

Parâmetros quantitativos de produção de materiais recicláveis: ASMARE E UNICICLA

Quantitative parameters for the production of recyclable materials: ASMARE AND UNICICLA

1. Uilmer Rodrigues Xavier da Cruz <https://orcid.org/0000-0002-2489-7655>
1. Universidade Federal de Minas Gerais  Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
2. Ricardo Alexandrino Garcia <https://orcid.org/0000-0001-7144-9866>
2. Universidade Federal de Minas Gerais  Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Autor de correspondência: uilmer@ufmg.br

RESUMO

O estudo busca identificar os principais fatores que influenciam as disparidades entre as duas cooperativas, oferecendo uma visão detalhada sobre como a gestão eficiente dos resíduos sólidos, aliada a políticas públicas eficazes, pode maximizar o desempenho financeiro das iniciativas de reciclagem. O objetivo geral do trabalho é compreender as causas dessas disparidades e propor soluções que possam auxiliar cooperativas menores, como a UNICICLA, a alcançar maior eficiência operacional. A relevância do estudo reside na possibilidade de otimizar a gestão dos resíduos sólidos urbanos e contribuir para a sustentabilidade ambiental. A metodologia utilizada inclui a análise comparativa de dados financeiros e operacionais baseados nos dados mensais de venda de materiais recicláveis lançados no sistema Placar da Reciclagem¹ em consonância com as notas fiscais emitidas pelas duas cooperativas de catadores de materiais recicláveis, levando em consideração variáveis como sazonalidade, localização, apoio governamental e conscientização da população. Em conclusão, a análise revela que a ASMARE mantém sua arrecadação estável devido ao seu apoio estrutural e logístico, enquanto a UNICICLA, com menos recursos, enfrenta grandes desafios que podem ser superados com investimentos em infraestrutura e políticas públicas mais inclusivas.

Palavras-chave: Cooperativas de reciclagem. Resíduos sólidos. Arrecadação financeira. Políticas públicas.

ABSTRACT

The study seeks to identify the main factors influencing the disparities between the two cooperatives, offering a detailed view of how efficient solid waste management, combined with effective public policies, can maximize the financial performance of recycling initiatives. The general objective of the paper is to understand the causes of these disparities and propose solutions that can help smaller cooperatives, like UNICICLA, achieve greater operational efficiency. The relevance of the study lies in its potential to optimize the

¹ Programa de computador registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial - BR5120240018492.

management of urban solid waste and contribute to environmental sustainability. The methodology used includes comparative analysis of financial and operational data based on monthly data on the sale of recyclable materials released in the Placar da Reciclagem system in line with the invoices issued by the two cooperatives of recyclable material collectors, taking into account variables such as seasonality, location, government support and population awareness. In conclusion, the analysis reveals that ASMARE maintains stable revenue due to its structural and logistical support, while UNICICLA, with fewer resources, faces significant challenges that could be overcome through investments in infrastructure and more inclusive public policies.

Keywords: Recycling cooperatives. Solid waste. Financial revenue. Public policies.

Introdução

A ciência de dados tem se consolidado como um campo interdisciplinar, unindo especialistas de diversas áreas para lidar com desafios impostos por grandes volumes de dados complexos. Profissionais como matemáticos, cientistas da computação, biólogos, economistas, geógrafos, e até advogados, colaboram na criação de soluções baseadas em dados, fornecendo respostas mais eficazes para problemas sociais, econômicos e ambientais. A convergência dessas áreas é fundamental, pois permite a criação de abordagens que interpretam dados de forma holística e assertiva, principalmente em áreas como a gestão de resíduos sólidos no intuito de tomada de decisões.

Nesse contexto, o "*Big Data*" tem um papel crucial ao permitir a análise de dados volumosos e variados, que, além de focar no tamanho, considera a complexidade estrutural e as capacidades computacionais necessárias para extraí-los. Essa análise envolve processos de ETL (extração, transformação e carga), modelagem, visualização e uso de algoritmos preditivos. Esses elementos possibilitam o desenvolvimento de políticas mais precisas e informadas, especialmente no campo ambiental, como na reciclagem de resíduos sólidos urbanos (RSU), onde as cooperativas desempenham papel fundamental.

A análise de dados complexos em escala global vem transformando a forma como lidamos com problemas socioambientais. Especificamente, a caracterização quali-quantitativa dos resíduos é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e para a melhoria das operações de cooperativas de reciclagem. Nesse sentido, cooperativas como ASMARE e UNICICLA, que operam em contextos geográficos

distintos, enfrentam desafios relacionados à infraestrutura e à sazonalidade, o que impacta diretamente sua arrecadação e sustentabilidade financeira.

O problema identificado neste estudo refere-se às disparidades na arrecadação financeira das cooperativas de reciclagem ASMARE, localizada em uma cidade grande – Belo Horizonte², e UNICICLA³, situada em uma cidade pequena – Nova União⁴, ambas no Estado de Minas Gerais. Fatores como infraestrutura, apoio governamental e conscientização pública afetam diretamente a capacidade de ambas as cooperativas de coletar e processar materiais recicláveis, resultando em diferenças significativas na arrecadação anual.

A metodologia adotada neste trabalho envolve a análise comparativa das arrecadações financeiras das cooperativas ASMARE e UNICICLA, com base nos dados mensais de venda de materiais recicláveis lançados no sistema Placar da Reciclagem em consonância com as notas fiscais emitidas pelas duas cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Sendo que os dados eram lançados diariamente quando os materiais davam saída nas cooperativas mencionadas na seguinte pesquisa.

O software placar da reciclagem foi desenvolvido em Php, banco de dados Mysql e tem o principal intuito de converter materiais recicláveis em recursos naturais poupados através de um protocolo de comunicação da balança interligado diretamente ao banco de dados. Vale ressaltar que os dados convertidos utilizam os parâmetros quantitativos e científicos da tabela abaixo e em anexo⁵.

² Belo Horizonte é um município brasileiro e a capital do estado de Minas Gerais. Sua população é de 2.315.560 habitantes, segundo o censo de 2022, sendo o sexto município mais populoso do país, o terceiro da Região Sudeste e o primeiro de seu estado. Com uma área de aproximadamente 331 km². Fonte: IBGE Cidades - Panorama». Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Consultado em 17 de dezembro de 2024.

³ Nova União é um município brasileiro do estado de Minas Gerais, pertencente à Região Metropolitana de Belo Horizonte. Sua população estimada em 2019 foi de 5.725 habitantes. Possui uma área de 172,131 km². Fonte: IBGE Cidades - Panorama». Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Consultado em 17 de dezembro de 2024.

⁴ Vale ressaltar que os dados são comparativos, óbvio que quanto maior o contingente populacional, poder de compra reflete diretamente no quantitativo de resíduos sólidos urbanos, como nos ensina Milton Santos.

⁵ Tais dados podem ser melhor visualizados no seguinte link: <https://placardareciclagem.task.com.br/>

Tabela 1 – 1 tonelada de alumínio, vidro, papel, plástico e aço⁶

	RECURSOS NATURAIS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE 1 TONELADA DE CADA RESÍDUO											
	Red. Poluição		Água (L)			Energia (Kwh)			Recursos Naturais (ton)			
	Ar	Água	Utilizada	Poupada	%	Utilizada	Poupada	%	Material	Utiliza	Poupa	%
ALUMÍNIO	95%	97%				17.600	16.900	96%	bauxita	5,00	5,00	100%
									areia (58%)	0,696	0,271	39%
VIDRO	20%	50%				4.830	0,640	4,00%	barrilha (19%)	0,228	0,088	39%
									calcario (17%)	0,204	0,079	39%
									feldspato (6%)	0,072	0,028	39%
PAPEL	74%	35%	100.000	98.000	98%	4.980	3.510	70%	árvore		30,00	
									petróleo (barril)		2,50	
PLÁSTICO						6.740	5.300	79%	petróleo (barril)		6,30	
									ferro		1,14	
AÇO	85%	76%	10.000	4.000	40%	6.840	5.060	74%	Cal		0,018	
									carvão mineral		0,155	

Fonte: Organizado pelos autores (2024).

A pesquisa considera fatores sazonais, logísticos e socioeconômicos que influenciam a coleta e o processamento de resíduos, além de realizar uma caracterização dos materiais recicláveis de ambas as cooperativas que foram analisados no espaço temporal de janeiro a agosto de 2024.

Para compor o excerto teórico foram utilizadas as principais bases de dados de trabalhos acadêmicos como o Google Acadêmico, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES, que a partir de 68 trabalhos lidos entre janeiro a agosto de 2024, com as seguintes palavras-chave: Ciência de dados e meio ambiente, gravimetria de resíduos sólidos urbanos. Sendo que a infinidade de produções acadêmicas-científicas localizadas, foram minuciosamente “curadas” e aquelas que apresentavam a maior sinergia com a discussão apresentada na pesquisa em epígrafe.

O objetivo geral deste estudo é comparar o desempenho financeiro das cooperativas ASMARE e UNICICLA, a partir da análise de suas arrecadações com a venda de materiais recicláveis. Os objetivos específicos incluem: i) identificar os fatores sazonais que afetam a arrecadação de cada cooperativa; ii) analisar o impacto da infraestrutura e do apoio governamental na sustentabilidade financeira das cooperativas; iii) sugerir melhorias

⁶ É importante destacar que os dados observados acima são baseados em informações divulgadas pelos seguintes órgãos: Petrobrás; Organização Nacional da Indústria do Petróleo (ONIP); Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT); Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT501); PUC – Paraná – Educação Ambiental/Benefícios da Reciclagem; WEB-RESOL – Curiosidades; ABIVIDRO; AMBIENTEBRASIL – Resíduos Sólidos; Eletrobrás; IBGE; Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); Portal Naval – Conversão Petróleo e Gás e; Embrapa – Cultivo de Eucalipto.

para aumentar a eficiência operacional e financeira da UNICICLA e IV) apresentar os dados convertidos pelo software Placar da Reciclagem.

