



## Diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Sul do Maranhão *Diagnosis of solid urban waste management in South Maranhão*

Rayssa Guimarães Rosa<sup>1</sup>, Cláudio Luis de Araújo Neto<sup>1</sup>, Jonatas da Silva Castro<sup>1</sup>, Débora Batista Pinheiro Sousa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Maranhão, São Luiz, Brasil

Contato: [jonatas.castro@ufma.br](mailto:jonatas.castro@ufma.br)

### Palavras-Chave

composição gravimétrica  
educação ambiental  
lixão  
impactos ambientais  
quarteamento

### RESUMO

A geração desordenada e o manejo inadequado de resíduos interferem não somente no meio ambiente, como também nos aspectos sociais, tecnológicos e econômicos, o que constitui uma problemática persistente para gestão pública. É esperado que os municípios adotem modelos de gerenciamento de resíduos sólidos que minimizem os impactos ambientais negativos, visto que, por meio destes, são feitos diagnósticos da situação atual da gestão, bem como estabelece-se metas para atender aos preceitos das legislações ambientais. Neste estudo objetivou-se diagnosticar a situação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Tasso Fragoso, Sul do Maranhão. Como etapa metodológica, realizou-se buscas nos principais documentos e legislações municipais, estaduais e federais vigentes para compreender os dados sobre a geração e as formas de disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no município. Para a caracterização dos resíduos, foi seguido o método de quarteamento, proposto pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A coleta e o transporte dos resíduos em Tasso Fragoso são realizados por meio de serviço terceirizado e abrange cerca 98% da área urbana. Esses resíduos não passam por nenhum tratamento e são dispostos no lixão municipal. O peso específico aparente resultou em 211,16 kg/m<sup>3</sup> e a quantidade total de resíduos gerados foi de 3.658,8 kg/dia. Dessa forma, pode-se definir a geração per capita para a população do Município de Tasso Fragoso- MA é, média, de 0,719 kg/hab.dia. Adicionalmente, foi observado que a maior fração dos resíduos domiciliares no município é composta de plásticos, correspondendo a 36,07% da amostra, evidenciando a carência de cooperativas de reciclagem ou associação de catadores na região. Assim, percebe-se que existem desafios a longo prazo que devem ser transpostos, tais como, o esforço conjunto para a elaboração de políticas públicas voltadas para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, que incluem o encerramento do atual lixão municipal, dispendo e destinando, de forma ambientalmente adequada, os diversos tipos de resíduos gerados no município.

### Keywords

gravimetric composition  
environmental education  
garbage dump  
environmental impacts  
quarterming

### ABSTRACT

The disorderly production of waste and its inadequate management modify not only the environment, but also the social, technological and economic aspects, which constitutes a persistent problem for public management. Municipalities are expected to adopt solid waste management systems, in order to minimize negative environmental impacts, since, through these, diagnoses of the current management situation are made and goals are established to meet the precepts established by environmental legislation. This study aimed to diagnose the current situation of urban solid waste management in the city of Tasso Fragoso, South of Maranhão. Searches were carried out in the main documents and municipal, state and federal legislation in force to understand the data on the generation and the forms of disposal of Solid Urban Waste (MSW) in the municipality. For the characterization of the residues, the method of quartering, proposed by Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), was followed. The collection and transport of waste in Tasso Fragoso is carried out by an outsourced service and covers approximately 98% of the urban area. This waste does not undergo any treatment and is disposed of in the municipal dump. The apparent specific weight resulted in 211.16 kg/m<sup>3</sup> and the total amount of waste generated was 3,658.8 kg/day. From this, it is possible to define the per capita generation for the population of the municipality of Tasso Fragoso-MA, being equal to 0.719 kg/hab.day. Additionally, it was observed that the largest fraction of household waste in the municipality is composed of plastics, corresponding to 36.07% of the sample, evidencing the lack of recycling cooperatives or associations of collectors in the region. Thus, it can be seen that there are long-term challenges that must be overcome, such as the joint effort for the elaboration of public policies aimed at the management of urban solid waste, which include the closure of the current municipal dump, disposing and allocating, in an environmentally appropriate way, the various types of waste generated in the municipality.

