

# Determinação da composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) do lixão do município de Xique-Xique, Bahia

Allan Ribeiro Batista\*<sup>1</sup>, Medson Janer da Silva <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado da Bahia (UNEB), DCHT XXVI, Xique-Xique, Bahia, Brasil.

\*Autor correspondente: Allan Ribeiro Batista

E-mail:ribeiroallan907@gmail.com



Revista Sertão Sustentável 2023.  
Open access sob licença Creative Commons BY-NC-ND 4.0 International.

Recebido: 07/08/2023

Aceito: 12/09/2023

## Resumo

O descarte inadequado de resíduos sólidos tem se mostrado uma preocupação global. No Brasil, grande parte dos resíduos são dispostos em lixões e aterros controlados, especialmente na região Nordeste. O município de Xique-Xique, Bahia, localizado nessa região enfrenta esse problema, enviando seus resíduos, boa parte recicláveis, para um lixão. O objetivo dessa pesquisa foi determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade. Para isso foram feitas coletas de amostras, seguidas de quarteamento, separação em categorias, pesagem e porcentagem de cada tipo de resíduo. Após análise no *Microsoft Excel*, constatou-se que os resíduos da cidade têm valores semelhantes à média nacional, destacando-se os recicláveis, com valor acima da média. Isso demonstra que com a implementação de um sistema de coleta seletiva e construção de um aterro sanitário a cidade, além de cessar os problemas causados pelo descarte inadequado dos resíduos, pode obter ganhos econômicos no mercado da reciclagem.

**Palavras-chave:** Reciclagem. Coleta seletiva. Descarte de resíduos.

## Abstract

The improper disposal of solid waste has been a global concern. In Brazil, a large part of the waste is disposed of in dumps and controlled landfills, especially in the Northeast region. The municipality of Xique-Xique, Bahia, located in this region, faces this problem, sending its waste, much of it recyclable, to a landfill. The objective of this research was to determine the gravimetric composition of solid urban waste in the city. For this, samples were collected, followed by division, separation into categories, weighing, and percentage of each type of waste. After analysis in Microsoft Excel, it was found that the city's waste has values similar to the national average, with recyclables standing out, with a value above the average. This demonstrates that with the implementation of a selective collection system and the construction of a sanitary landfill, the city, in addition to ceasing the problems caused by improper waste disposal, can obtain economic gains in the recycling market.

**Keywords:** Recycling. Selective collection. Waste disposal.

## Introdução

O aumento na geração de resíduos sólidos no mundo tem sido objeto de discussão e reflexão há tempos, especialmente porque esse aumento veio acompanhado de inúmeros problemas econômicos e socioambientais. O marco da geração de resíduos foi a Revolução Industrial, na qual, com o advento das máquinas, o processo de produção foi facilitado e intensificado, resultando com isso em uma maior exploração dos recursos naturais, consumo e descarte de resíduos.

A Revolução Industrial trouxe consigo um modelo de produção linear, baseado em extrair, transformar e descartar, que vem se mostrando ambientalmente insustentável, causando degradação ambiental em favor do crescimento econômico. Devido a isso, têm sido criadas políticas públicas que incentivem um modelo de produção/economia circular, que resulte no prolongamento máximo do ciclo de vida útil de produtos e possibilitando que somente rejeitos sejam descartados. Para isso, entre outros fatores, são adotadas estratégias de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos que outrora seriam descartados (Silva; Capanema, 2019).

Atualmente, estima-se que o mundo gera cerca de 2,24 bilhões de toneladas de resíduos por ano, com uma projeção de que em 2050 essa quantia alcance 3,88 bilhões de toneladas. Outro dado importante e preocupante é que desses resíduos, pelo menos 33% têm um gerenciamento ambientalmente incorreto (Kaza *et al.*, 2021).

Os resíduos que são gerenciados incorretamente sofrem uma disposição inadequada, geralmente em lixões ou aterros controlados. Os lixões são locais de disposição de resíduos caracterizados por não disporem de nenhuma medida de proteção do ambiente ao entorno, resultando em uma série de impactos, como: contaminação dos solos, dos lençóis freáticos e mananciais superficiais, devido à infiltração e lixiviação do chorume, poluição do ar, impactos sobre a fauna e a flora e prejuízos à saúde da população do entorno, especialmente pela fumaça resultante da queima dos resíduos. O completo oposto dos lixões são os aterros sanitários, caracterizados por terem suas emissões controladas e o chorume captado por um sistema de drenagem, sendo, então, um método adequado de disposição de resíduos. Já os aterros controlados são um meio termo entre esses dois métodos supracitados, considerados também, assim como os lixões, como inadequados (Mavropoulos, 2015).

No Brasil, a geração de resíduos tem crescido cada vez mais, a quantidade gerada em 2007 era de 61,5 milhões de t/ano, chegando em 2018 a 79,0 milhões de t/ano (Silva *et al.*, 2020). E segundo o último panorama da Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), esse número alcançou a marca de 81,8 milhões de t/ano em 2022, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias, ou 1,043 kg/dia *per capita* (ABRELPE, 2022). Vale destacar que, ainda assim, esse valor é inferior ao ano anterior, 82,6 milhões de t/ano, no qual o mundo passava por um período intenso de pandemia e isolamento social que fez com que os centros de geração de resíduos fossem descolados para os domicílios, resultando em um aumento.