A relevância deste trabalho reside na sua contribuição para o debate sobre a gestão de resíduos sólidos e o papel das cooperativas de reciclagem em diferentes contextos socioeconômicos, populacionais e geográficos. Ao comparar duas realidades distintas, o estudo fornece ideias para a formulação de políticas públicas que possam auxiliar na sustentabilidade financeira de cooperativas menores, como a UNICICLA, além de destacar a importância de investimentos em infraestrutura, parcerias dos setores públicos, privados e a conscientização pública.

A ciência de dados e o meio ambiente

A ciência de dados tem se consolidado como um campo interdisciplinar, reunindo profissionais de diversas áreas, como cientistas da computação, matemáticos, estatísticos e especialistas nos problemas em análise, médicos e sanitaristas. Além disso, inclui biólogos, economistas, geógrafos e até advogados, entre outros, formando equipes que colaboram no desenvolvimento de soluções orientadas por dados (SALDANHA *et al.*, 2021). Essa convergência é essencial para se enfrentar os desafios apresentados por grandes e complexas bases de dados, uma das características fundamentais do que se entende por Ciência de dados.

Sendo assim, observa-se que o “*Big data*” se configura como um dos componentes cruciais desse campo, focando não apenas no volume de dados, mas também em sua complexidade estrutural (variedade) e nas capacidades computacionais necessárias para sua análise (GANDOMI E HAIDER, 2015). A gestão de dados envolve uma série de etapas, como extração, transformação e carga (ETL), além de modelagem, visualização e a implementação de algoritmos para fins descritivos e preditivos (SALDANHA *et al.*, 2021). Em suma, a essência do “*Big data*” está em permitir a extração de informações a partir de dados complexos e variados, habilitando decisões embasadas e mais precisas. A crescente complexidade dos dados decorre de uma multiplicidade de fontes e variáveis inter-relacionadas, bem como das interações sociais, econômicas e políticas (ARAÚJO, 2018; GANDOMI E HAIDER, 2015; SALDANHA *et al.*, 2021).

Na sociologia, os conceitos de classe social, tão utilizados no debate político e acadêmico, ajudam a organizar grandes categorias populacionais, mas simplificam realidades complexas. Termos como “pobre” ou “elite” são amplamente utilizados para classificar grupos sociais, enquanto abordagens teóricas, como as de Marx, Durkheim e Weber, proporcionam uma base conceitual para discutir as dinâmicas de estratificação social (SALDANHA *et al.*, 2021).

Por outro lado, autores como Bourdieu ampliaram esse debate ao introduzir o conceito de capital cultural, deslocando a análise das classes da esfera da produção para o consumo, destacando as distinções de valores, hábitos e padrões de consumo. Embora alguns desses conceitos possam ser operacionalizados em dados sociodemográficos, como variáveis objetivas que aparecem em censos e inquéritos, outros aspectos, como identidade de classe e prestígio social, são mais difíceis de capturar por meio de questionários padronizados (SALDANHA *et al.*, 2021).

Nesse sentido, a partir da análise multidimensional desses dados, emergem fenômenos sociais mais amplos, como a estratificação e as desigualdades, que são observados com maior clareza nas análises integradas de grandes volumes de dados. Para isso, são essenciais as técnicas estatísticas avançadas e a infraestrutura computacional disponível, que permitem a coleta, o armazenamento e a análise de uma enorme quantidade de informações (SALDANHA *et al.*, 2021). Esse tipo de análise não apenas aumenta a compreensão dos fenômenos sociais, mas também contribui para a formulação de políticas públicas mais eficazes e informadas por evidências.

No caso das ciências da natureza, o aumento de dados geralmente exige maiores capacidades computacionais ou a criação de métodos mais eficientes para lidar com grandes volumes de informações. Os autores afirmam que, no entanto, a aplicação do “*Big data*” nas ciências sociais e na saúde pública introduz uma nova abordagem metodológica: a capacidade de se realizar uma ciência orientada por dados, onde padrões e associações podem ser descobertos a partir de análises exploratórias, sem a necessidade de hipóteses prévias (SALDANHA *et al.*, 2021). Isso abre caminho para novas descobertas e ideias, especialmente em áreas como meio ambiente ou do estudo de comportamentos sociais.

Nesse contexto, o “*Big data*” tem se mostrado especialmente promissor, oferecendo uma base sólida para a tomada de decisões baseadas em evidências. A capacidade de analisar grandes volumes de dados ambientais em tempo real facilita a gestão de recursos naturais, a preservação de ecossistemas e a formulação de políticas sustentáveis. Contudo, é crucial também examinar as implicações ambientais do próprio uso do *big data*, como o impacto do consumo de energia e recursos necessários para o processamento desses dados (TOLLE *et al.*, 2009).

A interseção entre ciência de dados e educação ambiental (EA) é outro campo que tem ganhado relevância, principalmente com a crise ambiental que o planeta enfrenta. A EA, com seu foco na conscientização e na disseminação de informações ambientais, tem encontrado na ciência de dados uma aliada para aprimorar suas práticas (ARAÚJO, 2018). Bibliotecários, por exemplo, desempenham um papel central ao mediar o acesso a informações ambientais, contribuindo para a formação de uma consciência crítica e para a implementação de ações que visem a reduzir os impactos negativos da sociedade no meio ambiente (ARAÚJO, 2018 APUD NARA & CONDURÚ, 2021).

Assim, o potencial do *big data* e da ciência de dados vai além da análise técnica: essas ferramentas têm o poder de transformar a forma como lidamos com questões complexas, desde a estratificação social até os desafios ambientais. Ao integrar essas abordagens em políticas públicas e estratégias globais, há uma oportunidade de enfrentar problemas contemporâneos com maior precisão e eficácia (ARAÚJO, 2018). É o caso dos Resíduos Sólidos Urbanos, que, quando têm seus dados analisados profundamente, permite que sejam geradas informações e conclusões importantes sobre o nicho da reciclagem e do meio-ambiente, e até mesmo sobre a sociedade, de forma geral.

A gravimetria de resíduos sólidos urbanos

Entre 2012 e 2022, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil aumentou 11%, passando de 62,7 milhões para 81,8 milhões de toneladas. O aumento per capita foi de 348 kg para 380 kg ao ano, o que equivale a 1,04 quilos diários de resíduos por habitante (ABRELPE/IBGE, 2022). Esse crescimento exponencial na geração de resíduos

destaca a necessidade urgente de uma gestão mais eficaz e sustentável desses materiais, especialmente diante dos desafios de infraestrutura enfrentados pelas cooperativas de reciclagem.

Por outro lado, a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), juntamente com a Lei nº 12.300/2006, que estabelece a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), fornecem o arcabouço legal para a gestão de resíduos no Brasil (BRASIL, 2012). Essas legislações exigem que os municípios elaborem o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que visa orientar a administração dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos. No entanto, a efetiva implementação dessas políticas depende de uma série de fatores, incluindo a infraestrutura e o nível de desenvolvimento econômico de cada localidade.

Nesse sentido, a análise da arrecadação financeira de cooperativas como ASMARE e UNICICLA, que será realizada no próximo capítulo, revela o impacto direto de fatores sazonais, logísticos e contextuais na capacidade de coleta e processamento de materiais recicláveis. A ASMARE, beneficiada por sua localização em uma grande cidade, contingente populacional imenso e pelo apoio governamental oriundos dos governos progressistas de 2002 a 2016⁷, mantém uma arrecadação estável ao longo do ano, mesmo durante períodos de menor produção. Já a UNICICLA, situada em uma cidade de pequeno porte, enfrenta maiores oscilações em sua arrecadação, reflexo da menor oferta de resíduos e da falta de infraestrutura tecnológica, parcerias público/privado e de apoio governamental, principalmente da prefeitura local. A disparidade entre essas duas cooperativas evidencia o papel crucial de políticas públicas no desenvolvimento e na sustentabilidade das cooperativas de reciclagem.

Além disso, uma gestão eficiente dos resíduos sólidos começa com sua correta caracterização, um processo que envolve a análise gravimétrica dos materiais, conforme já observado. Essa análise permite não apenas uma melhor compreensão da quantidade e da qualidade dos resíduos gerados, mas também auxilia na identificação de oportunidades para o aproveitamento comercial dos materiais recicláveis e da fração

⁷ No atual momento as cooperativas pelo Brasil estão agonizando devido à falta de investimentos nos últimos 8 anos, constante queda no valor de venda dos materiais, período de pandemia, internacionalização de resíduos provindos de outros países. Sendo que os primeiros editais e recursos estão começando a surgir exatamente em 2024.

orgânica, que pode ser utilizada para a produção de compostos orgânicos (IBAM, 2001). As cooperativas que operam com base em informações detalhadas sobre a composição gravimétrica dos resíduos têm maior sucesso em otimizar suas operações, como é o caso da ASMARE, que possui acesso a dados precisos e conta com infraestrutura adequada para processar grandes volumes de materiais⁸.

Nesse contexto, o processo de triagem desempenha um papel fundamental. A triagem consiste na separação de materiais recicláveis com base em suas características físicas e químicas, sendo essa uma etapa essencial na cadeia de reciclagem (Ministério das Cidades, 2010). Ademais, a composição gravimétrica dos RSU, que mede o percentual de cada material presente nos resíduos, tem um impacto direto na viabilidade econômica das cooperativas. Estudos demonstram que cerca de metade dos RSU no Brasil é composta por resíduos domiciliares e embalagens diversas, com uma porcentagem significativa de matéria orgânica e rejeitos (CEMPRE, 2019).

As cooperativas que conseguem realizar esse processo de maneira mais eficiente, como é o caso da ASMARE, apresentam uma vantagem significativa em termos de arrecadação e sustentabilidade financeira. Por outro lado, a falta de investimentos em infraestrutura de triagem, especialmente para cooperativas de menor porte como a UNICICLA, limita a capacidade de maximizar a coleta e o processamento de materiais recicláveis, afetando negativamente a arrecadação.

A elevada porcentagem de rejeitos, que alcança cerca de 24%, evidencia a necessidade de melhorias no processo de separação de resíduos pela população e no sistema de triagem. O aumento da eficiência na coleta seletiva e na triagem poderia resultar em um incremento significativo na arrecadação das cooperativas, especialmente para aquelas que enfrentam dificuldades financeiras, como a UNICICLA.

