

 Cézar Di Paula da Silva Pinheiro
Universidade do Estado do Pará, Brasil
cezarpinheiroo18@gmail.com

 Priscylla Lustosa Bezerra
Universidade Federal de Rondônia, Brasil
pri.lustosa@gmail.com

 Carlos Elias de Souza Braga
Universidade do Estado do Pará, Brasil
carlosbraga@uepa.br

Revista Presença Geográfica
vol. 12, núm. 2, 2025
Fundação Universidade Federal de Rondônia, Brasil
ISSN-E: 2446-6646
Periodicidade: Frecuencia continua
rgeo@unir.br

Recepção: 12 Fevereiro 2025
Aprovação: 03 Novembro 2025

URL: <https://portal.amelica.org/amelia/journal/274/2745507013/>

Resumo: A gestão eficiente de resíduos sólidos é um dos pilares fundamentais para promover a sustentabilidade ambiental em empreendimentos de grande porte, como o Palácio Rio Madeira (PRM), sede do governo de Rondônia. Este estudo realizou uma análise gravimétrica detalhada dos resíduos gerados no PRM, com o objetivo de quantificar e identificar as frações mais representativas em massa e volume, além de propor práticas sustentáveis de manejo, alinhadas aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305/2010) e da Gestão das Cadeias de Suprimento Sustentáveis. Os resultados indicaram que resíduos orgânicos são predominantes em massa (48,6%), seguidos pelos plásticos (37%) e pelo papel (12,4%). Em termos volumétricos, os plásticos destacaram-se com 61,2% do total, devido à sua baixa densidade, enquanto os resíduos de papel e orgânicos apresentaram 22,6% e 14,4%, respectivamente. A densidade média geral dos resíduos foi de 0,067 kg/L, com variações significativas entre setores e blocos. As análises sugerem a implementação de práticas como compostagem, logística reversa e compactação de resíduos, promovendo a economia circular e a redução de custos operacionais. Este estudo oferece subsídios técnicos para o aprimoramento da gestão de resíduos sólidos e contribui para o planejamento estratégico de empreendimentos públicos, alinhando eficiência operacional e sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Cadeias sustentáveis, Economia circular, Logística reversa, Amazônia.

Abstract: The efficient management of solid waste is one of the fundamental pillars for promoting environmental sustainability in large-scale enterprises such as the Palácio Rio Madeira (PRM), the government headquarters of Rondônia, Brazil. This study conducted a detailed gravimetric analysis of the waste generated at PRM, aiming to quantify and identify the most representative fractions by mass and volume, while proposing sustainable management practices aligned with the principles of the National Solid Waste Policy (Federal Law 12.305/2010) and Sustainable Supply Chain Management. The results indicated that organic waste predominates in mass

(48.6%), followed by plastics (37%) and paper (12.4%). In volumetric terms, plastics stood out with 61.2% of the total due to their low density, while paper and organic waste accounted for 22.6% and 14.4%, respectively. The average waste density was 0.067 kg/L, with significant variations across sectors and blocks. The analysis suggests the implementation of practices such as composting, reverse logistics, and waste compaction, promoting circular economy principles and reducing operational costs. This study provides technical data to improve solid waste management and supports strategic planning for public enterprises, aligning operational efficiency and environmental sustainability.

Keywords: Sustainable supply chains, Circular economy, Reverse logistic, Amazon.



INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305 de 2010, estabelece diretrizes, princípios e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil. Esta legislação busca assegurar o manejo adequado dos resíduos por meio de práticas sustentáveis como a redução da geração, reutilização, reciclagem e tratamento adequado, promovendo a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população (BRASIL, 2010).

Para que um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos seja eficaz, é essencial a adoção de métodos que priorizem a minimização da geração e a destinação adequada dos resíduos. Esse sistema, alinhado aos princípios da PNRS, inclui etapas como caracterização, acondicionamento, coleta, transporte, segregação e tratamento, integrando critérios técnicos e sustentáveis para mitigar impactos ambientais e otimizar os recursos disponíveis (BRASIL, 2010; MORAIS et al., 2020).

A caracterização dos resíduos, especialmente por meio de estudos de composição gravimétrica, é uma etapa essencial para o planejamento de estratégias de gerenciamento eficiente. Esses estudos fornecem subsídios para a melhoria dos sistemas de coleta e destinação, além de possibilitar a integração de práticas sustentáveis, como economia circular e logística reversa, ao planejamento institucional (FEMA, 2019; SINGH; SHARMA, 2020). Por meio da identificação precisa das frações de resíduos gerados, é possível promover o reaproveitamento de materiais recicláveis e implementar soluções tecnológicas que reduzam custos e impactos ambientais.

Estudos de caracterização gravimétrica são amplamente utilizados para analisar os padrões de geração de resíduos em diferentes contextos, desde municípios e regiões até instituições específicas, contribuindo para a elaboração de programas de gestão integrados e sustentáveis (CAJAIBA; SILVA, 2016; ADENIRAN et al., 2017; MENEZES et al., 2019). Esses estudos também permitem que grandes geradores, como edifícios governamentais, cumpram suas responsabilidades legais, otimizando o gerenciamento interno de resíduos e alinhando-se aos princípios da Gestão das Cadeias de Suprimento Sustentáveis, como a redução de desperdícios, a reutilização de recursos e a eficiência nos processos logísticos (GUTBERLET; KAIN, 2021).