Ainda de acordo com esse mesmo panorama, a região Nordeste continua sendo a segunda maior geradora de resíduos do Brasil, com uma participação de 24,7% na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) do país, sendo 0,955 kg/dia *per capita*, ficando atrás somente da região Sudeste, cuja taxa de participação é de 49,7%, com geração *per capita* de 1,234 kg/dia. O Nordeste é a região que apresenta a pior taxa de cobertura de coleta de RSUs, 82,70%, mais de dez pontos percentuais abaixo da média nacional que é 93,04%, e juntamente com a região Norte apresenta o maior índice de disposição inadequada dos resíduos em lixões e aterros controlados, 62,8% (ABRELPE, 2022). Diante desse cenário, esses dados deixam explícita a situação preocupante em que a região se encontra.

Em 2010, como forma de trabalhar a favor de solucionar a problemática dos resíduos no Brasil, foi criada a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Um dos instrumentos trazidos por ela e que visa diminuir a quantidade de resíduos descartados é a coleta seletiva, que consiste em coletar os resíduos já separados de acordo com a sua composição. Dessa forma, a fração reciclável pode ser destinada a centros de reciclagem, possibilitando que resíduos que outrora seriam diretamente dispostos em aterros ou lixões possam voltar à cadeia produtiva e terem o seu ciclo de vida útil prolongado e permitindo também que os aterros sanitários não sejam sobrecarregados (Brasil, 2010).

Porém, mais de uma década após a instituição da PNRS, a quantidade de municípios sem nenhuma iniciativa de coleta seletiva no Brasil ainda é considerável. Na região Nordeste, por exemplo, 42,3% dos municípios não têm coleta seletiva (ABRELPE, 2022). A inexistência desse tipo de coleta resulta em um desperdício de resíduos potencialmente recicláveis, que acabam sendo dispostos nos lixões.

O município de Xique-Xique, Bahia, faz parte dessa porcentagem que não dispõe de um sistema de coleta seletiva, tendo os seus resíduos coletados e dispostos diretamente em um lixão situado nas proximidades da cidade. O resultado é que além de toda a degradação causada diretamente no local onde ele está situado, a população sofre continuamente com a inalação da fumaça resultante da queima dos resíduos.

Diante desse cenário, tornam-se necessários estudos que tragam visibilidade para esse problema e que incentivem o debate e a tomada de ação no sentido de resolvê-lo. Uma forma de fazer isso é mostrar o quanto de resíduos está sendo descartados, e que poderiam ser reciclados, contribuindo inclusive economicamente com a cidade, através da sua comercialização.

Com o intuito de responder à questão de qual é a composição dos resíduos da cidade, a presente pesquisa teve como objetivo determinar a composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos descartados diariamente de maneira ambientalmente inadequada no lixão da cidade de Xique-Xique, Bahia.

## **Material e Métodos**

### **Área de estudo**

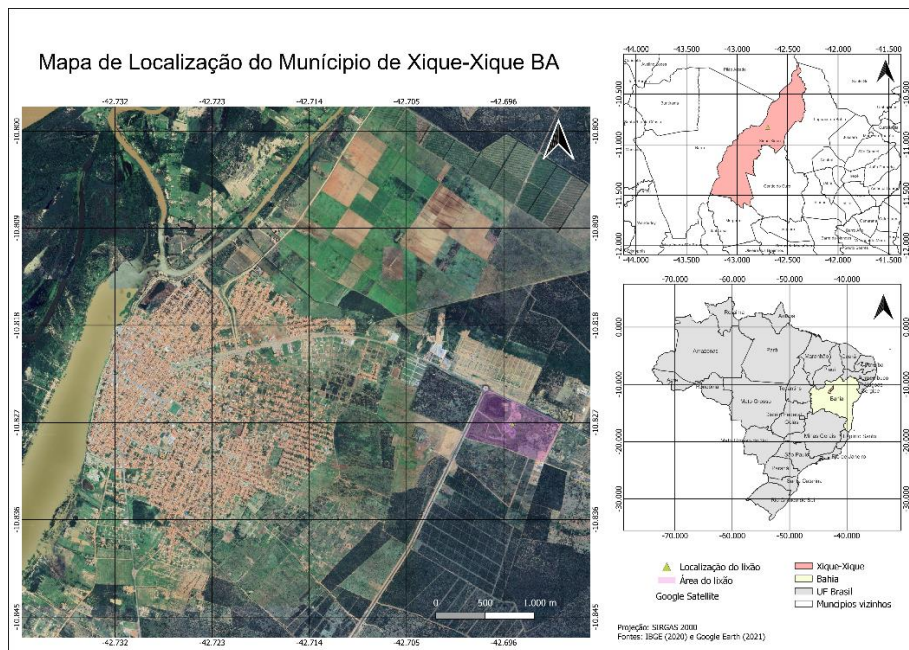
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Xique-Xique possui uma área territorial de 5.079,662 km<sup>2</sup> e população de 44.757 pessoas em 2022.52,8% da população tem um rendimento mensal *per capita* de até meio salário-mínimo. O bioma característico é a Caatinga e está localizado na mesorregião Vale São-Franciscano da Bahia (IBGE, 2022).

O município de Xique-Xique possui legislação própria que trata do saneamento básico e dos resíduos sólidos da cidade. A Lei nº 1.273/2020 institui a Política Municipal de Saneamento Básico (Art. 13) e a Lei nº 1.149/2015, que institui a Política Municipal de Resíduos Sólidos (Art. 6) trazem, respectivamente, as seguintes diretrizes:

I - Adoção do manejo planejado, integrado e diferenciado dos resíduos sólidos urbanos, com ênfase na utilização de tecnologias limpas, visando promover a saúde pública e prevenir a poluição [...]. (Xique-Xique, 2020).