As variações na composição e na quantidade de resíduos gerados, decorrentes de fatores como sazonalidade, estilo de vida e condições socioeconômicas, também

⁸ Ressaltamos que a cooperativa ASMARE sofreu um incêndio em 2020 afetando drasticamente sua estrutura de banheiro, salas e central de triagem, ou seja, sua estrutura física de alvenaria. A ASMARE é a primeira iniciativa de cooperativismo no Brasil, devido a sua história e por estar localizada na região central de Belo Horizonte a produção e obtenção de materiais recicláveis é constante. Na qual encontra-se funcionando seu setor de fardamento, triagem e prensamento de materiais. O que faz com que a cooperativa continue mantendo seus padrões altos de coleta e produção mesmo acontecendo um evento adverso grave.

influenciam o desempenho das cooperativas (OZCAN *et al.*, 2016). A UNICICLA, por exemplo, localizada em uma cidade menor, enfrenta uma menor geração de resíduos recicláveis devido à baixa densidade populacional e à falta de programas robustos de coleta seletiva. Esse cenário contrasta com o da ASMARE, que se beneficia de uma população maior e de uma infraestrutura mais avançada, o que lhe permite uma arrecadação significativamente maior. A gravimetria, ao identificar as principais frações de resíduos e sua viabilidade comercial, torna-se um instrumento essencial para a gestão integrada dos RSU e para a elaboração de programas de reciclagem mais eficazes (STREB *et al.*, 2004).

Como observado, portanto, gravimetria é um método fundamental para entender a proporção dos diferentes materiais presentes nos resíduos, contribuindo diretamente para a otimização dos planos de gerenciamento e para o estímulo à coleta seletiva. No entanto, como apontado por Baccan *et al.* (2009), a análise gravimétrica também apresenta desvantagens, como o tempo gasto na execução e a suscetibilidade a erros acumulativos devido à complexidade do processo.

A atribuição de valor agregado aos resíduos, seja por meio da reciclagem ou da reutilização, é uma estratégia amplamente recomendada por especialistas. Para que essa valorização seja eficaz, é essencial que as características quali-quantitativas dos resíduos sejam devidamente identificadas. Esse processo varia em função de fatores como aspectos sociais, econômicos, culturais e geográficos da comunidade (RIBEIRO *et al.*, 2014).

O planejamento da gestão de resíduos deve, portanto, começar pela classificação e quantificação dos materiais gerados. Rezende *et al.* (2013) argumentam que o conhecimento da composição física dos resíduos, incluindo o peso específico, é crucial para a escolha da melhor destinação para cada tipo de material, otimizando a segregação dos resíduos na fonte geradora.

A análise gravimétrica, portanto, não se restringe apenas à caracterização física dos resíduos, mas também envolve uma série de propriedades que influenciam diretamente no comportamento dos materiais, como a porosidade, umidade e densidade aparente (HABITZREUTER, 2008). O entendimento detalhado dessas características permite que

os gestores elaborem estratégias mais eficientes para o tratamento e destinação final dos resíduos, maximizando o aproveitamento dos materiais recicláveis e minimizando os impactos ambientais. Além disso, como apontam Quijada e Soto Córdova (2008), a análise da composição gravimétrica é essencial para o cálculo da capacidade necessária para armazenagem e disposição dos resíduos gerados em diferentes regiões.

A coleta seletiva, como destacam Teixeira Junior *et al.* (2012), é um dos instrumentos mais eficazes de gestão de resíduos sólidos, pois promove a destinação adequada dos materiais, reduzindo o volume de rejeitos e aumentando a taxa de recuperação de recicláveis. Essa prática é particularmente relevante para cooperativas de reciclagem como a ASMARE e a UNICICLA, que dependem diretamente da comercialização dos resíduos recicláveis para sustentar suas operações. A UNICICLA, por exemplo, enfrenta desafios na obtenção de materiais recicláveis de alto valor agregado, como alumínio e papelão, o que limita sua arrecadação financeira em comparação à ASMARE, localizada em uma cidade maior com uma coleta seletiva mais estruturada.

As questões socioeconômicas também desempenham um papel importante na geração e composição dos resíduos. Uma ferramenta importante para analisar o desenvolvimento humano e sua relação com a produção de resíduos é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). No Brasil, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro adaptaram o IDH global para calcular o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para todos os municípios brasileiros (PNUD, 2013). Pesquisas indicam que municípios com maior IDH tendem a gerar mais resíduos per capita, devido ao maior consumo e à presença de um setor produtivo mais robusto. Em Belo Horizonte, por exemplo, a correlação entre geração de RSU, população e renda per capita é evidente, mostrando que áreas mais urbanizadas e com maior poder aquisitivo produzem mais resíduos (PISANI *et al.*, 2017).

Em um estudo realizado em Santa Maria, Habitzreuter (2008) observou que a massa de resíduos coletados varia significativamente entre regiões de diferentes níveis socioeconômicos, com áreas mais pobres gerando uma maior quantidade de resíduos orgânicos. Um estudo semelhante em Salinas, Minas Gerais, revelou que setores com

famílias de maior poder aquisitivo tendem a gerar mais materiais recicláveis, enquanto os setores periféricos, com menor nível de renda e instrução, apresentam uma maior concentração de resíduos orgânicos (COSTA *et al.*, 2012). Esses dados reforçam a importância de políticas públicas voltadas para a educação ambiental e a implementação de programas de coleta seletiva que considerem as particularidades de cada região.

O estudo da composição gravimétrica também permite comparações entre diferentes regiões e países, destacando a correlação entre o desenvolvimento econômico e a geração de resíduos. Economias mais avançadas tendem a produzir mais resíduos per capita devido ao maior consumo e à maior industrialização (RIBEIRO *et al.*, 2014).

Essa relação é confirmada por Martínez (2015), que aponta que grandes cidades produzem significativamente mais resíduos sólidos do que cidades menores, o que reflete as diferenças no estilo de vida, consumo e infraestrutura. As análises gravimétricas, portanto, são essenciais para adaptar as políticas de gestão de resíduos às realidades locais, garantindo que as estratégias adotadas sejam eficazes tanto para grandes centros urbanos quanto para pequenas localidades.

Em resumo, a caracterização qualiquantitativa dos resíduos sólidos é um instrumento essencial para a gestão integrada de resíduos, permitindo o desenvolvimento de políticas mais justas e eficientes para a coleta, tratamento e disposição final dos materiais. As análises gravimétricas oferecem uma visão detalhada das características dos resíduos, facilitando a implementação de programas de coleta seletiva e a valorização econômica dos materiais recicláveis. Ao mesmo tempo, essas análises destacam as disparidades regionais e socioeconômicas que influenciam a geração de resíduos, ressaltando a necessidade de políticas públicas que promovam a equidade e a sustentabilidade ambiental em todas as regiões do país.

A análise da composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é amplamente reconhecida como fundamental para a avaliação e formulação de estratégias de gestão de resíduos. A partir desse conhecimento, é possível tomar decisões mais acertadas sobre a minimização dos resíduos na fonte, reciclagem, reutilização, tratamento e disposição final. No México, por exemplo, estudos revelam

que a gestão de resíduos é marcada por uma fragmentação territorial significativa, o que resulta em disparidades na cobertura de coleta e nas práticas de disposição final, que favorecem as grandes cidades em detrimento das localidades menores (MARTÍNEZ, 2015).

A concentração de melhores práticas de gestão de resíduos nas áreas urbanas com mais de cem mil habitantes reflete uma organização territorial desigual, em que o acesso a instrumentos econômicos de política pública é limitado para regiões de menor porte. Os instrumentos financeiros voltados para a gestão de resíduos, muitas vezes, beneficiam apenas municípios que operam com esquemas de economias de escala, como contratos de concessão ou licitação para empresas privadas, o que reforça as desigualdades territoriais. A cobertura de coleta e o manejo ambiental tendem a ser mais eficientes em cidades de médio e grande porte, enquanto as pequenas localidades enfrentam desafios consideráveis nesse aspecto (MARTÍNEZ, 2015).

No entanto, a análise da composição e do volume dos resíduos gerados nessas diferentes regiões é crucial para relativizar essas disparidades. A produção de resíduos, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, varia significativamente entre grandes centros urbanos e áreas rurais, refletindo diferenças nos hábitos de consumo e no acesso a serviços de gestão de resíduos. Além disso, a regulamentação no México, que constitui o principal instrumento de política pública na gestão de resíduos, mostra-se insuficiente em nível estadual e municipal. Apenas 20% dos municípios mexicanos possuem regulamentos específicos sobre resíduos, e pouco mais de 10% têm programas de gestão de resíduos implementados (MARTÍNEZ, 2015).

Esse cenário revela a dificuldade dos municípios em apropriar-se dos instrumentos de planejamento necessários para enfrentar os desafios da gestão de resíduos. A descentralização das responsabilidades no setor de resíduos, sem o devido fortalecimento institucional e orçamentário dos governos locais, tem resultado em uma gestão ineficaz (MARTÍNEZ, 2015). Como aponta Padioleau (1989), o Estado Central enfrenta o desafio de prosseguir com estratégias de adaptação em um contexto de dependência das periferias administrativas, que carecem de autonomia para tomar decisões e administrar seus próprios recursos de maneira eficiente.

A ingovernabilidade que caracteriza a gestão de resíduos no México levanta questões sobre a sustentabilidade do modelo de gestão atual e sua replicabilidade em países em desenvolvimento. O que emerge desse cenário é uma reflexão sobre os limites operacionais e as contradições do modelo de gestão de resíduos, que se apresenta como uma estratégia sustentável, mas que, na prática, tem dificuldades em se adaptar às realidades locais. As disparidades territoriais observadas no México são um reflexo das vulnerabilidades socioeconômicas e das fragilidades institucionais que afetam a gestão de resíduos em países em desenvolvimento (MARTÍNEZ, 2015).

Nesse contexto, cabe questionar se a Gestão Integral de Resíduos Sólidos Urbanos (GIRSU) nos países em desenvolvimento pode ser vista como um "urbanismo subalterno", conforme proposto por Roy (2011). Esse conceito sugere que a gestão de resíduos em contextos de precariedade, pobreza e vulnerabilidades apresenta características e mecanismos específicos, distintos daqueles observados em países ricos (MARTÍNEZ, 2015).

