais estratégias incluem treinamentos regulares e parcerias formais com empresas licenciadas para o manejo de resíduos perigosos.

Na UFPR, os resíduos perigosos e de serviços de saúde (RP+RSS) são gerenciados pela Divisão de Gestão Ambiental (DGA), seguindo normas técnicas como a RDC ANVISA nº 222/2018 (Diretrizes para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde), a ABNT NBR 11.174:1990, a NBR 12.235:1992, a NBR 10.157 (critérios técnicos para o planejamento e a apresentação de projetos de aterros sanitários para resíduos não perigosos) e a NBR 13.896:1997 (critérios para o projeto, implantação e operação de aterros para resíduos perigosos).

Os resíduos laboratoriais, provenientes do ensino e da pesquisa, devem ser classificados conforme o tratamento necessário. Cada substância é registrada em formulários de identificação, armazenada em recipientes de 25 a 30 litros e mantida nos laboratórios até o envio ao Centro de Resíduos Químicos.

O transferência para o Centro de Resíduos Químicos requer agendamento prévio junto à DGA e o envio de documentação detalhando volumes e composição das misturas. Somente resíduos adequadamente rotulados e acondicionados, conforme os protocolos de segurança estabelecidos, são aceitos. A DGA também oferece orientação sobre minimização de resíduos, incluindo reuso de reagentes e redistribuição de produtos próximos ao vencimento.

As instalações de armazenamento temporário de resíduos sólidos devem atender a critérios técnicos específicos para garantir segurança ambiental e ocupacional. Entre eles, destacam-se: Piso impermeável, evitando contaminação do solo (conforme NBR 11174:1990, NBR 12235:1992 e RDC 222/2018); Sinalização e rotulagem adequadas (NBR 9191:1985, RDC 222/2018 e NBR 12235:1992); Ventilação apropriada, especialmente para materiais perigosos (NBR 12235:1992 e RDC 222/2018); Compatibilidade química dos materiais armazenados e estruturas de contenção para vazamentos (NBR 12235:1992); Iluminação, planos de emergência e equipamentos de segurança acessíveis, com controle de acesso restrito; Limitação temporal de armazenamento (24–48 horas, conforme as condições), conforme determina a RDC 222/2018.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) elaborado para o Campus Politécnico propõe ações de melhoria na segregação e coleta de resíduos, implantação de sistemas de pesagem e controle de transporte, e a redução de 30% na geração de RP+RSS (Paraná, 2018; 2022), em consonância com os objetivos

do Programa Paraná Lixo Zero (Paraná, 2006). Essas medidas visam elevar a eficiência operacional, reduzir impactos ambientais e assegurar o cumprimento das responsabilidades legais e institucionais.

LACUNAS DE DADOS E DEFICIÊNCIAS OPERACIONAIS NO MONITORAMENTO E NA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA UFPR

Durante o período analisado, o percentual de resíduos recicláveis segregados variou entre os campi da Universidade Federal do Paraná (UFPR): no Campus Politécnico, os índices oscilaram entre 25,4% e 31,7%; no Campus Botânico, entre 34,3% e 34,4%; e no Campus Agrárias, houve redução de 40,2% para 34,0%. Não foi identificada nenhuma explicação consistente ou rastreável para essas variações, evidenciando falta de monitoramento integrado.

Até março de 2022, o único conjunto de dados completo fornecido pela cooperativa Catamare referia-se ao ano de 2018. Nesse período, foram recuperados 79.131 kg de materiais recicláveis, gerando uma receita total de R\$ 39.701,42. O papelão representou o maior volume, com 42.179 kg e R\$ 18.518,60 de receita, seguido de papel branco (15.732 kg; R\$ 7.006,34), plástico (10.884 kg; R\$ 9.795,60) e metal (10.336 kg; R\$ 4.380,88). Considerando a taxa média de câmbio de 2018 (R\$ 3,6558 por dólar americano; Banco Central do Brasil, 2018), a receita total equivalia a aproximadamente US\$ 10.858,34.

Esses números ilustram a relevância econômica da segregação e recuperação eficiente de resíduos. Contudo, as inconsistências persistentes nos registros institucionais levantam dúvidas quanto à confiabilidade dos dados e apontam falhas de comunicação entre as unidades geradoras e a Divisão de Gestão Ambiental (DGA) da UFPR. A ausência de fluxos padronizados de informação compromete o planejamento estratégico e impede a avaliação precisa do desempenho institucional.

Apesar desses desafios, a parceria com a cooperativa Catamare permanece essencial para o fortalecimento da inclusão social e para a operacionalização dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), que reconhece o papel central das cooperativas de catadores na logística reversa e na gestão integrada de resíduos sólidos.

DESAFIOS PERSISTENTES NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO CAMPUS POLITÉCNICO DA UFPR

Os dados referentes aos resíduos perigosos e de serviços de saúde (RP+RSS) na Universidade Federal do Paraná (UFPR) permanecem limitados. Os registros disponíveis abrangem apenas o último trimestre de 2018, com média de 19.365 kg e alta variabilidade (amplitude: 27.062 kg), indicando picos esporádicos de geração. Embora a UFPR mantenha contratos ativos para o tratamento adequado desses resíduos, a ausência de

monitoramento contínuo e controle de volumes, mesmo com gastos aproximados de R\$ 555 mil entre 2018 e 2019, evidencia a necessidade de fiscalização mais rigorosa.