III – o apoio à erradicação, à recuperação e à requalificação de áreas de destinação e disposição final inadequadas de resíduos sólidos, a exemplo de lixões, aterros controlados e aterros sanitários mal operados. (Xique-Xique, 2015).

No município, não existe coleta seletiva, os resíduos gerados são coletados por meio da coleta convencional, na qual os caminhões compactadores percorrem as ruas da cidade coletando os resíduos diretamente nas fontes geradoras, a exemplo das residências e dos estabelecimentos comerciais, seguido do transporte e disposição ambientalmente inadequada no lixão (Figura 01), fato esse que está nitidamente em discordância com o que é estabelecido na legislação.



**Figura 01.** Mapa de Localização do Lixão de Xique-Xique, Bahia.  
**Fonte:** Rocha (2022).

## Tipo de pesquisa

A presente pesquisa se caracteriza quanto à abordagem como quantitativa e qualitativa, pois os dados obtidos serão dispostos em uma tabela e interpretados, sua natureza é básica, visto que é uma pesquisa que se encerra em si mesma e que pode ser utilizada como base para a elaboração de planos, projetos e/ou outras pesquisas, e seu propósito enquadra-se como pesquisa descritiva. Gil (2002, p. 42) diz que “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. No que diz respeito ao procedimento adotado, trata-se de um estudo de caso que, ainda segundo Gil (2002, p. 54), consiste em um “estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”, para tal foram realizadas visitas *in loco*.

## Plano de amostragem

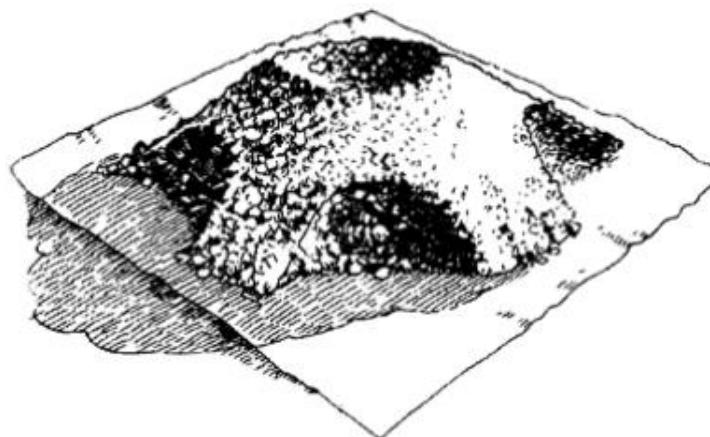
Segundo a NBR 10.007/2004, que trata da amostragem de resíduos sólidos, o plano de amostragem deve ser previamente estabelecido antes da coleta de qualquer amostra e estar em concordância com o objetivo da amostragem e com a pré-caracterização dos resíduos (ABNT, 2004).

Portanto, a escolha dos dias e horários foi planejada de modo que atendesse as demandas da pesquisa, ficando estabelecido que as visitas *in loco* para coleta das amostras seriam feitas às quintas-feiras, evitando quaisquer efeitos sazonais da geração de resíduos em dias próximos aos finais de semana, às 9 horas da manhã, e assim se sucedeu.

A cidade possui dois caminhões compactadores responsáveis pela coleta dos resíduos, cada caminhão realiza a coleta de um lado da cidade, iniciando pelos bairros periféricos até chegar ao Centro, que é o bairro comercial da cidade. Dessa forma, os resíduos são misturados, não havendo então uma separação/caminhão específico para cada bairro. Assim que os caminhões alcançam o volume máximo se deslocam ao lixão para fazer o descarte e retornam para darem continuidade a coleta, até percorrer toda a cidade.

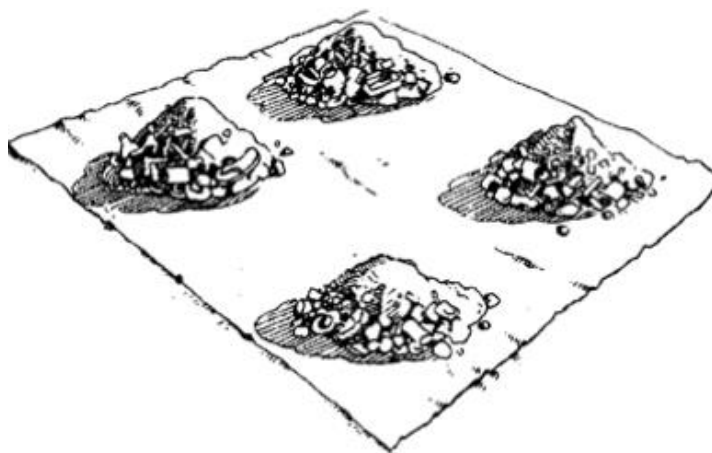
O procedimento de coleta das amostras escolhido foi o mesmo encontrado no Manual de Gerenciamento Integrado, feito pela associação Compromisso Empresarial para Reciclagem CEMPRE (2018), no qual é definido que, após o caminhão descarregar a pilha de resíduos, devem ser coletadas quatro amostras equidistantes, três na base e uma no topo (Figura 02). Sendo importante proceder com

o rompimento dos receptáculos e homogeneização dos resíduos nos pontos de amostra escolhidos antes de realizar a coleta. A coleta é feita com o auxílio de pás e enxadas e os resíduos coletados são armazenados em sacos plásticos de 100 litros. Vale ressaltar que durante todo o processo é necessário o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), nesse caso: luvas, máscaras, calça e sapatos fechados.