A análise da política pública de gestão de resíduos no México, portanto, traz à tona questões mais amplas sobre a adequação das estratégias de sustentabilidade para diferentes contextos territoriais e socioeconômicos. As disparidades na gestão de resíduos entre as grandes cidades e as localidades menores refletem as desigualdades mais profundas que permeiam a distribuição de recursos e a capacidade de gestão dos governos locais. Além disso, a falta de continuidade e apropriação das políticas estabelecidas em nível nacional pelos municípios revela uma incoerência na implementação dessas políticas.

Em suma, a análise da gestão de resíduos no México destaca a necessidade de repensar as estratégias de descentralização e empoderamento dos governos locais, garantindo que eles tenham os recursos e a capacidade necessários para implementar políticas de resíduos eficazes. A partir dessa reflexão, é possível considerar alternativas para uma gestão mais inclusiva e equitativa, que leve em conta as realidades locais e as especificidades territoriais, contribuindo para a construção de um modelo de sustentabilidade verdadeiramente adaptado às necessidades e desafios dos países em desenvolvimento.

Análise de gráficos: pequena e grande produção

A reciclagem tem se consolidado como uma prática essencial no cenário ambiental global, promovendo a sustentabilidade e a redução de resíduos. No entanto, a eficácia das iniciativas de reciclagem pode variar amplamente de acordo com fatores socioeconômicos, infraestrutura e organização das cooperativas envolvidas.

Apesar de ambas as organizações atuarem no mesmo segmento de reciclagem, a ASMARE e a UNICICLA operam em realidades bastante distintas. A ASMARE, localizada em uma capital de grande porte como Belo Horizonte, possui uma estrutura consolidada, com suporte governamental e parcerias com o setor privado. Esse cenário contribui para uma alta produtividade e um maior impacto na coleta e destinação correta dos materiais recicláveis. Além disso, o acesso a um volume elevado de resíduos, devido à densidade populacional e ao consumo da cidade, favorece uma produção mais robusta e eficiente, permitindo à cooperativa maior capacidade de triagem e processamento.

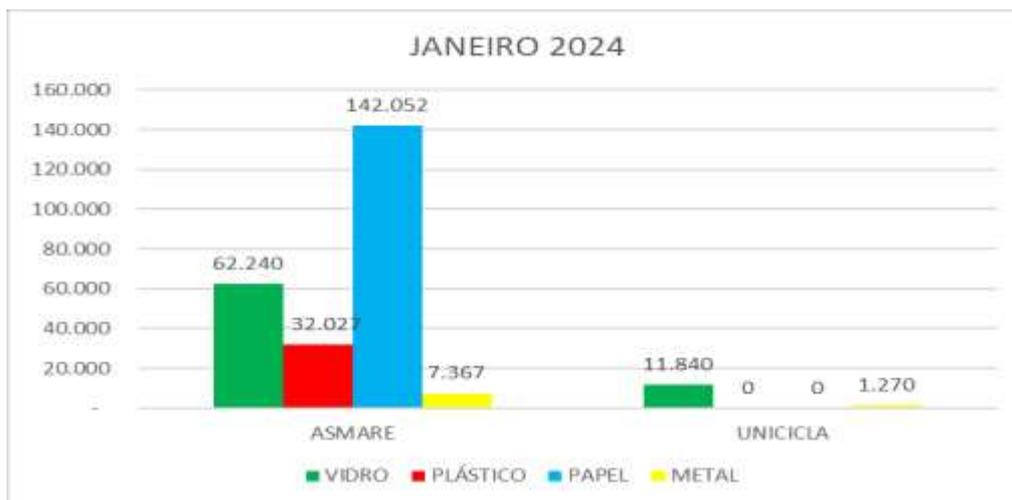
Por outro lado, a UNICICLA, em Nova União, enfrenta limitações inerentes ao seu contexto local. Com uma população menor e uma infraestrutura mais limitada, a cooperativa dispõe de uma quantidade reduzida de materiais recicláveis. Além disso, a conscientização da população e o apoio logístico são fatores desafiadores em municípios de menor porte, onde a coleta seletiva não é tão difundida quanto nas grandes cidades. Essas limitações impactam diretamente a produção, que, por sua vez, afeta a sustentabilidade financeira e a capacidade de crescimento da UNICICLA.

Outro ponto importante a ser considerado é o acesso a recursos e tecnologias. A ASMARE conta com equipamentos mais modernos e maior mão de obra capacitada, fatores que impulsionam sua eficiência. Em contraste, a UNICICLA depende, em grande parte, de processos manuais e de uma equipe menor, o que limita sua capacidade de processamento de grandes volumes de material. Dessa forma, a comparação entre essas duas iniciativas evidencia não só a disparidade na produção, mas também como as condições estruturais e sociais influenciam diretamente o sucesso de cooperativas de reciclagem.

Este trabalho tem como objetivo comparar dois exemplos de iniciativas de reciclagem em Minas Gerais: a alta produção da ASMARE, localizada em Belo Horizonte, e a baixa produção da UNICICLA, situada no município de Nova União. A ASMARE, com sua longa trajetória e ampla estrutura, destaca-se como um dos maiores exemplos de sucesso no setor, enquanto a UNICICLA enfrenta desafios que impactam diretamente seu desempenho. A análise busca compreender as razões dessas disparidades, levando em conta aspectos como: logística, apoio governamental, conscientização da população e condições socioeconômicas.

Nesse momento, será feita então uma análise da arrecadação mensal de cada cooperativa com a venda dos materiais recicláveis, conforme é possível observar a seguir.

Gráfico 1 – Produção de janeiro da ASMARE E UNICICLA



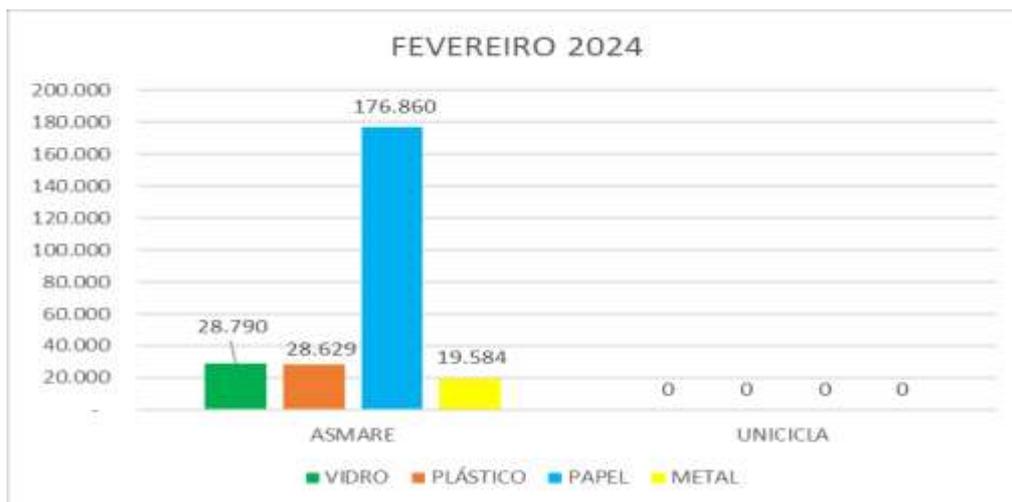
Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

O gráfico 1 apresenta a arrecadação financeira das cooperativas ASMARE e UNICICLA no mês de janeiro de 2024 com a venda de materiais recicláveis, como vidro, plástico, papel e metal. Nota-se que a ASMARE teve uma arrecadação expressiva em comparação com a UNICICLA, com 58% de sua arrecadação sendo oriunda da venda de papel, somando um valor substancial, seguida das vendas de vidro (26%) e plástico (13%). A venda de metal teve a menor participação, representando apenas 3% de sua receita.

Já a UNICICLA apresentou um desempenho mais modesto. O vidro foi o único material que trouxe uma arrecadação significativa, com 90% do total de suas vendas. Os outros materiais recicláveis, como papel, plástico e metal, tiveram participação mínima ou inexistente, destacando-se apenas o metal, com 10% da arrecadação. Nenhuma receita foi gerada pela venda de papel e plástico.

Comparando as duas cooperativas, a ASMARE mostra uma diversificação maior na arrecadação de materiais recicláveis, o que reflete sua maior capacidade de coleta e processamento. A UNICICLA, em contrapartida, depende fortemente da venda de vidro, evidenciando sua limitação tanto em termos de infraestrutura quanto de volume de material reciclado. Isso reforça o impacto do contexto geográfico e da escala de operação nas receitas geradas por cada cooperativa.

Gráfico 2 – Produção de fevereiro da ASMARE E UNICILA



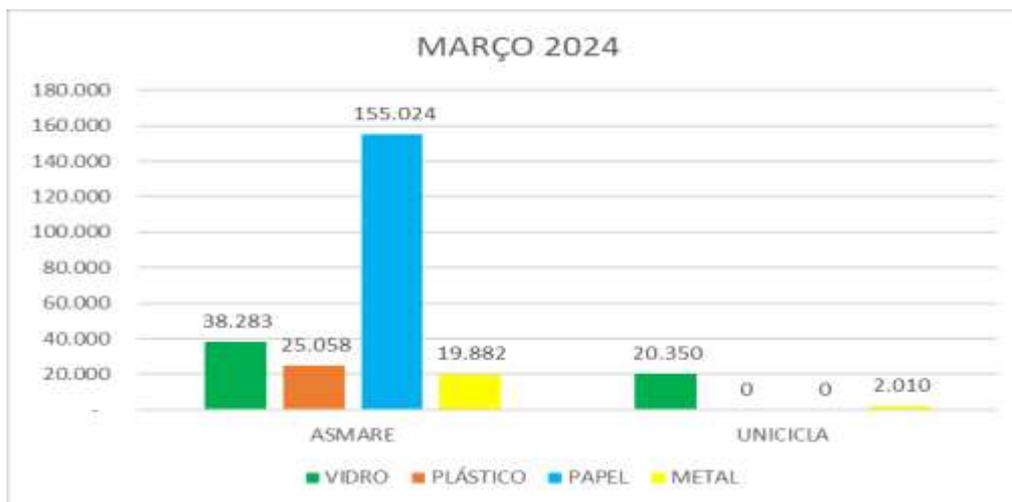
Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

O gráfico 2, referente ao mês de fevereiro de 2024, apresenta a arrecadação financeira da cooperativa ASMARE com a venda dos mesmos materiais recicláveis supracitados. Nota-se que a ASMARE teve um desempenho muito concentrado na venda de papel, que representou 70% de sua arrecadação total. Além disso, tanto o vidro quanto o plástico tiveram contribuições equivalentes a 11% cada, enquanto o metal ficou com a menor participação, somando apenas 8% do total arrecadado.