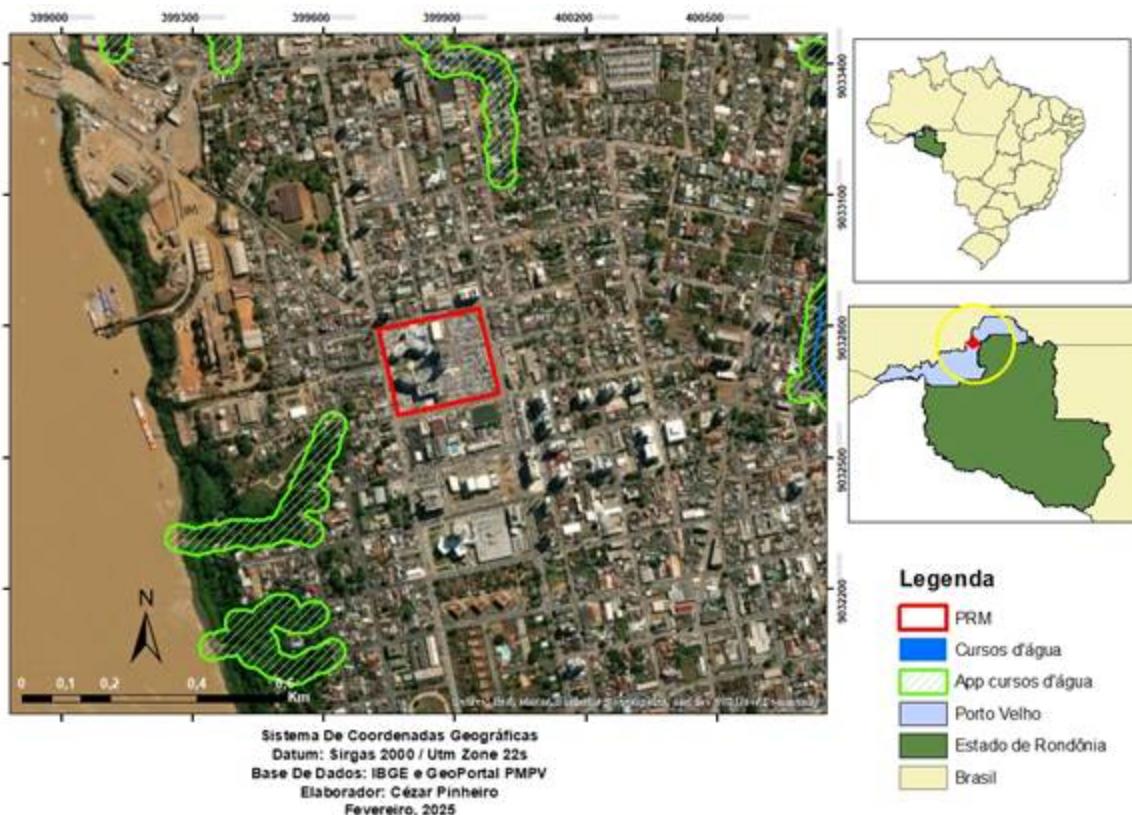
Assim, a presente pesquisa tem como objetivo realizar uma análise gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Palácio Rio Madeira, sede do governo de Rondônia, visando quantificar e identificar os resíduos do local. Além disso, busca integrar os resultados às práticas de gestão das cadeias de suprimento sustentáveis, promovendo a economia circular, a logística reversa e a redução de custos relacionados à coleta, transporte e disposição final dos resíduos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Palácio Rio Madeira (PRM) está localizado em uma zona de uso residencial de alta densidade na cidade de Porto Velho, Estado de Rondônia, conforme Lei Complementar nº 97/1999, a qual dispõe sobre o Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo nesse município. A área do terreno é estimada em 44.974,84 m² (Figura 1).



**Figura 1**

Localização do Palácio Rio Madeira (PRM) no Município de Porto Velho, Estado de Rondônia
Fonte: Autores, 2024

O PRM, sede do governo de Rondônia, é composto por cinco prédios localizados na cidade de Porto Velho, capital do Estado, onde aproximadamente 5.508 pessoas trabalham no local. Os cinco conjuntos administrativos que compõem o Palácio Rio Madeira recebem nomes de rios do estado de Rondônia:

Anexo Rio Pacaás Novos: Edificação central ($17.687,43\text{ m}^2$); Anexo Rio Machado: Primeira edificação à direita, partindo da edificação central ($5.277,44\text{ m}^2$); Anexo Rio Jamari: Edificação curva central à direita, partindo da edificação central ($10.947,13\text{ m}^2$); Anexo Rio Guaporé: Primeira edificação à esquerda, partindo da edificação central ($5.824,79\text{ m}^2$); Anexo Rio Cautário: Edificação curva central à esquerda, partindo da edificação central ($11.417,13\text{ m}^2$). Importar lista0

O palácio como um todo abriga diversas secretarias e órgãos do governo estadual, promovendo um centro administrativo unificado para facilitar a gestão pública. Entre as secretarias estão as de Educação (SEDUC), de Saúde (SESAU), de Finanças (SEFIN), de Obras e Serviços Públicos (SEOSP), Ambiental (SEDAM) e outras. Além de abrigar auditórios e espaços para eventos governamentais (RONDÔNIA, 2016).

Metodologia



Para a amostragem dos resíduos sólidos no Palácio Rio Madeira estabeleceu-se um período mínimo de coleta de cinco dias úteis consecutivos, garantindo que a coleta ocorresse apenas durante o expediente oficial, em agosto de 2024. Este intervalo excluiu dias de pontos facultativos, feriados e eventos coletivos que poderiam comprometer a representatividade dos dados obtidos.

Os locais de amostragem foram definidos com base na divisão estrutural dos blocos que compõem o PRM. A seleção dos blocos e andares a serem incluídos na coleta foi feita de maneira criteriosa, priorizando andares efetivamente em uso. Essa abordagem visou garantir que os dados coletados refletissem de forma precisa a geração de resíduos em condições normais de ocupação. Esta abordagem de amostragem estratificada, que seleciona pontos específicos de geração (neste caso, os prédios e refeitório), é fundamental para garantir a representatividade dos dados em complexos institucionais com diferentes perfis de geração de resíduos (SEMASA, 2024).

Para a execução segura e eficiente da coleta e análise gravimétrica, foram empregados os seguintes materiais e equipamentos. Para proteção dos operadores, foram utilizados equipamentos de proteção individual (EPIs), como luvas de segurança, botas de borracha. A pesagem dos resíduos foi realizada com uma balança de capacidade de até 200 kg, devidamente calibrada antes do uso, para garantir a precisão dos registros. Bombonas de plástico, com peso e volume previamente conhecidos, foram utilizadas para a pesagem direta dos resíduos, facilitando a manipulação e o transporte.