**Figura 02.** Pontos de coleta das amostras.  
**Fonte:** Adaptado de CEMPRE (2018).

Coletadas as amostras, segue-se com a aplicação do método do quarteamo de acordo com as recomendações da NBR 10.007/2004, em que as amostras são dispostas sobre uma lona, espalhadas e homogeneizadas com o auxílio de pás e enxadas novamente. Após a homogeneização, os resíduos dispostos sobre a lona são separados em quatro partes iguais (Figura 03), dessas, duas partes opostas são removidas, as duas partes restantes são novamente homogeneizadas, o quarteamo é realizado uma segunda vez e novamente mais duas partes opostas são removidas. Por fim, as duas partes restantes são coletadas e armazenadas em um único saco plástico de 100 litros.



**Figura 03.** Exemplo do quarteamo.  
**Fonte:** Adaptado de CEMPRE (2018).

Após o quarteamo segue-se com a determinação da composição gravimétrica segundo CEMPRE (2018), a amostra final é disposta sobre a lona e os resíduos são separados segundo as seguintes categorias: matéria orgânica, metal, papel/papelão, plástico, vidro e rejeitos/outros materiais. Os resíduos separados são, então, armazenados em sacos plásticos menores segundo as suas categorias

e pesados por uma balança. Após isso, o peso de cada categoria é somado para a obtenção do peso total da amostra e, por fim, segue-se a aplicação da seguinte fórmula matemática:

$$Categoria(\%) = \frac{pesodacategoria(kg)}{(pesototaldaamostra(kg))} \times 100$$

Estabelecido, então, o plano de amostragem com o passo a passo metodológico de cada etapa da pesquisa, deu-se início o processo de realização da pesquisa.

### **Realização da pesquisa e análise dos dados**

Existem objeções ao tipo de pesquisa classificada como estudo de caso, objeções essas que estão relacionadas a uma possível falta de rigor nos processos metodológicos e dificuldades de generalização (Gil, 2002, p. 54-55). Com o intuito de superar essas objeções, o procedimento de determinação da composição gravimétrica foi realizado num total de quatro vezes, sempre às quintas-feiras, como determinado no plano de amostragem, a fim de evitar interferências sazonais que podem ocorrer nas segundas-feiras e finais de semana.

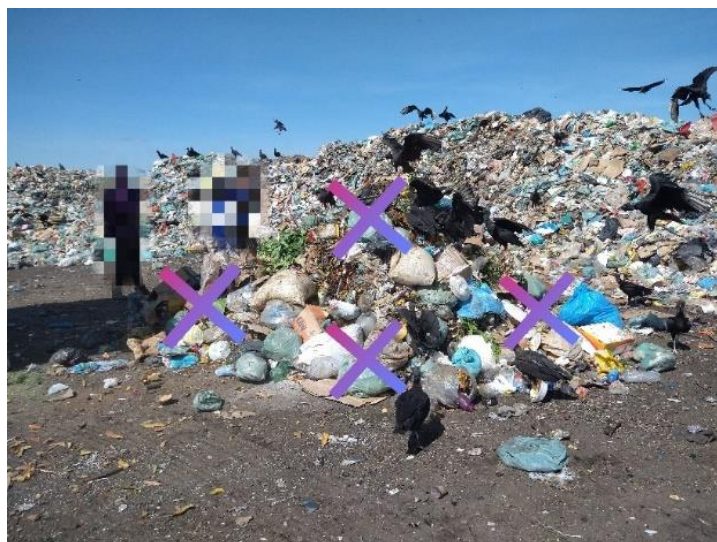
A realização da pesquisa se deu inicialmente se deslocando até o lixão, acompanhando o caminhão, e chegando no local houve uma conversa com os catadores que residem ali, na qual foi explicado que haveria uma pesquisa e que eles esperassem até que as coletas fossem feitas antes que começassem catar os materiais recicláveis, para que não houvesse interferência no resultado da pesquisa. Então, o caminhão começou a descarregar a pilha de resíduos (Figura 04).



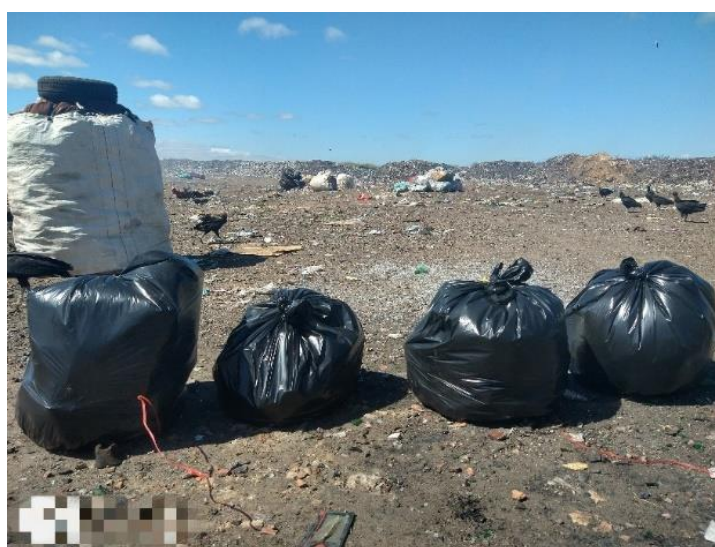
**Figura 04.** Pilha de resíduos sendo descarregada.