Um ponto importante a ser destacado é a ausência de dados financeiros da cooperativa UNICICLA no mês de fevereiro de 2024. Diferentemente do mês anterior, em que ainda se observava alguma participação dela, nesse mês, a cooperativa não gerou receita com a venda de nenhum dos materiais recicláveis. Isso pode estar relacionado à baixa produção ou a questões operacionais específicas da cooperativa.

A comparação entre janeiro e fevereiro evidencia uma mudança nos padrões de arrecadação da ASMARE. Em fevereiro, houve uma concentração maior na venda de papel, enquanto os outros materiais tiveram menor participação proporcional. A ausência de informações sobre a UNICICLA reflete as limitações de uma cooperativa de menor escala, o que pode impactar negativamente sua regularidade de operação e arrecadação.

Gráfico 3 – Produção de março da ASMARE e UNICICLA



Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

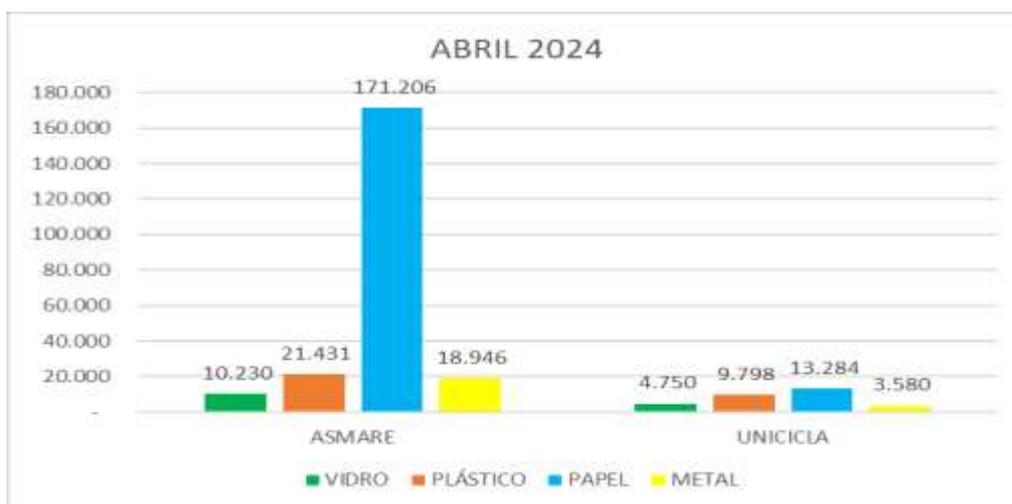
O gráfico 3 referente ao mês de março de 2024 mostra que a ASMARE manteve uma predominância na arrecadação de papel, que representou 65% de suas receitas. O vidro e o plástico contribuíram com 16% e 11%, respectivamente, enquanto o metal teve uma menor participação, com apenas 8% de sua arrecadação total.

Por outro lado, a UNICICLA concentrou sua arrecadação quase exclusivamente na venda de vidro, que representou 91% de suas receitas. O metal foi o único outro material com participação, somando 9% do total arrecadado. A UNICICLA, assim como nos meses

anteriores, não obteve receitas com a venda de plástico ou papel, refletindo sua limitada diversificação de materiais recicláveis.

Ao comparar as duas cooperativas, fica evidente a diferença de escala entre elas. A ASMARE possui uma capacidade muito maior de arrecadação e diversificação de materiais, com uma receita significativa proveniente de quatro tipos de recicláveis. A UNICICLA, por sua vez, segue dependendo quase que exclusivamente do vidro, o que evidencia as limitações impostas pelo seu contexto de menor produção e capacidade de coleta. Essa diferença reflete o impacto das condições geográficas e estruturais nas operações das cooperativas.

Gráfico 4 – Produção de abril da ASMARE E UNICILA



Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

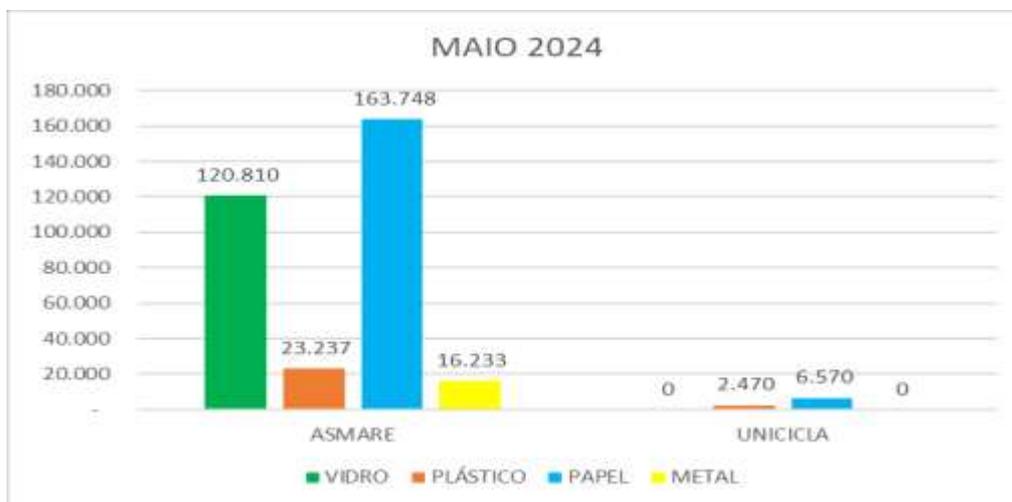
No mês de abril de 2024, a arrecadação financeira da cooperativa ASMARE continuou a ser majoritariamente influenciada pela venda de papel, que representou 77% de suas receitas. O plástico, com 10%, e o metal, com 9%, tiveram uma participação significativa, enquanto o vidro foi responsável por apenas 5% da arrecadação total. Observa-se uma concentração ainda maior na venda de papel em comparação aos meses anteriores, confirmando a importância desse material para a cooperativa situada em uma cidade de grande porte.

A UNICICLA, por sua vez, apresentou uma mudança em seu perfil de arrecadação no mês de abril. Enquanto o papel, com 42%, foi o material mais lucrativo, o plástico

também teve uma contribuição relevante, com 31% da receita total. O vidro, que em março representava a maior parte da arrecadação, caiu para 15%, e o metal, embora ainda com uma participação modesta, aumentou para 11%. Esse comportamento mais equilibrado entre os materiais reciclados demonstra uma leve diversificação das receitas da UNICICLA, ainda que a cooperativa continue operando em menor escala.

Ao comparar o mês de abril com os meses anteriores, é possível observar algumas tendências. A ASMARE manteve a dominância do papel em sua arrecadação, mas abril trouxe uma concentração ainda maior nesse material. O vidro e o metal tiveram quedas na sua participação em relação a março. Já a UNICICLA apresentou um cenário mais diversificado, o que contrasta com o forte foco no vidro observado em janeiro e março. Esse avanço pode indicar uma melhora na infraestrutura ou nas oportunidades de coleta de outros materiais pela cooperativa de menor porte, tornando-a mais resiliente. Comparativamente, abril demonstrou uma maior estabilidade para ambas as cooperativas, embora a diferença de escala entre elas permaneça evidente.

Gráfico 5 – Produção de maio da ASMARE E UNICILA



Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

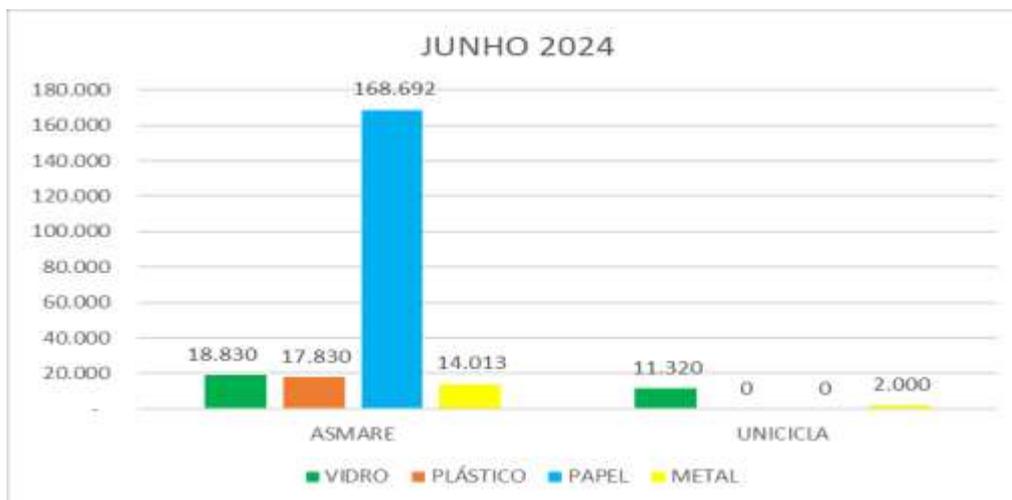
Em maio de 2024, a cooperativa ASMARE apresentou uma nova distribuição na arrecadação de materiais recicláveis, com o vidro representando 37% das receitas, um aumento significativo em relação aos meses anteriores. O papel ainda manteve a maior participação, com 51%, embora em menor proporção comparado a abril. O plástico

contribuiu com 7%, e o metal, com apenas 5%. Essa mudança reflete uma possível sazonalidade no recolhimento e na demanda por vidro, que cresceu consideravelmente, ao mesmo tempo em que o papel, embora ainda dominante, perdeu um pouco de seu peso em relação aos meses anteriores.