Os resíduos triados foram acondicionados em sacos plásticos de alta resistência, separados por categorias, como papel, plástico, metal e orgânicos. Para evitar a contaminação do solo e garantir organização no processo de quarteamento e triagem, utilizou-se uma lona plástica de dimensões 5,0 x 5,0 metros, que forrou o local de trabalho. Além disso, ferramentas como pá, enxada e rastelo foram empregadas para manipulação, fragmentação e separação eficiente dos resíduos.

A identificação dos sacos de resíduos foi feita com etiquetas autoadesivas, que especificavam a categoria e o local de origem, assegurando a rastreabilidade das informações. Os dados coletados, como peso bruto, volume e classificação dos resíduos, foram registrados manualmente em fichas de pesagem, com o auxílio de canetas. Todos os materiais e equipamentos utilizados foram previamente inspecionados para garantir condições adequadas de uso, promovendo a confiabilidade e a precisão dos resultados obtidos.

Assim, antes de iniciar a coleta, definiu-se um local coberto e arejado para a realização da análise e verificou-se a calibração da balança, descontando o peso dos recipientes (tara) nas medições.

Coleta de resíduos

A coleta dos resíduos foi realizada em horários pré-determinados, com um volume total de 1.100 litros coletados por dia (Quadro 1).

Quadro 1

Volumes das amostras de resíduos a serem coletadas no Palácio Rio Madeira (PRM) no município de Porto Velho, Estado de Rondônia

| Prédio | Volume de Resíduo | | Total por prédio |
|------------------|-------------------|------------|------------------|
| | Administrativo | Banheiro | |
| Rio Pacaás Novos | 100 litros | 100 litros | 200 litros |
| Rio Machado | 100 litros | 100 litros | 200 litros |
| Rio Jamari | 100 litros | 100 litros | 200 litros |
| Rio Cautário | 100 litros | 100 litros | 200 litros |



| | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Rio Guaporé | 100 litros | 100 litros | 200 litros |
| Refeitórios | 100 litros | --- | 100 litros |
| Total por dia | 600 litros | 500 litros | 1.100 litros |

Fonte: Autores, 2024

A coleta dos resíduos sólidos no PRM foi realizada de forma estruturada, abrangendo diferentes categorias de resíduos e assegurando a representatividade das amostras coletadas. O volume total coletado foi de aproximadamente 1.100 litros por dia, distribuídos entre resíduos administrativos, resíduos de banheiro e resíduos do refeitório.

Os resíduos administrativos foram coletados de todos os prédios do complexo, incluindo Rio Pacaás Novos, Rio Machado, Rio Jamari, Rio Cautário e Rio Guaporé. Cada prédio contribuiu com um saco de 100 litros de resíduos administrativos, totalizando 500 litros por dia. Essa coleta foi realizada em salas administrativas localizadas exclusivamente nos andares em uso, garantindo que os resíduos coletados representassem com fidelidade a geração típica dessas áreas.

Para os resíduos de banheiro, a coleta também incluiu os cinco prédios mencionados, com um saco de 100 litros por prédio, totalizando 500 litros por dia. Esses resíduos não foram abertos para análise gravimétrica, dado que não possuem potencial de reciclagem e sua destinação final já era definida. A separação e o acondicionamento desses resíduos foram feitos de forma a evitar contaminação cruzada com outras categorias.

Os resíduos do refeitório, localizado no Pacaás Novos, foram coletados separadamente, com um saco de 100 litros por dia representando os resíduos alimentares gerados. Essa coleta foi essencial para a análise gravimétrica dos resíduos de natureza orgânica, fornecendo dados representativos sobre os resíduos gerados na área de alimentação.

A soma dos volumes coletados por categoria resultou em aproximadamente 500 litros de resíduos administrativos, 500 litros de resíduos de banheiro e 100 litros de resíduos do refeitório diariamente, perfazendo um total de aproximadamente 1.100 litros por dia. Esse planejamento permitiu a obtenção de amostras robustas para análise, com organização adequada das categorias e volumes envolvidos.

Composição gravimétrica

A análise gravimétrica apresenta as porcentagens das várias frações que compõem os resíduos, tais como, papel, papelão, madeira, trapo, couro, plástico, matéria orgânica, metal, vidro e borracha. Este método é considerado a ferramenta padrão para a caracterização física, sendo essencial para identificar o potencial de recuperação de materiais, otimizar rotas de coleta e planejar o gerenciamento alinhado aos princípios da economia circular (SILVA et al., 2024).

Para efetuá-la foi necessário realizar o quarteamento dos resíduos, para obter uma amostra representativa, ou seja, uma parcela do resíduo a ser estudada que, quando analisada, apresente as mesmas características e propriedades de sua massa total (ABNT, 2004).

De acordo com a NBR 10.007:2004, o quarteamento é o processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para construir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado. A aplicação da técnica de quarteamento descrita pela NBR 10.007 (ABNT, 2004) é o procedimento metodológico que assegura a redução do volume total coletado para uma amostra final estatisticamente representativa (SILVA et al., 2022).



Assim, primeiramente, os resíduos coletados foram descarregados na lona impermeável posicionada em local em chão pavimentado e local coberto. Após a homogeneização inicial dos resíduos, realizou-se o quarteamento primário, conforme NBR 10.007 (2004), onde ocorreu a divisão do material em quatro partes iguais traçando-se duas linhas imaginárias perpendiculares sobre a massa de resíduos disposta na lona. Este processo visou reduzir o volume da amostra para facilitar o manuseio e garantir a representatividade do material a ser analisado. A divisão resultante é apresentada na Figura 2.



Figura 2

Exemplo de quarteamento primário de resíduos sólidos gerados no Palácio Rio Madeira (PRM) no município de Porto Velho, Estado de Rondônia

Fonte: Acervo, 2024

Das quatro partes obtidas no quarteamento primário, duas partes opostas foram selecionadas para serem utilizadas nos passos subsequentes, como ilustrado na Figura 3, enquanto as duas partes restantes foram ensacadas novamente e destinadas para coleta externa.