**Fonte:** Autores (2023).

Após terminar a descarga dos resíduos prosseguiu-se com a coleta das amostras de acordo com o planejado – quatro amostras equidistantes, seguindo a metodologia apresentada por CEMPRE (2018) – e o armazenamento em sacos plásticos de 100 litros (Figuras 05 e 06).



**Figura 05.** Pilha de resíduos e pontos de coleta das amostras.  
**Fonte:** Autores (2023).



**Figura 06.** Amostras coletadas e armazenadas em sacos de 100 litros.  
**Fonte:** Autores (2023).

Devido ao ambiente insalubre, optou-se por levar as amostras coletadas para um local mais reservado e dar prosseguimento ao processo de quarteamento dos resíduos. Os sacos foram abertos e o seu conteúdo foi disposto sobre uma lona, em seguida, foi utilizada pá e enxada para espalhar e homogeneizar os resíduos. Foi então traçado duas linhas imaginárias – uma na vertical e outra na horizontal – para a separação dos resíduos em quatro partes iguais, em seguida, duas dessas partes, opostas, foram descartadas e as duas restantes foram novamente homogeneizadas para repetir uma segunda vez o processo de quarteamento, remoção de mais duas partes opostas e, por fim, as duas partes restantes foram a base para dar início a determinação da composição gravimétrica dos resíduos (Figura 07).



**Figura 07.**Quarteamento das amostras.

**Fonte:** Autores (2023).

Após isso, deu-se início ao processo de determinação da composição gravimétrica. As partes restantes do quarteamento são a amostra final do processo, e é a partir dela que começa a separação dos resíduos em suas devidas categorias. Os resíduos foram, então, separados, armazenados em sacos plásticos distintos, pesados e, por fim, os devidos valores foram registrados em um caderno, com o auxílio de um lápis, e posteriormente foram dispostos em uma tabela no *Microsoft Excel*(Figura 08). A balança utilizada para tal foi uma balança portátil com gancho (Figura 09).



**Figura 08.** Resíduos separados e armazenados de acordo com a categoria.

**Fonte:** Autores (2023).





**Figura 09.** Balança utilizada na pesagem.  
**Fonte:** Autores (2023).

Os valores encontrados foram dispostos em uma tabela do software *Microsoft Excel*, no qual foram realizados os cálculos necessários para a obtenção do percentual de cada categoria de resíduos de acordo com a fórmula matemática informada no plano de amostragem. As visitas *in loco* e os devidos procedimentos de pesquisa tiveram início em 30 de março de 2023 e terminaram em 20 de abril de 2023.

## Resultados e Discussão

Após a tabulação dos dados, obteve-se como resultado da composição gravimétrica dos RSUs do município de Xique-Xique o que está disposto na tabela 01.

**Tabela 01.**Dados da composição gravimétrica dos RSUs do lixão de Xique-Xique.

Dias	Matéria Orgânica (kg)	Papel/Papelão (kg)	Plástico (kg)	Vidro (kg)	Metal (kg)	Rejeitos/ Outros Materiais (kg)
1	0,905	0,620	0,285	0,385	0	0,600
2	1,020	0,540	0,315	0	0,205	0,440
3	1,215	0,495	0,230	0	0	0,705
4	0,940	0,575	0,305	0	0,105	0,780
<b>Média</b>	1,020	0,558	0,284	0,096	0,078	0,631
<b>%</b>	<b>38,26%</b>	<b>20,91%</b>	<b>10,64%</b>	<b>3,61%</b>	<b>2,91%</b>	<b>23,68%</b>

**Fonte:** Autores (2023).

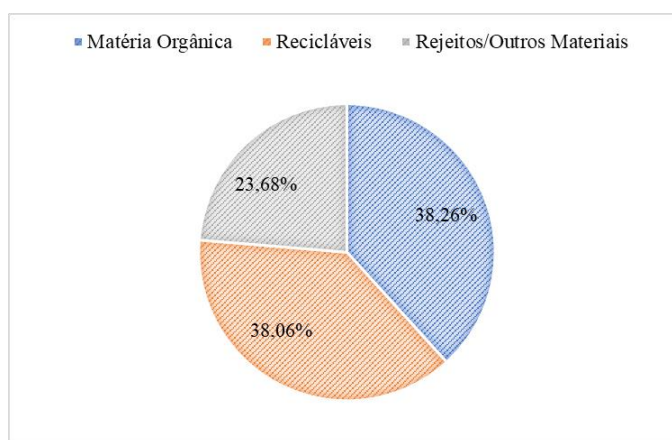
Vale destacar que a composição gravimétrica não está relacionada ao volume dos resíduos e sim ao seu peso, dessa forma, um resíduo que ocupa um volume pequeno pode representar uma porcentagem alta devido ao seu peso e vice-versa.

Os resultados encontrados (Tabela 01) reforçam o motivo pelo qual optou-se por realizar quatro vezes a determinação da composição gravimétrica dos resíduos. No dia 1, por exemplo, a categoria referente aos resíduos de vidro teve um peso de 0,385 kg, que em porcentagem corresponde a 13,77%