### Informações do artigo

Recebido: 04 de novembro, 2022  
Aceito: 05 de agosto, 2023  
Publicado: 23 de agosto, 2023

## Introdução

Os desafios ligados ao desenvolvimento do saneamento básico se deram de acordo com a evolução das diversas civilizações, e estão relacionados à saúde e ao meio ambiente envolvendo grande parte da população mundial (FERNANDES, 2016; SANTOS et al., 2018). No Brasil, a Lei N° 11.445, de 05 de janeiro de 2007, estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico, e caracteriza o saneamento básico como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Todavia, existe uma carência no acesso aos supracitados serviços, sobretudo das populações mais carentes que se concentram nas periferias das cidades e nas áreas rurais, contribuindo, assim, para o agravamento da saúde e da qualidade de vida da população (SANTOS et al., 2018), bem como impactam negativamente o meio ambiente. Neste sentido, é fundamental o gerenciamento de resíduos sólidos como prioridade nas políticas públicas (GIOVANETTI, 2014), visto que há uma relação direta entre os resíduos sólidos e os problemas ambientais (FERNANDES, 2016) e de saúde humana.

A partir dessa problemática, as discussões voltadas aos resíduos sólidos ganharam evidência, principalmente no que tange às questões de saúde pública (TOLEDO, 2018). Porém, somente na Conferência de Estocolmo, em 1972, e na Rio 92, em 1992, os resíduos sólidos passaram a ser vistos, em âmbito mundial, como um viés ambiental (ONU, 1972; ONU, 1992).

Os estudos voltados ao diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos em municípios ou regiões são de extrema relevância, visto que há uma necessidade de conhecer a tipologia e a quantidade de resíduos que são gerados, com o objetivo de desenvolver programas de manejo adequado e minimizar os riscos de contaminação da população, sobretudo para os que atuam diretamente na coleta desses resíduos, contaminação do solo e do lençol freático e, logo, da água. Alguns trabalhos partem do diagnóstico em estabelecimentos (SILVA; OLIVEIRA; DA SILVA, 2019; SOUSA; SOUSA, 2021), instituições (SANTOS; COSTA; SANTOS, 2019), meios de transporte (FREITAS et al., 2019), outros, de forma mais abrangente, voltam-se a municípios (ALBERTIN et al., 2010; CECÍLIO, 2020; SOUZA et al., 2019; SANTOS, 2018) ou regiões (BALBINOT; RODRIGUES; DEMARCO, 2019; ARAÚJO et al., 2019).

O presente trabalho, concentrado em município no sul do Estado do Maranhão é relevante tendo em vista que é o primeiro estudo de diagnóstico de gerenciamento de resíduos sólidos da região, com análises *in loco*, e em cenário de trecho banhado por uma das mais importantes bacias hidrográficas do Brasil, a do rio Parnaíba que, com a ausência de gerenciamento adequado de resíduos, pode sofrer futuros impactos ambientais negativos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal N° 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010 Art. 3º, X), caracteriza o gerenciamento de resíduos sólidos como um conjunto de ações exercidas de forma direta ou indireta nas etapas de

coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou plano municipal de gerenciamento de resíduos sólidos a gestão integrada de resíduos sólidos. Essa gestão integrada é voltada à busca de soluções para os resíduos sólidos, e contempla as dimensões política, econômica, ambiental e cultural, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA, 2017).

A PNRS destaca ainda a proibição da disposição de resíduos em lixões a céu aberto, e ressalta a importância da redução, reutilização, reciclagem, tratamento e eliminação adequada dos resíduos, a fim de evitar danos ambientais e saúde pública (ALFAIA et al., 2017).