Figura 3

Exemplo de seleção de duas partes do quarteamento primário dos resíduos sólidos gerados no Palácio Rio Madeira (PRM) no município de Porto Velho, Estado de Rondônia

Fonte: Acervo, 2024

As partes válidas selecionadas foram novamente homogeneizadas e submetidas a um segundo quarteamento. Este processo de divisão e seleção foi repetido até se obter uma amostra final com aproximadamente 150 litros.

Após a determinação do peso total, os resíduos foram triados por tipologia. Os resíduos foram separados em categorias específicas: plástico, papel, vidro, metal e orgânicos. Cada categoria foi acondicionada em recipientes ou sacos plásticos devidamente identificados, para garantir a organização e facilitar os passos seguintes da análise. Nos casos de amostras com grandes volumes (materiais plásticos), a pesagem foi realizada em partes, para assegurar precisão no cálculo do peso total.

Cada material foi então pesado separadamente, para calcular sua representatividade em relação ao peso total da amostra. A representatividade de cada tipo de resíduo foi calculada conforme a seguir (Equação 1):

$$\text{Percentual de cada categoria} = \frac{\text{Peso de cada fração (kg)}}{\text{Peso da amostra (kg)}} \times 100 \quad (1) \quad [\text{Equação 1}]$$

Onde:

Percentual de cada categoria: Percentual de cada tipo de resíduo presente na amostra;

Peso de cada fração: Peso dos resíduos de cada categoria;

Peso total da amostra: Peso total da amostra de resíduos coletados.

Para o cálculo do peso específico dos resíduos, expresso em kg/m³, que é essencial para o dimensionamento de contêineres, veículos coletores e equipamentos de compactação, utilizou-se resíduos soltos e não compactados, preservando a condição original na qual foram coletados (IBAM, 2001). O procedimento envolveu o uso de um recipiente de volume conhecido, que foi preenchido com os resíduos e pesado em uma balança previamente tareada. O peso específico foi calculado pela seguinte maneira (Equação 2):

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{Peso líquido do resíduo (kg)}}{\text{Volume da amostra (m}^3\text{)}} \times 100 \quad (2)$$

[Equação 2]

Esse cálculo é crucial para o planejamento e gerenciamento eficiente dos resíduos, garantindo que as operações de coleta e transporte sejam realizadas de maneira otimizada e sustentável (IBAM, 2001). O peso específico aparente é um parâmetro fundamental que influencia diretamente o dimensionamento de sistemas de coleta e a vida útil de aterros, sendo que valores menores de peso específico estão frequentemente associados a uma maior presença de materiais recicláveis secos, como plásticos e papel (VIEIRA; FIORE, 2021).

Posteriormente, os gráficos foram elaborados utilizando o software de programação Python, uma ferramenta de código aberto amplamente utilizada para análise de dados e visualização gráfica. Para a construção dos gráficos, foi empregada a biblioteca Matplotlib, reconhecida por sua versatilidade na criação de gráficos científicos (HUNTER, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados revelou que a densidade aparente dos resíduos no PRM varia significativamente entre os tipos e setores. Resíduos orgânicos apresentaram densidade de 0,511 kg/L, enquanto os resíduos de plástico e papel, menos densos, tiveram valores próximos a 0,100 kg/L. Já o vidro destacou-se com a maior densidade, 1,121 kg/L, devido à sua natureza compacta e pesada (Figura 4).

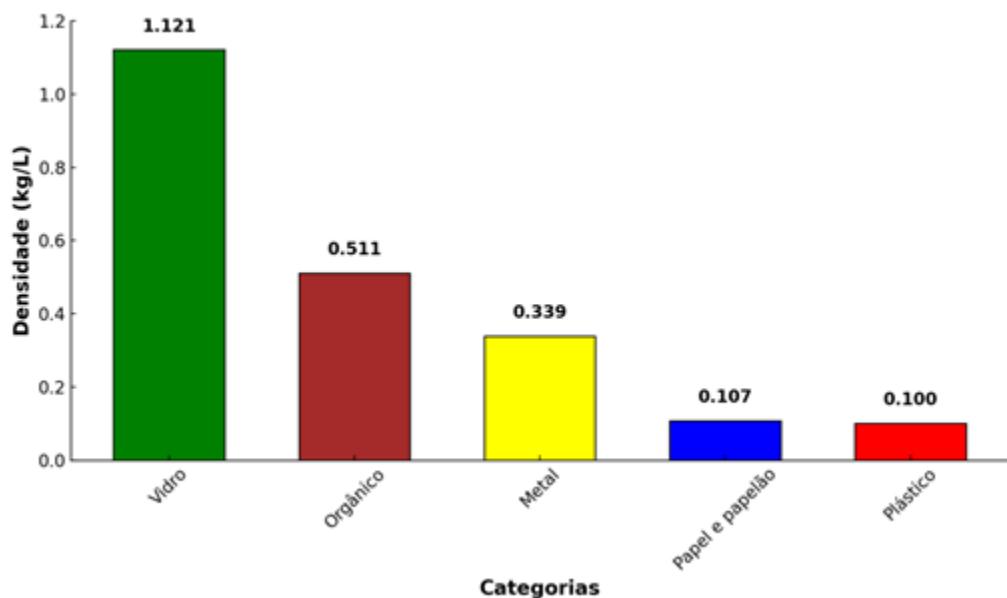


Figura 4

Densidade em kg/L aparente dos resíduos gerados do Palácio Rio Madeira (PRM) no município de Porto Velho, Estado de Rondônia
 Fonte: Autores, 2024

A densidade aparente, por ser calculada sem compactação, é um fator essencial para o planejamento do armazenamento e transporte. Resíduos com menor densidade, como plástico e papel, exigem mais espaço e podem sobrecarregar a logística de armazenamento, enquanto materiais mais densos, como vidro, ocupam menos volume proporcional ao peso. Esses dados são fundamentais para o dimensionamento do abrigo externo e a organização das coletas, permitindo maior eficiência operacional (IBAM, 2001; NAGALLI et al., 2020).