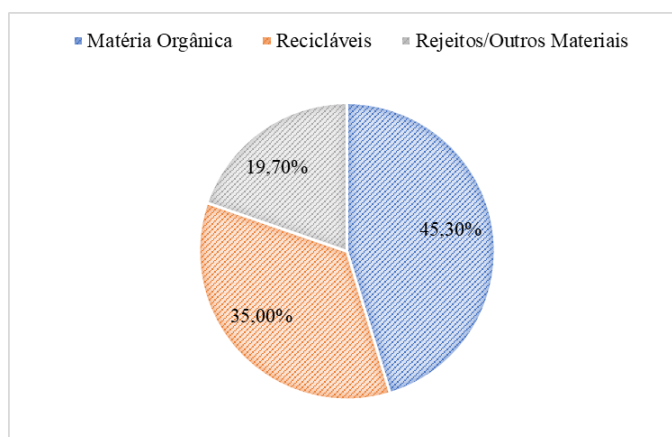
da gravimetria dos resíduos do primeiro dia de coleta, porém esse valor é muito acima da média nacional para o vidro que, segundo a ABRELPE (2020), é 2,3%. Outra categoria de resíduo que apresentaria um resultado fora da realidade, caso a pesquisa tivesse se encerrado com a primeira coleta, seria a categoria referente ao metal, que correspondeu a 0% da gravimetria dos resíduos no primeiro dia de coleta, diferente da média nacional de 2,7%.

Ao encerrar a separação dos resíduos em suas devidas categorias no dia 4, seguiu-se com o cálculo das médias de cada fração e das suas devidas porcentagens, e, observando os valores percentuais finais percebeu-se que houve uma diluição dos dados à medida que foram feitas as novas coletas, o que aproximou a porcentagem de cada fração ao valor médio no Brasil.

Para fins de comparação, foi feito um gráfico da gravimetria simplificada dos RSUs de Xique-Xique, no qual as categorias de matéria orgânica, papel/papelão, plástico, vidro e metal foram reunidos em uma única categoria chamada de recicláveis (Gráfico 01), e foram escolhidos como porcentagens médias a nível nacional os valores publicados no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil pela ABRELPE em 2020 (Gráfico 02).



**Gráfico 01.** Gravimetria simplificada dos RSUs em Xique-Xique.  
**Fonte:** Autores (2023).



**Gráfico 02.** Gravimetria simplificada dos RSUs no Brasil.  
**Fonte:** Adaptado de Abrelpe (2020).

A fração de resíduos referente à matéria orgânica representou 38,26% da composição dos resíduos da cidade, porcentagem essa que está próxima da média nacional, que é 45,30% segundo a ABRELPE (2020). Os resíduos orgânicos encontrados foram: restos de cascas de frutas, restos de legumes e verduras, capim seco, restos de poda e jardinagem e folhas.

Mesmo estando próximo à média nacional, esse valor percentual está muito abaixo do que geralmente foi encontrado nos artigos pesquisados. Por exemplo, Galdino e Martins (2016), ao determinarem a composição dos resíduos de um município, também de pequeno porte, chegaram ao

resultado de que a fração orgânica representava 54% da composição dos resíduos da cidade. Isso foi observado também por Alkmin e Uberto Júnior (2017), cuja porcentagem obtida para a fração orgânica foi de 55,6%.

Uma possível explicação para esse baixo percentual pode estar relacionada aos padrões financeiros e culturais da cidade, os quais, segundo Godecke et al. (2012) têm influência direta na forma como as pessoas lidam com o consumo e os consequentes resíduos. Em Xique-Xique, a maior parte da população tem uma renda baixa, fato que faz com que as pessoas reaproveitem os restos de alimentos, especialmente para a alimentação de animais domésticos, resultando em pouco desperdício, e consequentemente menos resíduos orgânicos destinados ao lixão.

Apesar de o valor encontrado ser menor no município de Xique-Xique, ainda assim trata-se de uma quantidade considerável de resíduos orgânicos, que por não terem um tratamento adequado, por meio da compostagem, e não serem objeto de interesse dos catadores tanto da cidade, quanto dos catadores que se localizam especificamente no lixão, acabam resultando na degradação do meio ambiente.

A decomposição dos resíduos sólidos, especialmente dos orgânicos, resulta na contaminação do solo local e de corpos hídricos próximos, superficiais ou subsuperficiais, pois o chorume resultante dessa decomposição contém materiais dissolvidos e suspensos, que variam de acordo com o tipo de resíduo que está sendo decomposto, que se infiltram e percolam pelo solo, especialmente quando ocorrem precipitações (Mavropoulos, 2015).

Ainda segundo Mavropoulos (2015), outro poluente gerado dessa decomposição é uma mistura de metano e dióxido de carbono denominada biogás, o metano por ser mais leve que o ar se move pelo solo seguindo um caminho de menor resistência, geralmente lateralmente, até chegar à superfície. O gás metano é altamente inflamável e tem um potencial de aquecimento global cerca de 21 vezes maior que o do dióxido de carbono, considerando um período de 100 anos.

Os resíduos orgânicos podem ser tratados através de um processo chamado de compostagem, que, segundo Inácio e Miller (2009, p. 31), é “um processo de biodecomposição da matéria orgânica dependente de oxigênio e com geração de calor, levando a temperaturas típicas de 50°C a 65°C, e picos que podem chegar a mais de 70°C”. A decomposição biológica desses resíduos resulta em um composto orgânico rico em nutrientes que pode ser utilizado como fertilizante, porém no Brasil a compostagem ainda é uma prática pouco comum.

O percentual referente à categoria Rejeitos/Outros Materiais foi de 23,68%, valor este que está um pouco acima da média nacional, 19,70%. Dentre os materiais que foram encaixados nessa categoria estão: panos e trapos, embalagens metalizadas, papéis engordurados ou sujos, resíduos de sanitários, restos de carnes, ossos, embalagens de acrílico, carregador de celular e pilhas.