Diversos tipos de resíduos na UFPR ainda não possuem rotas de destinação definidas, como vidro, resíduos eletrônicos, reagentes laboratoriais, resíduos alimentares e lâmpadas fluorescentes (Tabela 5). Essa lacuna reduz a eficiência, a rastreabilidade e a sustentabilidade do sistema. O resíduo alimentar dos restaurantes universitários, por exemplo, poderia ser compostado, mas acaba facilmente contaminado quando não há separação adequada (Mason et al., 2004).

A Tabela 5 resume os principais fluxos de resíduos, suas fontes geradoras, as destinações atuais e as lacunas existentes nos processos de tratamento.

Tabela 5 – Categorias de resíduos, fontes geradoras e rotas de tratamento final na UFPR (incluindo lacunas nas destinações atuais).

Tipo	Fonte ou Observação	Destinação	Tratamento/Disposição Final
Resíduos sanitários (banheiros) Rejeitos (RJ) e resíduos orgânicos (RO)	Banheiros; resíduos não recicláveis e não tratados Materiais não recicláveis ou não recuperáveis, incluindo restos de alimentos	Aterro sanitário	Enviados ao aterro pela Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC)*
Papel e papelão	Atividades administrativas e acadêmicas.		
Plástico	Inclui garrafas PET e outros plásticos recicláveis	Cooperativa de Catadores Catamare	Recuperados e comercializados como matéria-prima secundária
Metais	Inclui latas de alumínio e outros metais recicláveis.		
Vidro	Atividades acadêmicas e administrativas		
Resíduos verdes	Poda de árvores e jardinagem	Fazenda Canguiri	Compostagem
Óleo de cozinha usado	Restaurantes universitários	Empresa contratada	Reciclado por empresa licenciada
Madeira	Madeira não reaproveitável oriunda de atividades de manutenção	Laboratório de Pesquisa NPDEAS	Queimada para produção de microalgas
Pneus	Pneus inservíveis da frota veicular	Empresas de manutenção automotiva	Reciclados por empresa contratada
Resíduos de construção e demolição	Obras e manutenção do campus	Empresas de engenharia civil	Gerenciados por empresas contratadas
Lâmpadas fluorescentes	Armazenadas pela equipe de manutenção; substituídas gradualmente por LED	Não definido	Armazenadas temporariamente
Resíduos orgânicos de restaurantes/cantinas	Preparação e consumo de alimentos	Não informado	Não informado
Reagentes inorgânicos	Resíduos laboratoriais com características específicas	Não informado	Não informado
Resíduos eletrônicos	Equipamentos eletrônicos obsoletos ou não funcionais	Não informado	Não informado
Pilhas e baterias	Atividades acadêmicas e administrativas		
Solventes	Laboratórios de ensino e pesquisa		
Líquidos inflamáveis	Laboratórios (ex.: LACAUT)		
Reagentes orgânicos	Laboratórios de ensino e pesquisa	Coletadas e tratadas pela SERQUIP	Não informado
Óleo automotivo	Frota veicular da UFPR		
Resíduos de tinta	Manutenção e construção		
Lodo de efluentes laboratoriais	Processos de tratamento de efluentes (ex.: Plantas-Piloto)		
Resíduos de serviços de saúde (RSS)	Hospitais, clínicas e laboratórios dos campi Politécnico e Botânico		

Nota: Informações diretas fornecidas pela Divisão de Gestão Ambiental (DGA) em 2022. *PMC: Prefeitura Municipal de Curitiba.

BENCHMARKING COM UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS: LACUNAS INSTITUCIONAIS E OPORTUNIDADES

Uma pesquisa nacional foi conduzida para avaliar a situação da Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) nas universidades federais brasileiras. Das 63 instituições contatadas (excluindo cinco ainda vinculadas administrativamente às suas instituições de origem), apenas uma universidade (1,5%) forneceu dados completos e satisfatórios sobre geração, destinação e custos associados. Seis instituições (8,8%) apresentaram dados parciais, enquanto 28 (41,1%) disponibilizaram informações insuficientes. De forma alarmante, 33 universidades (52,3%) não responderam ou declararam não possuir controle sobre a geração ou gestão de resíduos sólidos. Esses resultados revelam fragilidades institucionais críticas na implementação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), apesar das obrigações legais vigentes.

As informações sobre resíduos orgânicos mostraram-se particularmente escassas. Apenas quatro universidades — UnB, UFBA, UFVJM e FURG — relataram iniciativas ativas de compostagem entre 2017 e 2019. No entanto, as taxas de geração per capita informadas variaram expressivamente (de 0,47 kg a 7,39 kg em 2019), indicando inconsistências metodológicas e ausência de padronização.

As informações sobre rejeitos (resíduos não recicláveis enviados a aterros sanitários) foram fornecidas por apenas quatro instituições, todas indicando tendência de aumento na destinação final. Da mesma forma, dados sobre resíduos recicláveis estavam disponíveis em apenas seis universidades, embora estas apresentassem melhoras gerais na segregação na origem.

A gestão de resíduos perigosos e de serviços de saúde (RP+RSS) também apresentou falta de transparência. Somente UnB, UFS, UFSM e FURG relataram dados para essa categoria. Em contraste, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) destacou-se por registrar volumes e custos superiores, cerca de R\$ 555 mil anuais, em grande parte devido às atividades do Hospital Veterinário e dos laboratórios de pesquisa.