Nesse sentido, a implementação de compactadores pode reduzir significativamente o volume total dos resíduos, otimizando o uso do espaço e diminuindo os custos de transporte em até 60%, conforme observado em estudos semelhantes (SOUZA; ALMEIDA, 2018). Essa otimização logística é crucial em edifícios de grande porte e está alinhada com as estratégias globais de Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) que buscam minimizar os custos de coleta, armazenamento, descarte e tratamento, sendo um pilar para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas, conforme aponta a literatura recente (RAM; BRACCI, 2024). O conceito de sustentabilidade na gestão de resíduos, apoiado por indicadores de desempenho, tem sido sistematicamente associado ao sucesso dos ODS, especialmente a partir de 2020, o que reforça a relevância da densidade no planejamento de sistemas eficientes. Adicionalmente, a ineficiência na gestão logística, decorrente do manuseio de resíduos de baixa densidade sem compactação, é um desafio que eleva os custos e a complexidade da GRS em contextos urbanos e institucionais (KUBANZA et al., 2024).

Os resultados referentes ao cálculo estimado de geração diária de resíduos no PRM indicaram variações consideráveis entre os blocos do local, tanto em massa quanto em volume. O bloco Pacaás Novos destacou-se como o maior gerador em termos de massa, enquanto Jamari apresentou o maior volume diário de resíduos, evidenciando diferenças na densidade dos materiais descartados (Quadro 2).

Quadro 2

Cálculo estimativo de geração diária de resíduos no Palácio Rio Madeira (PRM) no município de Porto Velho, Estado de Rondônia

| Prédio | Produção média em massa (kg) | | | Produção Densidade (kg/l) | | | Produção média em volume (l) | | |
|--------------|------------------------------|---------------|-------|---------------------------|--------------|-------|------------------------------|---------------|--------|
| | WC | Ad./Copa/Ref. | Geral | WC | Ad./Copa/Ref | Geral | WC | Ad./Copa/Ref. | Geral |
| Guaporé | 10,4 | 38,2 | 48,5 | 0,045 | 0,045 | 0,045 | 232,5 | 856,8 | 1089,3 |
| Cautário | 21,9 | 86,9 | 108,7 | 0,035 | 0,111 | 0,073 | 624,8 | 779,2 | 1403,9 |
| Jamari | 21,3 | 90,3 | 111,7 | 0,036 | 0,09 | 0,063 | 593,4 | 1005,2 | 1598,6 |
| Machado | 7,8 | 44,9 | 52,6 | 0,025 | 0,134 | 0,08 | 304,9 | 334,8 | 639,6 |
| Pacaás Novos | 22,3 | 118,2 | 140,5 | 0,046 | 0,113 | 0,079 | 486,8 | 1050 | 1536,7 |



| | | | | | | | | | |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|--------|
| Total | 83,6 | 378,4 | 462,1 | 0,037 | 0,097 | 0,067 | 2246,2 | 3885 | 6131,2 |
| Fonte: Autores, 2024 | | | | | | | | | |

A produção elevada de resíduos no bloco Pacaás Novos, que alcança 140,5 kg/dia e representa 30,4% do total gerado no PRM, está relacionada à sua função central no complexo e à presença do refeitório. Em contraste, o bloco Machado apresentou a menor geração de resíduos, com 52,6 kg/dia, possivelmente devido à sua menor taxa de ocupação.

Esses resultados indicam a necessidade de estratégias segmentadas para o manejo de resíduos. Blocos como Pacaás Novos demandam maior frequência de coleta e capacidade de armazenamento, enquanto blocos menores, como Machado, podem ser gerenciados com intervalos maiores, otimizando os recursos disponíveis (SANTOS; ALMEIDA, 2018).

Em termos volumétricos, o bloco Jamari foi o maior gerador, com 1.598,6 L/dia, ligeiramente superior ao Pacaás Novos (1.536,7 L/dia). Esse maior volume pode estar relacionado à presença de resíduos menos densos, como plásticos e papéis, que ocupam mais espaço mesmo gerando menor massa.

Essa diferença entre massa e volume reforça a importância de práticas como compactação de resíduos para otimizar o uso de espaço no armazenamento e transporte, reduzindo custos operacionais e impactos logísticos (SOUZA; ALMEIDA, 2018). Em blocos com maior geração volumétrica, como Jamari, o uso de compactadores pode reduzir o volume em até 60%, garantindo maior eficiência no manejo dos resíduos. A adoção de tecnologias, como sistemas inteligentes de coleta e soluções de embalagens sustentáveis, está se tornando uma tendência global para melhorar a eficácia e a sustentabilidade da GRS (SAMREEN et al., 2024).

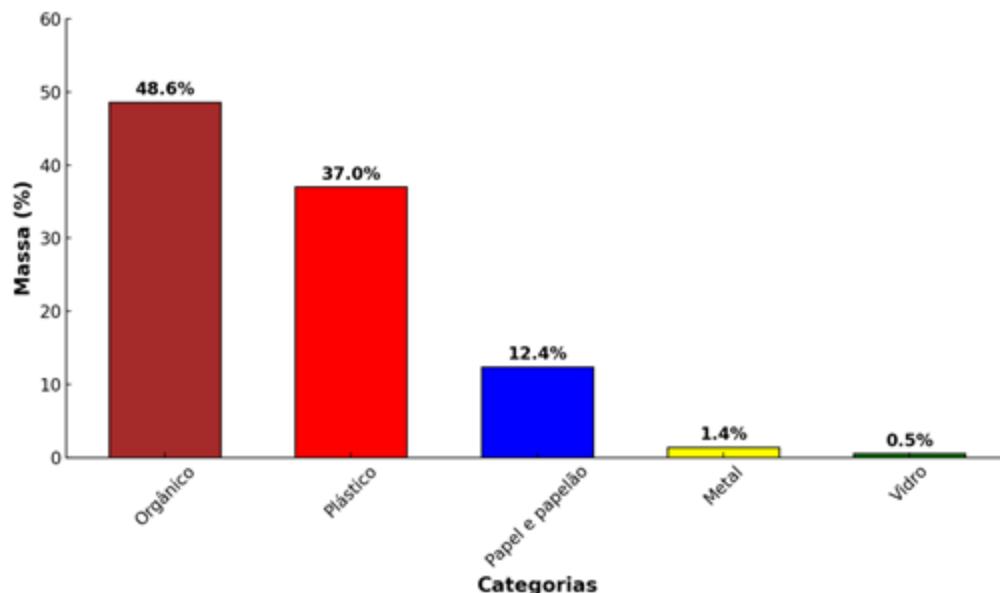
A densidade média dos resíduos foi de 0,067 kg/L, com variações significativas entre setores. Os resíduos dos WC apresentaram as menores densidades, como 0,025 kg/L no bloco Machado, devido à predominância de resíduos leves e volumosos, como papéis higiênicos. Em contraste, áreas administrativas e de copa/refeitório apresentaram densidades mais elevadas, como 0,134 kg/L no bloco Machado, em função da maior proporção de resíduos orgânicos e papéis.