Esses resíduos não são passíveis de reciclagem e/ou compostagem, com exceção do carregador e das pilhas, que podem ter uma destinação adequada por meio do processo de logística reversa, que é um instrumento da PNRS que visa a restituição desses resíduos sólidos ao setor empresarial para a reinserção no ciclo produtivo, ou, quando isso não for possível, segue-se com uma destinação final ambientalmente adequada.

O fato de no município não ter um sistema de coleta seletiva pode contribuir para o aumento do percentual de rejeitos, pois a mistura dos resíduos durante o armazenamento nas residências e nos caminhões coletores causam a contaminação de materiais que outrora eram passíveis de reciclagem.

Os resíduos potencialmente recicláveis foram uma surpresa, já se esperava encontrar uma porcentagem próxima da média nacional, 35,00%, porém o esperado era que esse valor fosse menor que a média, pelo fato de que na cidade tem muitos catadores informais que circulam pela cidade coletando esses materiais para vender para os intermediários, ou, como também são chamados, atravessadores. Esses atravessadores são os responsáveis por comprar material reciclável dos catadores e vender para as grandes indústrias de reciclagem.

Como dito, essa categoria surpreendeu, pois o percentual encontrado foi de 38,06%, somando as frações de papel/papelão, plástico, vidro e metal, valor acima da média do país. Esse resultado é importantíssimo, pois deixa explícito o potencial que Xique-Xique tem para entrar no mercado da reciclagem, com a implementação de um sistema de coleta seletiva, construção de um aterro sanitário e incentivos à criação de cooperativas de reciclagem. Além disso, tais dados apontam que é possível melhorar a cidade nos três principais aspectos da sustentabilidade: social, econômico e ambiental.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) realizou, em 2010, uma pesquisa sobre o pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos. A pesquisa adequou diferentes parâmetros para que pudessem ser feitos os cálculos acerca dos benefícios econômicos da reciclagem de: aço, alumínio, celulose, plástico e vidro. O resultado foi obtido através da diferença entre os custos de insumos para a produção de produtos a partir de matéria-prima virgem e os custos para a produção dos mesmos produtos a partir de materiais secundários resultantes de processos de reciclagem, além de considerar também todos os benefícios associados à gestão dos resíduos sólidos referentes à diferença entre os custos de coleta regular/disposição final e os custos de coleta seletiva.

A pesquisa resultou em um valor estimado de R\$ 8 bilhões/ano referentes aos benefícios potenciais que a reciclagem traria a população brasileira, caso todo resíduo reciclável que é disposto em aterros controlados e lixões fossem encaminhados para reciclagem (IPEA, 2010). Mesmo esse valor sendo uma estimativa que deva ser usada com cautela, pois foram necessários a adoção de muitos pressupostos e simplificações, demonstra o quanto de dinheiro é desperdiçado como consequência do não cumprimento das políticas públicas existentes relacionadas aos resíduos.

Ainda segundo a pesquisa, os principais ganhos potenciais estão relacionados ao plástico e ao papel/papelão que são encontrados em abundância nos RSUs, o que corresponde exatamente ao que foi encontrado nos resíduos de Xique-Xique, onde, dentre os recicláveis, o plástico e o papel/papelão foram os que apresentaram maiores percentuais, 10,64% e 20,91% respectivamente.

O metal, especialmente o alumínio, oferece um elevado ganho por tonelada e é justamente por esse motivo que ele é pouco encontrado no RSUs, pois é bastante visado pelos catadores que acabam recolhendo antes que esses resíduos cheguem até os aterros controlados ou lixões. Isso corrobora com o percentual encontrado na gravimetria dos resíduos da cidade, na qual o metal apresentou o valor de 2,91%.

### **Custos gerados pelo funcionamento dos lixões**

Segundo Mavropoulos (2015), os custos sobre a saúde por se manter os lixões abertos estão avaliados em 370 milhões de dólares por ano, valor esse que corresponde a cerca de 1.850.000.000 de reais. Para chegar a esse resultado foi adotado o pressuposto conservador de que 1% da população servida por lixões tem sua saúde afetada e precise de tratamento de saúde e que os benefícios perdidos/custos por pessoa por ano seja de 500 dólares.

Seguindo a mesma metodologia aplicada por ele e utilizando os dados populacionais da cidade de Xique-Xique, chegou-se à estimativa de que os custos sobre a saúde, consequentes dos impactos do lixão, são de 223.783,5 dólares, ou, 1.118.917,5 reais, considerando que 1 dólar vale em média 5 reais (Tabela 02).

A existência de lixões realmente tem custos altos, e esses custos passam despercebidos pelas pessoas por diferentes motivos, como pela falta de estudos ou de sistemas de contabilidade, ou simplesmente porque eles serão cobrados nas gerações seguintes (Mavropoulos, 2015). Esse valor de mais de 1 milhão de reais/ano estimado para os custos do lixão sobre a saúde da população de Xique-Xique corresponde a cerca de 4,1% do montante destinado à Secretaria Municipal de Saúde da cidade, que foi de 27.393.158 reais, segundo a Lei Orçamentária Anual de 2022 (Xique-Xique, 2021).

Esses dados apontam para a necessidade de ações direcionadas ao cessamento das atividades do lixão e remediação da área afetada, acompanhadas da implementação de um sistema de coleta seletiva

e construção de um aterro sanitário para a cidade, possibilitando que a cidade possa realmente entrar no mercado da reciclagem.

Para que isso seja realmente eficaz, é importante proceder também com a prática da educação ambiental da população, uma vez que, segundo Nascimento *et al.* (2015), um dos motivos que podem diminuir a eficiência da coleta seletiva é a contaminação dos materiais recicláveis, que resulta em uma diminuição do seu valor de venda.