Esse panorama nacional evidencia a urgência de investimentos em PGRS estruturados, coleta sistemática de dados e estratégias de minimização de resíduos. O fortalecimento dessas dimensões é essencial para melhorar o desempenho ambiental e alinhar as instituições de ensino superior brasileiras aos objetivos nacionais e globais de sustentabilidade.

BENCHMARKING COM UNIVERSIDADES INTERNACIONAIS: LIÇÕES PARA O AVANÇO DA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS NA UFPR

Para avaliar a posição da UFPR e identificar oportunidades de aprimoramento, foi realizada uma análise global das práticas de gestão de resíduos em instituições de ensino superior (IES). Observaram-se diferenças

significativas em termos de infraestrutura, comportamento dos usuários, aplicação de políticas e estratégias educacionais — dimensões fundamentais não apenas para reduzir a geração de resíduos e ampliar a reciclagem, mas também cada vez mais relevantes para a integração da sustentabilidade nos processos institucionais de avaliação de qualidade e tomada de decisão (Oliveira et al., 2025).

Na University of Northern British Columbia (UNBC) (Canadá), a segregação e a compostagem desviaram mais de 70% dos resíduos, com uma geração per capita de apenas 0,059 kg/dia (Smyth et al., 2010). A UAM-Azcapotzalco (México) adotou um sistema de duas lixeiras, reduzindo o envio a aterros por meio de forte engajamento comunitário (Espinosa et al., 2008). No Reino Unido, a University of Southampton reduziu seus resíduos de 6.000 para menos de 3.900 toneladas em três anos, atingindo 72% de taxa de reciclagem e economizando £125.000 por meio dos modelos PESTLE e ISB (Zhang et al., 2011).

A Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) (México) combinou compostagem, capacitação em resíduos perigosos e separação na origem, reduzindo o total de resíduos em 60,1% e recuperando grandes volumes de papel e plástico (Sánchez-Salinas et al., 2015). Já a Universidade de Sakarya (Turquia) implementou infraestrutura com retorno sobre o investimento em 2,3 anos (Boysan et al., 2015).

Contudo, persistem barreiras. A Universidade de Mármara reporta potencial de reciclagem de 69%, mas apenas 26% de participação efetiva (Haksevenler et al., 2022). A Universidade de Lagos gera 32 toneladas de resíduos por dia, dos quais 75% são recicláveis, porém menos de 1% é efetivamente reciclado devido a falhas sistêmicas (Adeniran et al., 2017). As Universidade do Oriente Médio (METU) e IES palestinas também apresentam baixa compostagem e segregação parcial (Bahçelioğlu et al., 2020).

Soluções tecnológicas na University of Cincinnati (EUA) reduziram 280 toneladas de CO₂/ano (Tu et al., 2015), enquanto a Universitas Pertamina (Indonésia) melhorou seus indicadores por meio da compostagem e da segregação na origem (Ridhosari; Rahman, 2020).

No Brasil, a UNICAMP reduziu em 22% o total de resíduos aplicando ciclos PDCA e ações educativas, diminuindo os resíduos de papel de 50% para 9,4% (Fagnani; Guimarães, 2017). Em contraste, a UFPR apresentou queda na receita proveniente da reciclagem, de R\$ 79.131 (2018) para R\$ 56.942 (2019), sinalizando ineficiências sistêmicas.

Apesar de 89,6% dos usuários da UFPR declararem realizar separação de resíduos, muitos desconfiam das práticas pós-coleta (Haksevenler et al., 2022). Os principais desafios incluem a ausência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), infraestrutura insuficiente para segregação e limitações no monitoramento de dados. Rodríguez-Guerreiro et al. (2024) destacam que as IES que alcançam o status de “lixo

zero” adotam estratégias integradas, com separação na origem, sistemas de dados e educação ambiental, atingindo $0,19 \pm 0,21$ kg/pessoa/dia.

Pequenas intervenções também geram impacto: estações de hidratação, por exemplo, podem eliminar até 45.191 garrafas plásticas por ano. A UFPR deve investir em sistemas de paisagem, coleta seletiva, compostagem, campanhas educativas segmentadas e um banco de dados centralizado sobre resíduos, alinhados à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e às melhores práticas internacionais.

PROPOSTA DE APRIMORAMENTO: RUMO À GESTÃO INTEGRADA E PARTICIPATIVA DE RESÍDUOS NA UFPR

A estratégia proposta aborda dez áreas centrais de disfunção no atual sistema de gestão de resíduos sólidos (GRS) da UFPR (Tabela 6), abrangendo dimensões de infraestrutura, operações, comportamento, educação, governança e finanças. Mais do que corrigir falhas operacionais, o plano prioriza a integração sistêmica, a transparência e a responsabilidade compartilhada em toda a comunidade acadêmica.

Tabela 6 – Plano de Ação para a Gestão Sustentável de Resíduos – “Centro Politécnico” da UFPR.