Na UNICICLA, o cenário de maio foi marcado pela ausência total de arrecadação com a venda de vidro e metal, o que contrasta fortemente com os meses anteriores. A arrecadação foi dividida entre venda de papel, que representou 73%, e venda plástico, com 27%. Essa mudança sugere uma sazonalidade ou questões operacionais que impactaram a coleta de vidro e metal, materiais que tiveram participação importante em meses anteriores. O destaque para o papel demonstra uma reorientação na coleta ou na demanda desse material pela cooperativa.

Ao comparar maio com os meses anteriores, percebe-se que a ASMARE está experimentando uma sazonalidade no recolhimento de materiais, especialmente no aumento significativo de vidro em maio, que teve a menor participação em abril. A arrecadação de papel, que havia sido extremamente dominante em abril (77%), caiu em maio, equilibrando-se mais com o vidro. Já a UNICICLA teve uma mudança ainda mais drástica, com a ausência total de arrecadação de vidro, algo que representou 91% de sua receita em março. Essa variabilidade pode ser explicada pela sazonalidade ou por mudanças nas condições locais de coleta e demanda. Maio mostra a influência de fatores sazonais e operacionais, evidenciando como a disponibilidade e a venda de materiais recicláveis podem variar de mês a mês, impactando a arrecadação das cooperativas.

Gráfico 6 – Produção de junho da ASMARE E UNICILA



Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

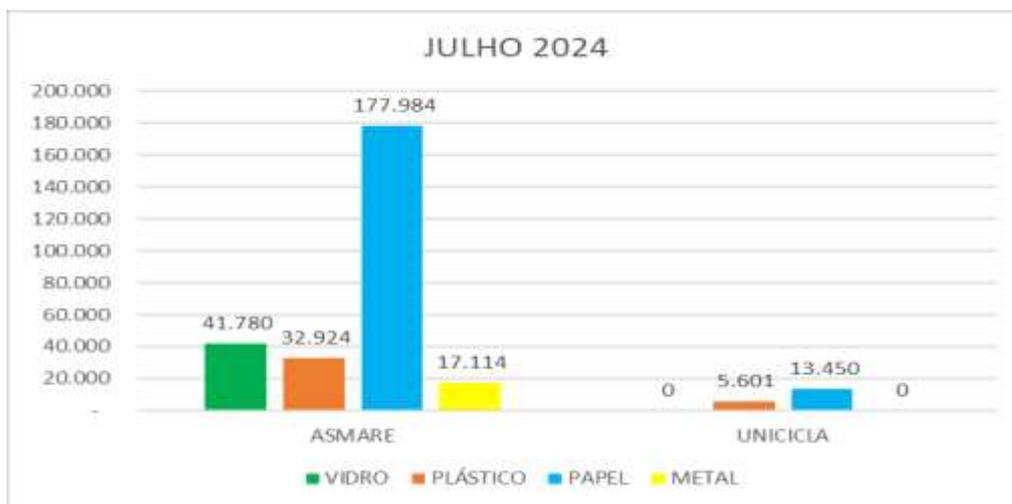
Em junho de 2024, a cooperativa ASMARE voltou a concentrar sua arrecadação na venda de papel, que representou 77% do total, uma proporção idêntica à registrada em abril. O vidro e o plástico contribuíram de forma mais modesta, com 9% e 8%, respectivamente, enquanto o metal teve uma pequena participação de 6%. Essa estabilidade no papel sugere uma continuidade na alta demanda ou no volume de coleta desse material, enquanto o vidro, que havia registrado um aumento significativo em maio (37%), sofreu uma redução drástica, possivelmente refletindo uma sazonalidade ou uma mudança temporária na oferta.

A UNICICLA, por outro lado, apresentou um comportamento oposto ao observado em ASMARE. Em junho, 85% de sua arrecadação veio exclusivamente da venda de vidro, uma alta concentração que não havia sido registrada nos meses anteriores. O metal foi o único outro material que contribuiu para a receita, com 15%, enquanto não houve arrecadação proveniente de plástico ou papel. Essa situação sugere uma forte sazonalidade ou dificuldades na coleta e comercialização de outros materiais, especialmente papel, que havia sido dominante em maio (73%).

Ao comparar junho com os meses anteriores, fica evidente que a ASMARE mantém certa estabilidade na arrecadação de papel, consolidando-o como seu principal material. O vidro, no entanto, apresentou grandes variações, sendo responsável por 37% da receita em maio e apenas 9% em junho, o que reforça a sazonalidade associada à coleta

e demanda por esse material. Na UNICICLA, o comportamento é mais volátil, com uma completa inversão em relação ao mês anterior: o vidro, que não gerou receita em maio, dominou em junho, enquanto o papel e o plástico, que foram significativos em maio, desapareceram completamente. Isso reforça a ideia de que fatores sazonais e operacionais têm um impacto maior nas cooperativas de menor escala, como a UNICICLA, em comparação à ASMARE.

Gráfico 7 – Produção de julho da ASMARE E UNICILA



Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

No mês de julho de 2024, a cooperativa ASMARE continuou a concentrar sua arrecadação na venda de papel, que representou 66% de suas receitas, mantendo sua posição como o material mais lucrativo, embora com uma leve queda em comparação a junho (77%). O vidro e o plástico tiveram participações mais equilibradas neste mês, com 15% e 12%, respectivamente, e o metal manteve uma presença modesta, com 6%. Esse equilíbrio sugere uma leve recuperação na venda de vidro e plástico, que tinham diminuído significativamente nos meses anteriores, mas ainda mostram flutuações associadas à sazonalidade ou demanda.

Já a UNICICLA, em julho, apresentou um cenário diferente. Após um mês de junho dominado pela arrecadação de vidro (85%), a cooperativa não obteve nenhuma receita com este material em julho. Em contrapartida, o papel voltou a ser o material mais lucrativo, com 71% de participação, seguido pelo plástico, que representou 29% da

receita. Assim como ocorreu em meses anteriores, UNICICLA não gerou arrecadação com metal neste período. A ausência de vidro e a forte concentração em papel e plástico sugerem uma sazonalidade ou desafios operacionais relacionados ao vidro, que tem apresentado uma volatilidade significativa ao longo dos meses.

Ao comparar julho com os meses anteriores, percebemos que a ASMARE mantém uma certa constância no papel como seu principal material de arrecadação, mas com variações nos outros materiais, especialmente o vidro, que aumentou em relação a junho (9%) e se estabilizou em patamares mais altos. A UNICICLA, por outro lado, continua a mostrar um perfil mais instável, com uma completa ausência de vidro após um mês de alta dependência desse material. A sazonalidade parece afetar de forma mais significativa os materiais recicláveis na UNICICLA, especialmente o vidro, que oscila entre a dominância e a ausência total. A diversidade de materiais na ASMARE e a concentração sazonal de alguns materiais na UNICICLA reforçam as diferenças de escala e operação entre as duas cooperativas.

Gráfico 8 – Produção de agosto da ASMARE E UNICILA



Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

Em agosto de 2024, a cooperativa ASMARE manteve o papel como seu principal material de arrecadação, representando 65% de suas receitas totais, uma leve queda em comparação ao mês anterior (66%). O vidro, com 13%, e o plástico, com 10%, mostraram uma estabilidade moderada, enquanto o metal teve um aumento de

participação, subindo para 12%, sua maior porcentagem nos últimos meses. Essa distribuição reflete um equilíbrio contínuo nos materiais recicláveis, com o papel dominando as receitas, mas os outros materiais apresentando variações menores, o que pode estar associado à sazonalidade e demanda variável.

Já a UNICICLA registrou uma mudança significativa em agosto, com 64% de sua arrecadação vinda da venda de vidro, retornando a uma forte dependência desse material, após sua ausência total em julho. O papel, que havia sido dominante no mês anterior (71%), caiu para 24%, e o plástico representou 12% das receitas, uma ligeira variação em relação ao mês anterior (29%). Assim como em outros meses, não houve arrecadação com metal. Esse retorno ao vidro como principal fonte de receita evidencia a sazonalidade acentuada dos materiais coletados pela UNICICLA, que opera em uma escala menor e, conseqüentemente, está mais sujeita a flutuações.

Comparando agosto aos meses anteriores, notamos que a ASMARE mantém uma consistência na arrecadação de papel, enquanto os outros materiais, especialmente o vidro e o metal, têm apresentado flutuações mais moderadas. A UNICICLA, por sua vez, continua a mostrar um padrão de sazonalidade mais evidente, com grandes variações no vidro, que voltou a ser o material predominante, após ter sido insignificante em julho. A ausência de metal, presente em outros meses, e a variação acentuada na coleta de papel e plástico reforçam a vulnerabilidade da cooperativa a esses ciclos sazonais. A comparação entre as cooperativas mostra que a ASMARE, devido à sua maior capacidade e diversificação de materiais, consegue suavizar os efeitos da sazonalidade, enquanto a UNICICLA, em uma cidade menor, continua sujeita a oscilações mais marcantes.