A coleta seletiva por si só não garante que a população realmente vai firmar o compromisso de separar os seus resíduos. Existem incentivos e barreiras determinantes na conduta das pessoas em relação a esse compromisso, entre os incentivos podem estar a preocupação com o meio ambiente, a pressão social ao ver outras pessoas separando os resíduos e até mesmo incentivos financeiros como a cobrança pela coleta de acordo com a quantidade de resíduos gerada. Entre as barreiras estão a falta de tempo, falta de conhecimento sobre como e o que separar, falta de espaço em casa para armazenamento dos resíduos e falta de pontos de entrega (Neves; Castro, 2012).

Por esses motivos, é que se faz necessário a formulação de estratégias que incentivem os municípios a realizarem a separação dos seus resíduos. No Brasil, já existem algumas iniciativas nesse sentido. Em Ponta Grossa (PR), existe o programa Feira Verde, que funciona baseado na troca de 2 kg de recicláveis por 1 kg de frutas, legumes e verduras e já recebeu mais de 8,4 mil toneladas de recicláveis (Antunes, 2011). Semelhante a esse, em Curitiba (PR), existe também o programa Câmbio Verde, no qual 4 kg de recicláveis podem ser trocados também por 1 kg de frutas, legumes e verduras (Curitiba, 2012).

Diante do cenário apresentado, torna-se evidente a necessidade de um trabalho voltado para o melhoramento da gestão dos resíduos sólidos da cidade, trabalho esse que deve ser feito de maneira estratégica e em conjunto com a população, para que seja, de fato, efetivo em seu objetivo de adequar a cidade à um modelo sustentável de gestão dos seus resíduos, como é estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

## Conclusão

Conforme constatado na pesquisa, o funcionamento do lixão provoca inúmeros problemas socioambientais e econômicos, que poderiam ser evitados caso houvesse na cidade um sistema adequado de separação, coleta, transporte, tratamento e disposição dos resíduos. A determinação da composição gravimétrica mostrou que os RSUs do município de Xique-Xique, Bahia, são compostos em média por 38,26% de matéria orgânica, 23,68% de rejeitos/outros materiais e 38,06% de recicláveis. O percentual referente aos resíduos recicláveis mostra que a cidade tem um bom potencial para o mercado da reciclagem. Nesse cenário, faz-se necessário a articulação de estratégias e iniciativas de educação ambiental voltadas à população, acompanhadas da implementação de um sistema de coleta seletiva e criação de cooperativas de reciclagem, bem como o cessamento das atividades do lixão e construção de um aterro sanitário para o município. Os dados da gravimetria dos resíduos encontrados nesse estudo podem servir como base para a construção de um sistema eficaz e eficiente de gestão de resíduos sólidos para a cidade de Xique-Xique.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.007 – Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE, 2022.

ALKMIN, D.V.; UBERTO JÚNIOR, L. R. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) do lixão do município de Maria da Fé, estado de Minas Gerais. **Caminhos da Geografia**, v. 18, n. 61, p. 65-82, 2017.

ANTUNES, P. Feira Verde - Programa garante variedade de alimentos na mesa de milhares de famílias. **Site da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa** - PR, Ponta Grossa, 31 jan. 2011.

BRASIL, Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei n o 12.305, de 2 de agosto de 2010** Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado / Coordenação geral André Vilhena. 4 ed. São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. 316 p.

CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano De Gestão Integrada De Resíduos Sólidos de Curitiba**. Curitiba: Prefeitura Municipal De Curitiba, 2010. 121p.

GALDINO, S. J.; MARTINS, C.H. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional de um município de pequeno porte. **Tecno-lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 1, p. 01-08, 2016.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GODECKE, M.V.; NAIME, R.H.; FIGUEIREDO, J.A.S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v. 8, p. 1700-1712, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/xique-xique/panorama>. Acesso em: 27 de jul de 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. 2010.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P. R.M. **Compostagem**: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. 2009.

KAZA, S.; RIBEIRO, S.; CHAUDHARY, S. **Mais crescimento, menos lixo**. 2021.

MAVROPOULOS, A. **Saúde desperdiçada**: o caso dos lixões. [s.l.]: ISWA: Abrelpe, 2015.

NASCIMENTO, V. F.*et al.* Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, p. 889-902, 2015.

NEVES, A. C. R. R.; ALMEIDA CASTRO, L.O. Separação de materiais recicláveis: panorama no Brasil e incentivos à prática. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, p. 1734-1742, 2012.

ROCHA, B.O. **Mapa de Localização do Lixão de Xique-Xique, Bahia**. Não publicado, 2022.

SILVA, C. S.S. *et al.* Análise histórica da geração, coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 41, p. 125-138, 2020.

SILVA, V.P. M.; CAPANEMA, L.X.L. **Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil = Public policies in solidwaste management: compare experience and challenges for Brazil.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. [153]-200, set. 2019.

XIQUE-XIQUE. Lei nº 1.273, de 14 de janeiro de 2020. **Institui a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Xique-Xique** e dá outras providências.

XIQUE-XIQUE. Lei nº 1.149, de 05 de outubro de 2015. **Institui a Política Municipal de Resíduos Sólidos** e dá outras providências.

XIQUE-XIQUE. Lei nº 1.351, de 26 de novembro de 2021. **Estima a Receita e Fixa a Despesa do Município de Xique-Xique para o exercício financeiro de 2022** e dá outras providências.