Área de Ação	Descrição	Prazo Sugerido	Setor Responsável
Expansão da Infraestrutura	Instalar novas lixeiras em áreas de grande circulação; adicionar pontos de descarte para pilhas, bitucas de cigarro, entre outros.	Curto prazo	Administração do Campus
Coleta e Operações	Aumentar a frequência de coleta; testar lixeiras inteligentes com sensores de nível de enchimento.	Médio prazo	Divisão de Manutenção e Logística
Educação e Conscientização	Realizar campanhas contínuas; aprimorar a sinalização (visual e multilíngue).	Contínuo	Comissão de Educação Ambiental
Transparência na Gestão	Divulgar relatórios de destinação; promover visitas às centrais de triagem.	Curto prazo	Escritório de Sustentabilidade
Incentivos a Práticas Sustentáveis	Lançar programas de recompensas; estimular o uso de itens reutilizáveis.	Médio prazo	Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis e Serviços do Campus
Sistemas de Compostagem	Implantar unidades de compostagem; reutilizar o composto em áreas verdes do campus.	Longo prazo	Departamento de Agronomia e Meio Ambiente
Engajamento Participativo	Promover oficinas e iniciativas estudantis de “embaixadores verdes”.	Contínuo	Programas de Extensão e Grupos Estudantis
Monitoramento e Feedback	Realizar auditorias periódicas; ajustar estratégias com base no retorno da comunidade.	Médio prazo	Comitê de Sustentabilidade

Nota: Curto prazo = 0–6 meses; Médio prazo = 6–12 meses; Longo prazo = 12–24 meses.

As ações centrais do plano incluem a otimização da distribuição e da identificação das lixeiras, o fortalecimento das ações de educação ambiental, a implantação de mecanismos de transparência de dados e a promoção de iniciativas participativas, como projetos estudantis e programas de “embaixadores ambientais”.

Para apoiar a implementação, foram desenvolvidos e ministrados minicursos de “Gestão de Resíduos Sólidos” por estudantes do grupo de extensão GATMA (vinculado ao PPGMAUI/UFPR), utilizando materiais

elaborados de acordo com os desafios institucionais da universidade (GATMA, 2021). Esses cursos estão alinhados à Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Brasil, 2010) e abrangem temas como segregação, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final de resíduos, além de tecnologias de compostagem, biodigestão, incineração e pirólise, e logística reversa e segurança ocupacional. A própria universidade atua como estudo de caso, promovendo aprendizado prático e reflexão crítica.

Experiências internacionais reforçam que ações de baixo custo, como melhoria na sinalização, engajamento dos usuários e implantação de sistemas de compostagem, podem gerar resultados expressivos. Na UNICAMP, a taxa de descarte incorreto de recicláveis caiu de 60% para 15,3% (Fagnani; Guimarães, 2017); na Università degli Studi di Milano-Bicocca, os rejeitos reduziram-se de 73% para 30% (Di Salvatore et al., 2022); e no Instituto Superior Técnico (IST), a segregação atingiu 58%. Já na UNBC (Canadá), o potencial de desvio de aterro alcançou 70% (Smyth et al., 2010), enquanto o INSP (México) reduziu seus resíduos em 60,1% por meio de intervenções baseadas em educação ambiental (Torres-Pereda et al., 2020).

Apesar de 89,6% dos respondentes do Campus Politécnico da UFPR afirmarem realizar a separação de resíduos, persistem ineficiências estruturais — como distribuição inadequada de lixeiras, ausência de identificação padronizada e a percepção de remistura posterior dos materiais, o que compromete a confiança e desestimula a participação.

A adoção de uma abordagem integrada de gestão de resíduos sólidos, fundamentada na educação ambiental, modernização da infraestrutura e engajamento comunitário, tem potencial para transformar a UFPR em referência nacional em sustentabilidade universitária e em modelo de alinhamento à economia circular.

PLANO INSTITUCIONAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA UFPR: CONFORMIDADE LEGAL, ESTRUTURA OPERACIONAL E BOAS PRÁTICAS

O documento “Proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)”, desenvolvido para o Campus Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), apresenta um modelo abrangente de gestão de resíduos sólidos (GRS), alinhado à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010). O plano foi elaborado pelos autores em colaboração com três estudantes da UFPR e tem como objetivo padronizar os procedimentos de descarte, coleta, tratamento e destinação dos resíduos gerados no campus (Mathias et al., 2022).

DIRETRIZES E OBJETIVOS

Formalmente, o Campus Politécnico não dispunha de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) até setembro de 2021. A proposta apresentada atende às exigências legais por meio de uma abordagem baseada em evidências, fundamentada em vistorias técnicas, análises de dados históricos (DGA/SUINFRA), consultas a partes interessadas e benchmarking com universidades nacionais e internacionais. O documento identifica fragilidades críticas, como a ausência de inventários de resíduos, falta de padronização de recipientes e armazenamento inadequado, propondo um sistema de segregação dual para os setores administrativos e acadêmicos, e classificações específicas para laboratórios e resíduos da construção civil.

O plano incorpora os principais instrumentos legais, incluindo as normas ABNT NBR 10.004:2004 (classificação de resíduos), NBR 12.235:1992 (requisitos técnicos para o armazenamento de resíduos perigosos), NBR 11.174:1990 (diretrizes para o armazenamento de resíduos não perigosos), a Resolução CONAMA nº 275:2001 (padronização de cores para identificação de resíduos; Brasil, 2001) e a Resolução ANVISA RDC nº 222/2018 (gerenciamento de resíduos de serviços de saúde).