Gráfico 9 – Produção geral da ASMARE E UNICICLA



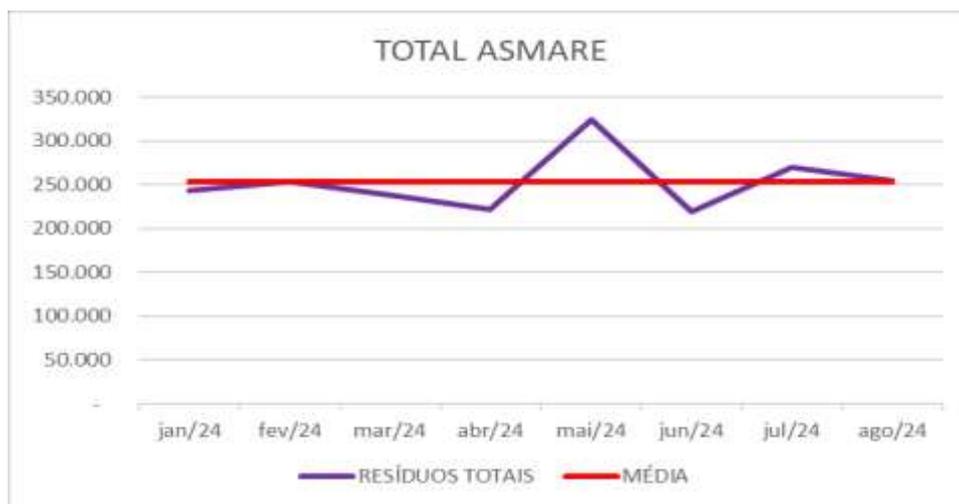
Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

Por fim, ao analisar o acumulado de 2024 até o momento, a cooperativa ASMARE manteve uma predominância expressiva na arrecadação de papel, que representou 65% das suas receitas totais ao longo dos meses. Isso reflete a alta demanda ou a capacidade operacional contínua de coletar e vender esse material em uma cidade de grande porte. O vidro, com 17%, foi o segundo maior contribuinte, seguido pelo plástico, com 10%, e o metal, com 7%. Esses números sugerem que, embora o papel seja o principal gerador de receitas, os outros materiais também tiveram papéis importantes, especialmente em meses específicos, como maio e junho, quando o vidro e o metal mostraram variações significativas, provavelmente devido à sazonalidade e flutuações de demanda.

Na UNICICLA, a situação acumulada até agosto é diferente. O vidro dominou a arrecadação da cooperativa, contribuindo com 48% das receitas totais. Isso reflete a forte dependência desse material, que em certos meses, como março e agosto, representou a maior parte da arrecadação. O papel, com 29%, e o plástico, com 16%, mostraram participações menos consistentes ao longo dos meses, enquanto o metal, com 7%, teve uma presença limitada, similar à de ASMARE. A alta concentração de vidro pode estar ligada tanto à infraestrutura local de coleta quanto à demanda sazonal, que parece influenciar de forma mais acentuada a UNICICLA, em comparação com a ASMARE.

Quando comparamos as duas cooperativas ao longo dos meses, a diferença de perfil entre elas fica clara. Enquanto a ASMARE, por ser uma cooperativa de maior porte, conseguiu manter uma arrecadação mais equilibrada e diversificada, com o papel sendo a base sólida, a UNICICLA, uma cooperativa de menor produção, mostrou uma grande dependência do vidro. Essa concentração sugere que a UNICICLA enfrenta desafios maiores relacionados à sazonalidade e à volatilidade do mercado de recicláveis, especialmente em materiais como o plástico e o papel, que oscilaram bastante ao longo do ano. A ASMARE, por outro lado, por ter uma base maior e mais diversificada de materiais, foi menos afetada por essas flutuações, conseguindo suavizar os impactos da sazonalidade.

Gráfico 10 – Sazonalidade geral da produção - ASMARE



Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

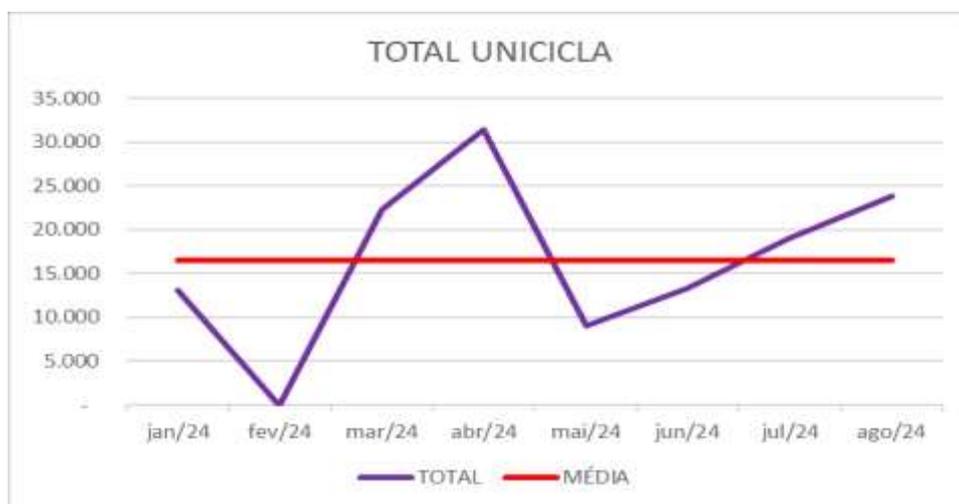
O gráfico acima revela uma média da alta produtividade da ASMARE, refletida no volume significativo de arrecadação mensal. Esse desempenho pode ser atribuído à maior infraestrutura da cooperativa, apoio governamental e parcerias privadas. A análise dos meses demonstra uma tendência constante de crescimento ou estabilidade, evidenciando que a ASMARE consegue manter uma operação financeiramente sustentável ao longo do tempo.

Observa-se também que a alta densidade populacional de Belo Horizonte contribui diretamente para o aumento do volume de resíduos disponíveis para reciclagem. A

presença de políticas públicas de conscientização ambiental, somada à coleta seletiva efetiva, faz com que a quantidade de materiais recicláveis processados pela ASMARE seja muito superior à média. Isso permite que, mesmo em meses de baixa, os índices de arrecadação financeira não sofram quedas bruscas.

Além disso, a modernização tecnológica da ASMARE, com equipamentos eficientes e uma equipe qualificada, possibilita a otimização do processo de reciclagem. Esse fator reflete-se em uma produção mais ágil e em maior capacidade de coleta e triagem de resíduos, resultando em um impacto positivo direto nos valores financeiros arrecadados mensalmente.

Gráfico 11 – Sazonalidade geral da produção - UNICICLA



Fonte.: Placar da reciclagem – banco de dados Mysql e notas fiscais (2024)
Elaborado pelos autores

Já o gráfico acima, que representa a média da UNICICLA, localizada em Nova União, apresenta uma realidade bastante distinta da ASMARE, com valores mensais de arrecadação significativamente menores. A limitação na infraestrutura, somada a um volume menor de resíduos disponíveis para coleta, impacta diretamente a capacidade financeira da cooperativa. A análise dos meses mostra uma variação mais irregular nos valores, refletindo os desafios enfrentados pela UNICICLA na manutenção de uma operação sustentável.

A baixa densidade populacional da cidade e a falta de políticas públicas efetivas de incentivo à coleta seletiva agravam a situação da cooperativa. A conscientização da

população sobre a importância da reciclagem é um fator crucial para o aumento da arrecadação, porém, em municípios menores, essa prática ainda não está amplamente disseminada. Esse fato é perceptível nas variações mensais, onde a arrecadação não segue um padrão de crescimento estável.

A UNICICLA, além disso, conta com uma equipe reduzida e depende de processos manuais para a separação e processamento dos materiais recicláveis. A falta de modernização tecnológica limita sua capacidade de expandir as operações, tornando a cooperativa vulnerável a oscilações financeiras, especialmente em meses de baixa oferta de materiais recicláveis. Isso explica a flutuação nos valores de arrecadação ao longo do período analisado.

Comparando os dois gráficos, fica evidente que as condições estruturais, socioeconômicas e de conscientização pública desempenham papéis fundamentais na arrecadação financeira das cooperativas. A ASMARE, com uma estrutura consolidada e suporte robusto, mantém uma linha de arrecadação estável, enquanto a UNICICLA, enfrentando desafios locais, mostra variações significativas e uma arrecadação muito inferior.

Outro aspecto importante é o impacto das parcerias privadas e do apoio governamental. A ASMARE, beneficiada por essas colaborações, consegue aumentar sua capacidade de processamento e melhorar os resultados financeiros. Já a UNICICLA, sem esse mesmo nível de suporte, depende quase exclusivamente da quantidade de materiais recicláveis disponíveis localmente, o que impacta diretamente sua arrecadação.

A disparidade entre as duas cooperativas reforça a necessidade de políticas públicas mais inclusivas e investimentos tecnológicos nas iniciativas menores, como a UNICICLA, para que possam aumentar sua eficiência e melhorar seus resultados financeiros.

CONCLUSÃO

A análise dos gráficos que comparam a produção de reciclagem entre a ASMARE, em Belo Horizonte, e a UNICICLA, em Nova União, revela uma disparidade significativa nas operações das duas cooperativas. A ASMARE, situada em uma cidade de grande porte,

apresenta uma produção consideravelmente maior devido à sua localização urbana, que facilita o acesso a um volume elevado de resíduos recicláveis. Além disso, o suporte governamental e as parcerias com o setor privado garantem à cooperativa uma infraestrutura robusta, tanto em termos logísticos quanto tecnológicos, o que contribui diretamente para o seu desempenho superior. Essa infraestrutura permite que a ASMARE processe grandes volumes de material de forma rápida e eficaz, com destaque para o papel, que representa a maior parte de sua arrecadação.

Por outro lado, a UNICICLA enfrenta uma realidade mais desafiadora. Localizada em uma cidade de menor porte, sua capacidade de coleta e reciclagem é limitada pela quantidade reduzida de resíduos disponíveis, além de enfrentar menor apoio governamental e menos recursos logísticos. Com uma produção significativamente menor, a UNICICLA depende fortemente de materiais específicos, como o vidro, que domina sua arrecadação em vários meses. Essa dependência do vidro e a falta de diversificação de materiais recicláveis refletem a vulnerabilidade da cooperativa às variações sazonais e à falta de uma infraestrutura mais sólida. A ausência de tecnologias modernas e de capacitação adequada também limita sua eficiência operacional, prejudicando sua capacidade de aumentar a produção e melhorar sua sustentabilidade financeira.

A comparação ao longo dos meses evidencia que, enquanto a ASMARE mantém uma arrecadação estável e diversificada, mesmo com pequenas oscilações sazonais, a UNICICLA apresenta maior instabilidade em sua produção. A falta de campanhas de conscientização e a baixa participação da população de Nova União também são fatores que dificultam o crescimento da cooperativa. Nesse contexto, fica claro que o sucesso das iniciativas de reciclagem depende não apenas de fatores internos, como infraestrutura e capacitação, mas também de fatores externos, como o apoio do governo, a logística de coleta e o engajamento da comunidade. Para que cooperativas como a UNICICLA possam atingir seu pleno potencial, é essencial a implementação de políticas públicas que incentivem o crescimento dessas instituições, oferecendo suporte técnico e logístico, além de promover a conscientização da população sobre a importância da reciclagem.