A densidade é um parâmetro essencial para o planejamento do armazenamento e transporte, influenciando diretamente o custo e a logística. Resíduos com densidade elevada podem ser priorizados para reaproveitamento ou destinação final, enquanto resíduos de baixa densidade demandam compactação para reduzir o espaço necessário (LEITE et al., 2016).

Estudos realizados em outros empreendimentos administrativos apontam padrões semelhantes. Em uma análise de edifícios administrativos na cidade de São Paulo, foi observada uma densidade média de 0,062 kg/L, próxima à registrada no PRM (SANTOS et al., 2018). A implementação de compactadores nesses empreendimentos resultou em uma economia de até 20% nos custos logísticos, destacando a importância de integrar tecnologia e práticas inovadoras no gerenciamento de resíduos.

Após a análise da densidade e das diferenças entre os setores, apresenta-se a composição gravimétrica dos resíduos gerados no PRM, expressa em termos percentuais de massa (Figura 5).



**Figura 5**

Composição gravimétrica dos resíduos gerados em massa percentual do Palácio Rio Madeira (PRM) no município de Porto Velho, Estado de Rondônia

Fonte: Autores, 2024

A análise gravimétrica revelou que quase metade (48,6%) dos resíduos gerados no PRM é composta por resíduos orgânicos, seguido pelo plástico (37%) e pelo papel (12,4%). Resíduos de metal e vidro apresentaram percentuais insignificantes.

Esses resultados corroboram estudos realizados em ambientes administrativos e urbanos, que também indicam a predominância de resíduos orgânicos, especialmente em locais com grande fluxo alimentar (SANTOS et al., 2014; SILVA et al., 2018). Essa composição pode ser explorada para integrar práticas de compostagem e biodigestão, promovendo uma gestão sustentável e alinhada aos princípios da economia circular. Esta propõe a dissociação do crescimento econômico da degradação ambiental, considerando o resíduo como um recurso valioso que deve ser mantido em circulação pelo maior tempo possível (GUTBERLET; KAIN, 2021; UNEP, 2024). Em ambientes com serviço de alimentação (como o refeitório do Pacaás Novos), a alta proporção de resíduos orgânicos exige a implementação de um sistema de gestão específico, no qual a recuperação de valor, como a compostagem, se torna uma contribuição chave para a sustentabilidade, mitigando inclusive a emissão de gases de efeito estufa (GEE) como o metano (WALUYO; KHARISMA, 2023).

O percentual relativamente baixo de papel sugere um impacto positivo do programa “Governo Sem Papel” e do Decreto Nº 21.794/2017, que implementou o Sistema Eletrônico de Informações (SEI) no estado, promovendo a digitalização dos processos administrativos. Essa redução no uso de papel não apenas diminui a geração de resíduos, mas também fortalece a integração de práticas sustentáveis na gestão administrativa. A digitalização é reconhecida internacionalmente como um fator transformador que melhora a eficiência e reduz o desperdício em todas as fases do ciclo de vida dos produtos, sendo um vetor crucial para o avanço da Economia Circular (GACERE, 2025). Adicionalmente, a adoção de um modelo de governança digital em órgãos públicos, voltado para a gestão de resíduos, é apontada como uma estratégia fundamental para a concretização do conceito de cidades com lixo zero (Zero-Waste Cities) e o desenvolvimento sustentável de longo prazo (RITTL; ZAMAN; OLIVEIRA, 2025).

Já os altos percentuais de resíduos plásticos (37%) destacam a necessidade urgente de medidas que promovam mudanças comportamentais, como programas educativos sobre a redução do uso de descartáveis e a implementação de práticas de produção mais limpa. Essas ações podem incentivar a substituição de plásticos por alternativas biodegradáveis, reforçando a sustentabilidade organizacional (IBM, 2024).

A composição gravimétrica dos resíduos em volume pode ser visualizada a seguir (Figura 6).