O PGRS categoriza os resíduos em: resíduos sólidos comuns (RSCD), recicláveis, perigosos (RP), de serviços de saúde (RSS), sujeitos à logística reversa (RSLR), da construção civil e demolição (RCD) e resíduos verdes. Entre as recomendações estão a instalação de sistemas de pesagem, a definição de áreas de armazenamento em conformidade com as normas vigentes, a padronização dos recipientes e a expansão dos programas de capacitação, em alinhamento aos princípios da PNRS (Brasil, 2010), que enfatizam a sustentabilidade e a responsabilidade institucional.

ESTRUTURA OPERACIONAL: AÇÕES DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO

O PGRS estrutura suas ações ao longo de todo o ciclo de vida dos resíduos, abrangendo as etapas de minimização na geração, classificação e manuseio seguro, segregação e rotulagem, coleta e transporte interno e externo, armazenamento temporário e destinação final. Com uma população superior a 46 mil pessoas e alta geração de resíduos, o Campus Politécnico ultrapassa os limites de coleta municipal e deve cumprir as exigências do Decreto Estadual nº 983/2004 e do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná (Paraná, 2018), que estabelece uma meta de redução de 30% dos resíduos de natureza urbana.

Propõe-se um sistema de segregação dual para as áreas gerais do campus (recicláveis e resíduos comuns), enquanto uma classificação mais detalhada é recomendada para os laboratórios e setores de construção civil. A segregação segue as diretrizes da Resolução CONAMA nº 275/2001 (Brasil, 2001), e todos os

recipientes e sacos coletores devem estar em conformidade com a ABNT NBR 9191:1985, que estabelece os requisitos para identificação e rotulagem de recipientes utilizados no armazenamento e transporte de materiais perigosos. A coleta interna é realizada por veículos elétricos, e os resíduos são armazenados de acordo com sua tipologia: recicláveis são destinados à Associação Catamare de Catadores de Materiais Recicláveis, enquanto resíduos perigosos e de serviços de saúde (RP+RSS) são encaminhados à SERQUIP.

MONITORAMENTO E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS

Embora funcional, o sistema atual ainda carece de rastreabilidade completa, padronização e infraestrutura específica. O PGRS recomenda a instalação de áreas adequadas de armazenamento, a aquisição de sistemas de pesagem e a atualização contínua dos procedimentos operacionais. O plano também propõe o fortalecimento da coordenação institucional, incluindo a formalização de contratos, a identificação de responsáveis técnicos e o uso de ferramentas de rastreabilidade, como o FIRQ (Formulário de Identificação de Resíduos Químicos).

Mais do que uma obrigação legal, o PGRS busca incorporar a sustentabilidade à cultura institucional da UFPR, promovendo práticas ambientalmente adequadas e socialmente inclusivas. O modelo foi concebido para ser escalável e replicável em outros campi da universidade. Sua implementação efetiva depende da colaboração entre gestores, docentes, técnicos, estudantes e parceiros externos, bem como da realização de revisões periódicas para incorporar atualizações legais e mudanças nos padrões de geração de resíduos.

A RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS COMO FERRAMENTA DE INCLUSÃO SOCIAL E REDISTRIBUIÇÃO ECONÔMICA

Considerando uma taxa de recuperação de 44% (Fagnani; Guimarães, 2017; Di Salvatore et al., 2022) dos resíduos remanescentes na UFPR e uma geração média de 0,50 kg/pessoa/dia entre 44.131 indivíduos (UFPR, 2022), o potencial reciclável anual ultrapassa 3.500 toneladas. A maior parte desse volume seria composta por papel/papelão (23%), plásticos (16%) e metais (6%), conforme o perfil descrito por Rodríguez-Guerreiro et al. (2024). Aos preços médios de mercado atuais — R\$ 0,65/kg para papel, R\$ 4,20/kg para plásticos e R\$ 2,50/kg para metais (Recicla Sampa, 2024) — a receita total estimada ultrapassa R\$ 3,829 milhões por ano (US\$ 657 mil, segundo o Banco Central do Brasil, 2025), equivalentes a aproximadamente 2.522 salários-mínimos, com base no valor nacional de R\$ 1.518,00 vigente em maio de 2025.

Além do potencial de R\$ 3,8 milhões em receitas provenientes da comercialização de recicláveis, o desvio desses materiais dos aterros sanitários também representaria uma economia estimada de R\$ 287 mil por ano

em taxas de disposição, considerando o valor de R\$ 81,08 por tonelada pago pelo Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos da Região Metropolitana de Curitiba (CONRESOL/CIM, 2022).

IV. CONCLUSÃO

A gestão de resíduos sólidos (SWM) no Campus Politécnico da UFPR enfrenta desafios estruturais, operacionais e informacionais persistentes, apesar do elevado engajamento comunitário, com 89,6% dos respondentes declarando realizar a separação dos resíduos. Os principais obstáculos identificados incluem distribuição irregular de lixeiras, deficiências de sinalização, coleta seletiva irregular, ausência de infraestrutura para compostagem e falta de transparência quanto aos destinos dos resíduos. Esses fatores são agravados pela inexistência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) formal e pela ausência de ferramentas sistemáticas de monitoramento, comprometendo a conformidade legal e o planejamento estratégico.