Enfim, claramente fatores sazonais, logísticos e contextuais impactam de maneira distinta o desempenho financeiro e operacional das cooperativas ASMARE e UNICICLA. A ASMARE, com sua infraestrutura consolidada e forte apoio de parcerias público-privadas, mantém uma arrecadação estável, mesmo diante de oscilações sazonais. Isso se deve à sua capacidade de mitigar os impactos negativos através de contratos estáveis e uma maior diversificação de resíduos recicláveis, aproveitando melhor as oportunidades de mercado.

Em contrapartida, a UNICICLA, localizada em uma cidade de menor porte, enfrenta desafios significativos. A falta de infraestrutura adequada e o menor suporte governamental resultam em uma dependência maior de fatores externos, como a quantidade de resíduos disponíveis e a conscientização ambiental da população. A ausência de diversificação e de uma estrutura tecnológica eficiente limita a capacidade da UNICICLA de maximizar seu potencial durante os meses de maior arrecadação, aumentando sua vulnerabilidade a oscilações sazonais.

A correlação entre densidade populacional e arrecadação reforça ainda mais essa disparidade. A ASMARE, situada em uma cidade grande, se beneficia de um fluxo contínuo de resíduos, o que não acontece em Nova União, onde a população menor restringe o volume de materiais recicláveis disponíveis. No entanto, o gráfico também sugere que, com o investimento em campanhas de conscientização e modernização tecnológica, a UNICICLA poderia compensar parte dessa limitação populacional, aumentando sua arrecadação e sua eficiência operacional.

A análise das diferenças operacionais entre as cooperativas evidencia a importância de investimentos em infraestrutura e tecnologia, especialmente para cooperativas menores. A modernização de equipamentos e a implementação de processos automatizados são cruciais para aumentar a capacidade de produção, melhorar a eficiência e garantir a sustentabilidade financeira no longo prazo. Sem esses investimentos, a UNICICLA continuará enfrentando dificuldades para competir com cooperativas maiores, como a ASMARE.

AGRADECIMENTOS

O artigo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001". Bolsa de pós-doutorado - (PIPD).

REFERÊNCIAS

ABRELPE: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil 2020/2021**. Brasília. DF. 2022.

ARAÚJO, Carlos Alberto Ávila. **O que é Ciência da Informação**. Belo Horizonte: KMA, 2018. *E-book*. Disponível em: https://issuu.com/bibliotecadigital-esramada/docs/o_que__ci_ncia_da_informa__o. Acesso em: 23 set. 2024.

BACCAN, N.; ANDRADE, J. C.; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S. **Química analítica quantitativa elementar**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1998.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial Nº 1857098 - MS**. Processual Civil. Ambiental. Estado de Direito Ambiental. Direito de Acesso à Informação Ambiental [...]. Relator: Ministro Og Fernandes. Brasília: STJ, maio 2022. Disponível em: https://www.irib.org.br/app/webroot/files/downloads/files/STJ_202000064028_tipo_integra_154035543.pdf. Acesso em: 25 set. 2024.

CEMPRE: COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Preço dos Materiais Recicláveis**. Revista Cempre Review. Ed. 159, 2019. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/115/preco-dos-materiais-reciclaveis>. Acesso em: 27 set. 2024.

COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JÚNIOR, M. F. Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de Salinas, Minas Gerais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 3, n. 2, p. 73–90, 2012.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. São Paulo: CEMPRE, 2000.

GANDOMI, A.; HAIDER, M. Beyond the hype: big data concepts, methods and analytics. **International Journal of Information Management**, v. 35, n. 2, p. 137–144, 2015.

HABITZREUTER, M. T. **Análise da compactação gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) da Região de Santa Maria**, pré e pós-triagem. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM. 2001. 200 p.

MARTÍNEZ, N. M. J. La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. **Letras Verdes**. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales, n. 17, p. 29-56, mar. 2015.

MCIDADES: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Termo de referência técnico**: elaboração do projeto básico e executivo completo de galpão / unidade de triagem para coleta seletiva, 2010. Disponível em https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/16_TRProjRSUGalpao_triagem%202010_2011.pdf. Acesso em: 23 set. 2024.

NARA, Fernanda May de Assis; CONDURÚ, Marise Teles. Biblioteca escolar: da educação ambiental à construção de uma cultura sustentável. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 17, p. 1-21, 2021. Disponível em: <https://brapci.inf.br/index.php/res/v/160643>. Acesso em: 23 set. 2024.

OZCAN, H.K.; GUVENC, S.Y.; GUVENC, L.; DEMIR, G. Municipal Solid Waste Characterization according to Different Income Levels: A Case Study. **Sustainability**, v. 8, n. 10, 2016, p. 1044.

Pisani, N., Kourula, A., Kolk, A. & Meijer, R. 2017. How global is international CSR research? Insights and recommendations from a systematic review. *Journal of World Business*. In press.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. – Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. 96 p. – (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013). Disponível em: < http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/130729_AtlasPNUD_2013.pdf >. Acesso em: 16 dez. 2024.

QUIJADA, O.; SOTO CÓRDOVA, S. Estudio de composición de los residuos sólidos urbanos, en Esparza, Puntarenas, Costa Rica. **Tecnología en Marcha**, v. 21, n. 3, p. 23-32, jul./set. 2008.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; CAPPES, A. L. A. P.; TEIXEIRA, H. L.; SIMÕES, G. T. C.; RUSSI, R. R.; LOURENÇO, B. L. R.; OLIVEIRA, C. A. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 1-8, jan./mar. 2013.

RIBEIRO, L. C. S.; FREITAS, L. F. S.; CARVALHO, J. T. A.; OLIVEIRA FILHO, J. D. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 191–214, jan./abr. 2014.

Roy, Ananya e Aihwa Ong. "Worlding cities." Experimentos asiáticos e a arte de ser global. ebrary, Inc. Malden, Mass: Wiley-Blackwell (Estudos em mudança urbana e social) (2011).

SALDANHA, R. DE F.; BARCELLOS, C.; PEDROSO, M. DE M.. Ciência de dados e big data: o que isso significa para estudos populacionais e da saúde?. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 29, n. spe, p. 51–58, 2021.

STREB, C.S.; NAGLE, E.C.; TEIXEIRA, E.N. Caracterização do resíduo sólido doméstico: metodologia para avaliação do potencial de minimização. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 29., 2004, San Juan. **Anais...** San Juan: AIDIS.

TEIXEIRA JÚNIOR, L. C.; SOUSA, P. R. N.; SILVA, J. A. F.; FERREIRA, M. I. P. Avaliação da produção e gestão dos resíduos sólidos de municípios da Região dos Lagos do estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes, v. 6, n. 1, p. 11–27, jan./jun. 2012.

TOLLE, K. M. et al. A vision for data science. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA ENGINEERING, 25. 2019. Anais [...] Washington, DC: IEEE Computer Society, 2019. p. 1-6.

Anexo – Dados convertidos em recursos naturais poupados – ASMARE

MATERIAL COLETADO	TOTAL COLETADO (ton)	
ALUMINIO	-	
METAL	143	142.841
PAPEL	1.321	1.320.996
PLASTICO	207	207.398
VIDRO	354	354.223
TOTAL COLETADO	2.025	
RECURSO POUPADO	QUANTIDADE	EQUIVALENCIA DE CONSUMO
ENERGIA (MWh) ^{123 45}	6.459	4.101 pessoas/ano ⁶
ÁGUA (m ³) ²	130.029	1.425 pessoas/ano ⁷
PETRÓLEO (barril) ¹	4.609	1.097 pessoas/ano ⁸
ÁRVORE (un) ⁵	39.630	43,23 campos do Maracanã ⁹
AREIA (ton) ⁴	247	
BAUXITA (ton) ³	-	
MINÉRIO DE FERRO (ton) ³	163	
CARVÃO MINERAL (ton) ³	22	
RECURSO PÚBLICO - COLETA (R\$) ¹⁰	R\$ 443.575,36	
RECURSO PÚBLICO - DISPOSIÇÃO FINAL (R\$) ¹¹	R\$ 101.272,91	
RECURSO PÚBLICO TOTAL (R\$)	R\$ 544.848,27	

Fonte.: Calculadora de recursos poupados desenvolvida pelos autores baseadas nos dados científicos extraídos das fontes mencionadas na tabela da página 4.
Elaborado pelos autores, (2024)

Anexo – Dados convertidos em recursos naturais poupados – UNICICLA

MATERIAL COLETADO	TOTAL COLETADO (ton)	
ALUMINIO	-	
METAL	9	8.860
PAPEL	39	38.924
PLASTICO	21	20.789
VIDRO	64	63.620,00
TOTAL COLETADO	132	
RECURSO POUPADO	QUANTIDADE	EQUIVALENCIA DE CONSUMO
ENERGIA (MWh) ^{123 45}	292	185 pessoas/ano ⁶
ÁGUA (m ³) ²	3.850	42 pessoas/ano ⁷
PETRÓLEO (barril) ¹	228	54 pessoas/ano ⁸
ÁRVORE (un) ⁵	1.168	1,27 campos do Maracanã ⁹
AREIA (ton) ⁴	44	
BAUXITA (ton) ³	-	
MINÉRIO DE FERRO (ton) ³	10	
CARVÃO MINERAL (ton) ³	1	
RECURSO PÚBLICO - COLETA (R\$) ¹⁰	R\$ 28.950,27	
RECURSO PÚBLICO - DISPOSIÇÃO FINAL (R\$) ¹¹	R\$ 6.609,65	
RECURSO PÚBLICO TOTAL (R\$)	R\$ 35.559,93	

Fonte.: Calculadora de recursos poupados desenvolvida pelos autores baseadas nos dados científicos extraídos das fontes mencionadas na tabela da página 4.
Elaborado pelos autores, (2024)

Recebido: 02/11/2024 Aceito: 18/12/2024

Editor Geral: Dr. Eliseu Pereira de Brito