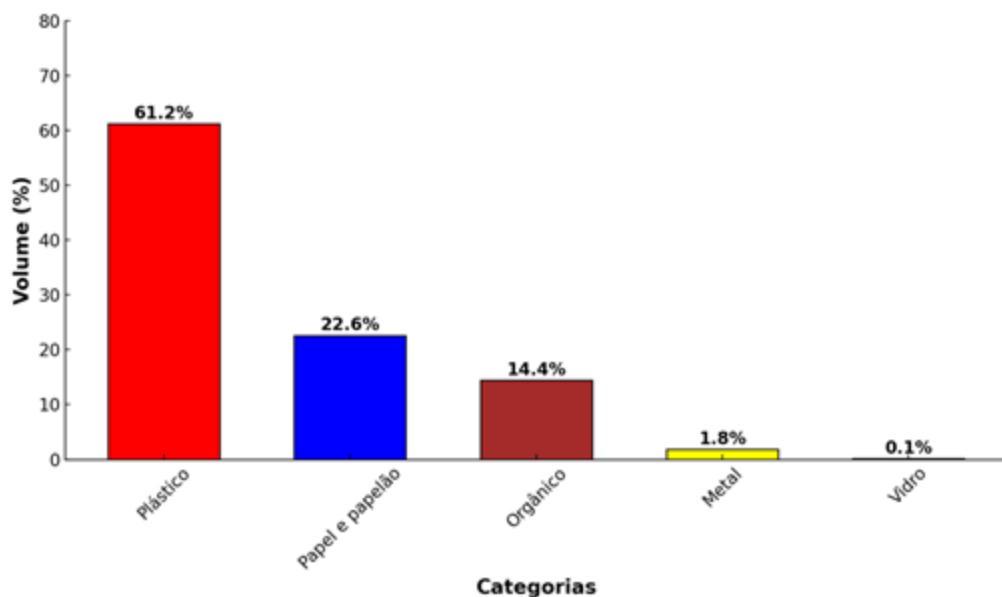


Figura 6

Composição gravimétrica dos resíduos gerados em volume percentual do Palácio Rio Madeira (PRM) no município de Porto Velho, Estado de Rondônia

Fonte: Autores, 2024

Os resíduos plásticos, que representam 61,2% do volume total, destacam-se como a maior demanda de espaço para armazenamento. Esse cenário reflete tendências globais observadas em empreendimentos com alta dependência de descartáveis, como embalagens e copos plásticos. Estudos similares realizados em centros administrativos e urbanos indicam que o plástico é a fração predominante em volume, devido à sua baixa densidade e alto consumo diário, demandando soluções específicas como compactação e substituição por materiais biodegradáveis (SILVA et al., 2018; GUTBERLET; KAIN, 2021).

A implementação de políticas públicas que restrinjam o uso de plásticos descartáveis em órgãos públicos pode potencializar os resultados de programas de manejo de resíduos, contribuindo para a redução dos volumes gerados e para a substituição de materiais não sustentáveis (GALAFASSI et al., 2021; THOMÉ; OLIVEIRA, 2019). A abordagem mais eficaz para a gestão do plástico envolve as quatro ações de Reduzir, Recusar, Reutilizar e Reciclar (4Rs: *Refuse, Reduce, Reuse, and Recycle*), sendo a mudança comportamental e a política de restrição as intervenções mais críticas para o sucesso. Além disso, o foco em alternativas sustentáveis e o desincentivo ao plástico virgem são estratégias-chave para a eliminação progressiva dos plásticos de uso único, visando a redução de impactos ambientais e a poluição (NEMA, 2023).

Além disso, os altos índices de plástico evidenciam a necessidade de integração de práticas educativas e programas de redução de descartáveis, aliados à aquisição de produtos mais sustentáveis, como copos reutilizáveis ou outros materiais menos degradantes. Tais medidas estão alinhadas aos princípios da Gestão das Cadeias de Suprimento Sustentáveis, promovendo a redução de impactos ambientais e uma maior eficiência no uso de recursos (IBM, 2024).

Os resíduos de papel, representando 22,6% do volume, apontam para oportunidades de reciclagem e reaproveitamento, fundamentais para integrar esses materiais às cadeias de suprimento sustentáveis. A coleta seletiva e a logística reversa destacam-se como estratégias eficientes para reduzir custos e promover a circularidade dos materiais, além de reduzir a demanda por novas matérias-primas. Esse reaproveitamento contribui diretamente para a economia circular, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade organizacional (GUTBERLET; KAIN, 2021).

Além disso, é possível integrar parcerias com empresas especializadas na reciclagem de papel para maximizar o reaproveitamento e ampliar a geração de renda associada à comercialização desse resíduo, contribuindo para a responsabilidade social e econômica do empreendimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos reforçam a complexidade da gestão de resíduos sólidos no Palácio Rio Madeira e a necessidade de estratégias específicas para otimizar o armazenamento, transporte e destinação final. A variação na densidade dos resíduos entre os setores, com valores mais elevados nas áreas administrativas e no refeitório, evidencia a influência da composição material na eficiência dos processos de acondicionamento e coleta.

Além disso, a disparidade volumétrica dos resíduos, especialmente a predominância de plásticos na ocupação de espaço, destaca a importância de medidas voltadas à redução do uso de descartáveis e à adoção de compactadores, visando a otimização da gestão. O fato de o bloco Pacaás Novos apresentar a maior geração em massa de resíduos, enquanto o bloco Jamari registrou o maior volume, demonstra que a gestão deve considerar as particularidades de cada setor para implementar soluções eficazes.

A análise gravimétrica confirmou que a maior parte dos resíduos gerados é composta por orgânicos, plásticos e papéis, um padrão recorrente em empreendimentos administrativos. Esse cenário reforça a importância da compostagem, da reciclagem e da implementação de programas de redução de resíduos, a fim de minimizar os impactos ambientais e promover a circularidade dos materiais.

Dessa forma, a gestão ambiental do PRM deve estar alinhada a princípios de sustentabilidade e eficiência, integrando ações de economia circular, logística reversa e substituição de descartáveis por alternativas biodegradáveis. A adoção dessas estratégias pode contribuir para a redução dos impactos ambientais e para a melhoria contínua das práticas de gerenciamento de resíduos sólidos no complexo.



AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu agradecimento à equipe da Superintendência de Gestão dos Gastos Públicos Administrativos do Governo do Estado de Rondônia (SUGESPE) pelo apoio institucional e pela disponibilização de pessoal para a separação dos materiais, uma etapa fundamental para a realização deste estudo. Agradecem também à equipe da Secretaria de Obras e Serviços Públicos do Governo do Estado de Rondônia (SEOSP) pela colaboração técnica prestada ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro, essencial para a viabilização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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.

BRASIL, 2010. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CAJAIBA, R. L.; SILVA, W. B. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de escolas pública da zona urbana e rural do município de Uruará, PA. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, 11(2), 01-06, 2016.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEMA). Cartilha de orientações: estudo gravimétrico de resíduos sólidos urbanos / Fundação Estadual do Meio Ambiente. --- Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2019.

GACERE. Circular Economy and Digitalization - Working Paper, 2025.