Para enfrentar essas lacunas, este estudo elaborou e implementou um PGRS específico para o campus, estruturado em dez categorias estratégicas de ação. O plano foi concebido com caráter escalável, podendo ser adaptado a outros campi da UFPR, respeitando suas especificidades locais. Um guia complementar de educação ambiental também foi desenvolvido e aplicado em cursos de curta duração pelo GATMA (Grupo Acadêmico de Tecnologias em Meio Ambiente), alinhando os conteúdos de capacitação aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010).

A análise evidencia ainda uma oportunidade financeira e social não explorada. Em 2018, a Cooperativa Catamare recuperou apenas US\$ 10.858,34 em recicláveis provenientes de três campi — valor muito inferior ao potencial anual estimado de US\$ 657.000 para toda a UFPR, considerando a recuperação de 40% dos resíduos sólidos. Ademais, a não recuperação desses materiais resulta em custos adicionais de disposição próximos a US\$ 48.288 por ano, arcados pela própria universidade ou pelos serviços municipais.

A implementação das reformas estruturais, ajustes operacionais e iniciativas educativas propostas pode reposicionar a UFPR como referência nacional em sustentabilidade universitária. Tais ações contribuem diretamente para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 e 12, reforçando o comprometimento institucional com os princípios da economia circular e com uma governança ambiental inclusiva (Oliveira et al., 2025).

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio do CNPq, do DAAD e da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os autores agradecem a Athina Costa, Sabrina Silva Lins e Thaís Carvalho Rodrigues por suas contribuições essenciais para o desenvolvimento do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da UFPR.

V. REFERÊNCIAS

- ABAS, M. A.; NAJIHAR, A.; MALEK, N. H. A.; HASSIN, N. H. A. A review of sustainable campus concept in the context of solid waste management. *Journal of Education & Social Policy*, v. 5, n. 4, p. 71–76, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.30845/jesp.v5n4p9>. Acesso em: 16 maio 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9191: Rótulos preventivos para produtos químicos perigosos. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11174: Gestão de resíduos sólidos — Princípios, procedimentos e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos — Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13896: Aterros de resíduos perigosos — Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. Disponível em: https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em: 16 maio 2025.
- ADENIRAN, A. E.; NUBI, A. T.; ADELOPO, A. O. Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste Management*, v. 67, p. 3-10, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.002>. Acesso em: 16 maio 2025.
- AL-ALIMI, S.; YUSUF, N. K.; GHALEB, A. M.; LAJIS, M. A.; SHAMSUDIN, S.; ZHOU, W.; ALTHARAN, Y. M.; ABDULWAHAB, H. S.; SAIF, Y.; DIDANE, D. H.; T, I. S.; ADAM, A. Recycling aluminium for sustainable development: a review of different processing technologies in green manufacturing. *Results in Engineering*, [s.l.], v. 23, p. 102566, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102566>. Acesso em: 16 maio 2025.
- AL-KHATIB, I. A.; KONTOGIANNI, S.; AL-SARI, M. I.; AL RAJABI, H. Current trends in solid waste management in higher education institutions: The case of West Bank region, Palestine. *Environmental Engineering and Management Journal*, v. 17, n. 8, p. 1887–1896, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.30638/eemj.2018.188>. Acesso em: 16 maio 2025.
- BAHÇELIOĞLU, E.; BUĞDAYCI, E. S.; DOĞAN, N. B.; ŞİMŞEK, N.; KAYA, S. Ö.; ALP, E. Integrated solid waste management strategy of a large campus: A comprehensive study on METU campus, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, v. 265, p. 121715, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121715>. Acesso em: 16 maio 2025.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Cotações e boletins. Brasília, DF: Banco Central, [2025]. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>. Acesso em: 16 maio 2025.

BARROS, R. M.; TIAGO FILHO, G. L.; MOURA, J. S.; PIERONI, M. F.; VIEIRA, F. C.; LAGE, L. R.; MOHR, G. S.; BASTOS, A. S. Evaluation of solid waste management in Brazilian higher education institutions. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 80, p. 97–106, 2013. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.09.005>. Accessed on: May 16, 2025.

BOYSAN, S.; BALOĞLU, A.; KURTULUŞ, H. Project on solid waste recycling plant in Sakarya University Campus. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 195, p. 2222–2230, 2015. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.316>. Acesso em: 16 maio 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 117-E, p. 80, 19 jun. 2001. Acesso em: 16 maio 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 84, p. 63–65, 4 maio 2005.

BRASIL. Lei Complementar nº 131, de 27 de maio de 2009. Acrescenta dispositivos à Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, que estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal, para determinar a divulgação em tempo real das informações sobre a execução orçamentária e financeira da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ano 146, n. 100, p. 1, 28 maio 2009.

BRASIL. Lei N.º 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*. Brasília, DF. 2010. Disponível em:https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 61, p. 76, 29 mar. 2018.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabelas de estimativas para 1º de julho de 2020, atualizadas e enviadas ao TCU após a publicação no DOU. Julho de 2020a. Disponível em:<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=28674>. Acesso em: 16 maio 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020. Estabelece critérios e procedimentos para elaboração, implementação, monitoramento e avaliação do Relatório de Desempenho do Sistema de Logística Reversa. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 123, p. 82, 30 jun. 2020.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 8, p. 1, 13 jan. 2022.

BRASIL. Plano de Dados Abertos - PDA UFPR - Consulta Pública. 2024. Disponível em:<https://www.gov.br/participamaisbrasil/pda#:~:text=A%20Universidade%20Federal%20do%20Paran%C3%A1,de%204%20de%20dezembro%20de>. Acesso em: 16 maio 2025.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (CIM). Sistema integrado e

descentralizado de tratamento de resíduos sólidos urbanos e disposição final de rejeitos: estudo de viabilidade técnico-econômica. Curitiba: CIM/CONRESOL, 2022. Disponível em:<https://www.conresol.pr.gov.br>. Acesso em: 16 maio 2025.

ÇİÇEKLER, M.; TUTUŞ, A. Chapter4 – Assessing the Advantages and Disadvantages of Paper Recycling for Sustainable Resource Management: A Systematic Review. In: TUTUŞ, A.; ÇİÇEKLER, M. (Eds.). Contemporary Perspectives in Forest Industry Engineering: A Comprehensive Review. Klaipeda: SRA Academic Publishing, 2024. p. 65-96. Disponível em:https://www.researchgate.net/publication/385230238_Assessing_the_Advantages_and_Disadvantages_of_Paper_Recycling_for_Sustainable_Resource_Management_A_Systematic_Review. Acesso em: 16 maio 2025.

DE VEGA, C. A.; BENÍTEZ, S. O.; RAMÍREZ BARRETO, M. E. Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. Waste Management, v. 28, supl. 1, p. S21–S26, 2008. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.022>. Acesso em: 16 maio 2025.

DI SALVATORE, S.; MAGATTI, G.; ACCIARRI, M.; ROSSETTI, M.; COSTA, L. P. da; RIBEIRO, I. Solid waste management approach at the university through living labs and communication strategies: case studies in Italy and Portugal. Sustainability, v. 14, n. 9, p. 5240, 2022. Disponível em:<https://doi.org/10.3390/su14095240>. Acesso em: 16 maio 2025.

ESPINOSA, R. M.; TURPIN, S.; POLANCO, G.; DE LA TORRE, A.; DELFÍN, I.; RAYGOZA, I. Integral urban solid waste management program in a Mexican university. Waste Management, v. 28, n. S1, p. S27–S32, 2008. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.023>. Acesso em: 16 maio 2025.

FAGNANI, E.; GUIMARÃES, J. R. Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. Journal of Cleaner Production, v. 147, p. 108–118, 2017. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.080>. Acesso em: 16 maio 2025.

GESTÃO, AVALIAÇÃO E TECNOLOGIA EM MEIO AMBIENTE (GATMA). Minicurso de Gestão de Resíduos Sólidos – GATMA/UFPR (2021). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2021. Disponível em:<https://doi.org/10.5281/zenodo.15769739>. Acesso em: 29 junho 2025.

GEBREKIDAN, T. K.; WELDEMARIAM, N. G.; HIDRU, H. D.; GEBREMICHAEL, G. G.; WELDEMARIAM, A. K. Impact of improper municipal solid waste management on fostering One Health approach in Ethiopia – challenges and opportunities: a systematic review. Science in One Health, v. 3, p. 100081, 2024. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.soh.2024.100081>. Acesso em: 16 maio 2025.

HAKSEVENLER, G. B. H.; KAVAK, F. F.; AKPINAR, A. Separate waste collection in higher education institutions with its technical and social aspects: A case study for a university campus. Journal of Cleaner Production, v. 367, p. 133022, 2022. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133022>. Acesso em: 16 maio 2025.

JIBRIL, J. D.; SIPAN, I. B.; SAPRI, M.; SHIKA, S. A.; ISAE, M.; ABDULLAH, S. 3R's critical success factor in solid waste management system for higher educational institutions. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 65, p. 626–631, 2012. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.175>. Acesso em: 16 maio 2025.

JOSEPH, T. M.; AZAT, S.; AHMADI, Z.; JAZANI, O. M.; ESMAEILI, A.; KIANFAR, E.; HAPONIUK, J.; THOMAS, S. Polyethylene terephthalate (PET) recycling: A review. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, v. 9, p. 100673, 2024. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100673>. Acesso em: 16 maio 2025.

MASON, I. G.; OBERENDER, A.; BROOKING, A. K. Source separation and potential re-use of resource residuals at a university campus. Resources, Conservation and Recycling, v. 40, n. 2, p. 155–172, 2004. Disponível

em:[https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(03\)00068-5](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(03)00068-5). Acesso em: 16 maio 2025.

MATHIAS, A. L.; COSTA, A.; MOSER, M. E.; LINS, S. S.; RODRIGUES, T. C. Proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos CP – Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2022. Disponível em:<https://doi.org/10.5281/zenodo.15771981>. Acesso em: 30 maio 2025.

MUNGUÍA, N. E.; DÍAZ, Á. M.; VELAZQUEZ, L. E.; PEREZ, R.; ESQUER, J.; ZEPEDA, D. S. Valorization of solid waste recovery in an institution of higher education. *Green and Sustainable Chemistry*, v. 8, p. 180–189, 2018. Disponível em:<https://doi.org/10.4236/gsc.2018.82013>. Acesso em: 16 maio 2025.