GALAFASSI, G. P.; PIRES, A.; RIBEIRO, M. Políticas públicas e a gestão de resíduos plásticos no Brasil: análise e perspectivas. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 15, n. 3, p. 89-104, 2021.

GUTBERLET, J.; KAIN, J.-H. Participatory waste management for sustainable environmental governance. *Environmental Science & Policy*, v. 56, p. 165-174, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.10.003>. Acesso em: 7 dez. 2024.

GUTBERLET, J.; KAIN, J.-H. Participatory waste management for sustainable environmental governance. *Environmental Science & Policy*, v. 56, p. 165-174, 2021.

HUNTER, J. D. Matplotlib: A 2D Graphics Environment. *Computing in Science & Engineering*, v. 9, n. 3, p. 90-95, 2007.

IBAM – Instituto Brasileiro De Administração Pública. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro, RJ, 2001.

IBM. O que é gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos? Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/sustainable-supply-chain-management>. Acesso em: 7 dez. 2024.

KUBANZA, N. S. Analysing the challenges of solid waste management in low-income communities in South Africa: a case study of Alexandra, Johannesburg. *South African Geographical Journal*, 107(2), 169-189, 2025.



LEITE, P. R.; FERNANDES, S. C.; REBELATO, M. Gestão da cadeia de suprimentos sustentável: um estudo sobre práticas ambientais em empresas brasileiras. *Revista de Administração*, v. 51, n. 3, p. 255-267, 2016.

MENEZES, R. O.; CASTRO, S. R.; SILVA, J. B. G.; TEIXEIRA, G. P.; SILVA, M. A. M. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24, 271-282, 2019.

MORAIS, P. D.; COSTA, T. V.; SEABRA FILHO, G. Q. Caracterização dos resíduos sólidos do município de São José de Espinharas (PB). *R. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v.16, n.41, p.163-176, Ed. Especial. 2020.

NAGALLI, A.; GERALDO FILHO, P. R.; BACH, N. S. Densidade aparente média de resíduos sólidos coletados em uma obra portuária. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 9(19), 2020.

NEMA. National Strategy For Management Of Plastic Pollution. Kampala: National Environment Management Authority, 2023

OLIVEIRA, C. F. S. et al. Caracterização de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte. *Revista DAE*, São Paulo, v. 70, n. 236, p. 52-66, abr./jun. 2022.

RAM, M.; BRACCI, E. Waste Management, Waste Indicators and the Relationship with Sustainable Development Goals (SDGs): A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 16(19), 8486, 2024.

RITTL, L. G. F.; ZAMAN, A.; OLIVEIRA, F. H. Digital Transformation in Waste Management: Disruptive Innovation and Digital Governance for Zero-Waste Cities in the Global South as Keys to Future Sustainable Development. *Sustainability*, 17(4), 1608, 2025.

SAMREEN, S.; AGARWAL, M. K.; GAUTAM, A. K.; KHAJANCHI, Y. Comprehensive review of solid waste management strategies and disposal approaches. *Multidisciplinary Reviews*, 6, 2023.

SANTOS, F. R.; ALMEIDA, C. M. Compactação de resíduos sólidos urbanos: análise dos benefícios logísticos e econômicos. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 1, p. 99-106, 2018.

SANTOS, M. F. et al. Análise gravimétrica de resíduos sólidos: um estudo de caso em uma escola municipal de Caruaru-PE. In: Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. 2014. p. 268-275. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca>. Acesso em: 7 dez. 2024.

SEMASA (Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André). Estudo Gravimétrico de Resíduos Sólidos Domiciliares e Equiparáveis: Relatório Final. Santo André: Semasa, 2024.

SILVA, A. C. et al. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 4, p. 729-738, 2018.

SILVA, G. P. C.; ASSUNÇÃO, F. P. D. C.; PEREIRA, D. O.; FERREIRA, J. F. H.; MATHEWS, J. C.; SANDIM, D. P. R., ... & MACHADO, N. T. Analysis of the Gravimetric Composition of Urban Solid Waste from the Municipality of Belém/PA. *Sustainability*, v. 16, n. 13, p. 5438, 2024.

SILVA, M. S. C. et al. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Manaus – AM. Seven Editora, v. 23, p. 74-81, 2022.

SOUZA, A. N.; ALMEIDA, C. M. Otimização da coleta de resíduos sólidos urbanos por meio da compactação. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 1, p. 99-106, 2018.

THOMÉ, A. M. T.; OLIVEIRA, U. Políticas públicas para redução do uso de plásticos descartáveis: um estudo comparativo. *Revista de Políticas Públicas Sustentáveis*, v. 10, n. 1, p. 45-63, 2019.



UNEP. Global Waste Management Outlook 2024. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2024.

VEGA, C. A.; BENÍTEZ, S. O.; BARRETO, M. E. R. Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste Management*, v. 28, suppl. 1, p. S21-S26, 2008.

VIEIRA; D. C. R.; FIORE, F. A. Caracterização de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte. *Revista DAE*, São Paulo, v. 70, n. 236, p. 52-66, abr./jun. 2022.

WALUYO KHARISMA, D. B. Circular economy and food waste problems in Indonesia: Lessons from the policies of leading Countries. *Cogent Social Sciences*, 9(1), 2202938, 2023.

AmeliCA

Disponível em:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/274/2745507013/2745507013.pdf>

[Como citar este artigo](#)

[Número completo](#)

[Mais informações do artigo](#)

[Site da revista em portal.amelica.org](#)

AmeliCA

Ciência Aberta para o Bem Comum

Cézar Di Paula da Silva Pinheiro, Priscylla Lustosa Bezerra,
Carlos Elias de Souza Braga

**Gestão ambiental sustentável em complexos administrativos:
análise da composição de resíduos sólidos**
**Sustainable environmental management in
administrative complexes: analysis of the composition of
solid waste**

Revista Presença Geográfica

vol. 12, núm. 2, 2025

Fundação Universidade Federal de Rondônia, Brasil

rpgeo@unir.br

ISSN-E: 2446-6646



CC BY 4.0 LEGAL CODE

Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.