NGUYEN, X. C.; DAO, D. C.; NGUYEN, T. T.; TRAN, Q. B.; NGUYEN, T. T. H.; TUAN, T. A.; NGUYEN, K. L. P.; NGUYEN, V.-T.; NADDA, A. K.; THANH-NHO, N.; CHUNG, W. J.; CHANG, S. W. Generation patterns and consumer behavior of single-use plastic towards plastic-free university campuses. *Chemosphere*, v. 291, p. 133059, 2022. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133059>. Acesso em: 16 maio 2025

OLIVEIRA, L. C. de; OLIVEIRA, U. R. de; APRIGLIANO, V. Integrating sustainability into quality assessment for higher education institutions. *Journal of Cleaner Production*, v. 486, p. 144466, 2025. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144466>. Acesso em: 16 maio 2025.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Desperdício Zero: Programa da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (SEMA). Curitiba, PR. 2006. Disponível em:http://planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/kit_res_15_laranja.pdf . Acesso em: 16 maio 2025.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná (PERS). Consórcio EnvEx-Engbio, Relatório de Síntese. Curitiba, PR. 2018. Disponível em:https://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-09/PERS%20-%20Sintese%20Final%20V3.pdf . Acesso em: 16 maio 2025.

PARANÁ. Instituto Água e Terra. Governador sanciona lei que institui o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná. Curitiba: IAT, 2022. Disponível em:<https://www.iat.pr.gov.br/Noticia/Governador-sanciona-lei-que-institui-o-Plano-Estadual-de-Residuos-Solidos-do-Parana>. Acesso em: 16 maio 2025.

RECICLA SAMPA. Estação Preço de Fábrica reajusta valores dos recicláveis. 2024. Disponível em:https://www.reciclasampa.com.br/artigo/estacao-preco-de-fabrica-reajusta-valores-dos-reciclaveis?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 16 maio 2025.

RIDHOSARI, B.; RAHMAN, A. Carbon footprint assessment at Universitas Pertamina from waste sector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 420, p. 012143, 2020. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119172>. Acesso em: 16 maio 2025.

RODRÍGUEZ-GUERREIRO, M. J.; TORRIJOS, V.; SOTO, M. A review of waste management in higher education institutions: The road to zero waste and sustainability. *Environments*, v. 11, n. 293, p. 1–24, 2024. Disponível em:<https://doi.org/10.3390/environments11120293>. Acesso em: 16 maio 2025.

RUGATIRI, J.; ABIDIN, Z.; ISMAIL, A. Assessing solid waste management strategy in higher education institutions of Indonesia: A case study of IPB University. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 771, p. 012023, 2021. Disponível em:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/771/1/012023>. Acesso em: 16 maio 2025.

SÁNCHEZ-SALINAS, E.; ORTIZ-HERNÁNDEZ, M. L.; RODRÍGUEZ, A.; CASTREJÓN-GODÍNEZ, M. L. Waste management in institutions of higher education as a tool for environmental education. *Proceedings Sardinia 2015, Fifteenth International Waste Management and Landfill Symposium*, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 5–9 October 2015. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/292326746>. Acesso em: 16 maio

2025.

SMYTH, D. P.; FREDEEN, A. L.; BOOTH, A. L. Reducing solid waste in higher education: The first step towards 'greening' a university campus. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 54, n. 11, p. 1007–1016, 2010. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.02.008>. Acesso em: 16 maio 2025.

TORRES-PEREDA, P.; PARRA-TAPIA, E.; RODRÍGUEZ, M. A.; FÉLIX-ARELLANO, E.; RIOJAS-RODRÍGUEZ, H. Impact of an intervention for reducing waste through educational strategy: A Mexican case study, what works, and why? *Waste Management*, v. 114, p. 183–195, 1 Aug. 2020. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.06.027>. Acesso em: 16 maio 2025.

TU, Q.; ZHU, C.; McAVOY, D. C. Converting campus waste into renewable energy – A case study for the University of Cincinnati. *Waste Management*, v. 39, p. 258–265, May 2015. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.016>. Acesso em: 16 maio 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). Normas para Coleta, Tratamento e Armazenagem de Resíduos Químicos da UFPR. Divisão de Gestão Ambiental. 2021. Disponível em:<https://docs.ufpr.br/~dga.pcu/NORMAS%20atualizada.pdf>. Acesso em: 16 maio 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). Relatório de Autoavaliação CPA 2022. Curitiba, PR. 2022. Disponível em:https://cpa.ufpr.br/wp-content/uploads/2023/03/relatorio_2022_ufpr.pdf. Acesso em: 16 maio 2025.

UNITED NATIONS. The Sustainable Development Goals Report 2024: Progress towards the Sustainable Development Goals – Advanced Unedited Version. New York: United Nations, 2024. Disponível em:<https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2024/SG-SDG-Progress-Report-2024-advanced-unedited-version.pdf>. Acesso em: 16 maio 2025.

VALSAN, V.; SREEKUMAR, G.; CHEKKICHALIL, V.; KUMAR, A. S. Effects of service-learning education among engineering undergraduates: A scientific perspective on sustainable waste management. *Procedia Computer Science*, v. 172, p. 770–777, 2020. Disponível em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920314393>. doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.110. Acesso em: 16 maio 2025.

ZHANG, N.; WILLIAMS, I. D.; KEMP, S.; SMITH, N. F. Greening academia: Developing sustainable waste management at higher education institutions. *Waste Management*, v. 31, n. 7, p. 1606–1616, 2011. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.03.006>. Acesso em: 16 maio 2025.