De acordo com o Panorama, divulgado em 2022, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022), com relação às formas de disposição final dos resíduos sólidos, 39% dos municípios brasileiros ainda utilizam formas inadequadas, como lixões e aterros controlados. Esses são considerados formas inadequadas de disposição final de resíduos sólidos, visto que ocorrem queimadas a céu aberto e trabalho em condições insalubres dos catadores.

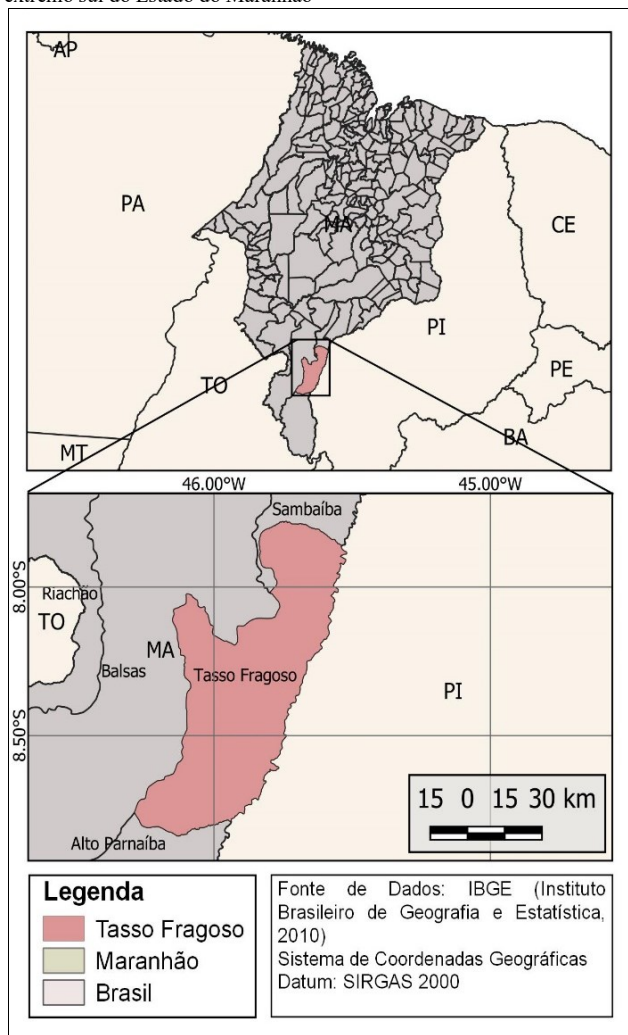
Dessa forma, é esperado que os municípios adotem sistemas de gerenciamento dos resíduos sólidos, como por meio do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), de modo a minimizar os impactos ambientais negativos, visto que, por meio destes, são feitos diagnósticos da situação atual da gestão, bem como estabelece-se metas para atender aos preceitos estabelecidos nas referidas legislações (MAEDA, 2013). Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo diagnosticar a situação atual do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Tasso Fragoso, Sul do Maranhão.

## Material e Métodos

### Área de estudo e coleta de dados

O município de Tasso Fragoso - MA, situa-se no extremo sul do Estado do Maranhão, Figura 1, área transicional entre o Cerrado e a Amazônia, com vegetação Savana Arborizada e Savana Florestada (IBGE, 2016) e está situado na Bacia do Rio Parnaíba. O último censo demográfico contabilizou 8.862 habitantes no município, distribuídos nos 4.469,159 Km<sup>2</sup> de extensão territorial, apresentando assim uma densidade demográfica de 2,03 habitantes por m<sup>2</sup> (CORREIA et al., 2011; IBGE, 2022). Ainda de acordo com IBGE (2022), o município comporta uma área de 2,85 Km<sup>2</sup> de urbanização, onde apenas 1,7% dos domicílios detêm de esgotamento sanitário adequado, 23,3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

Figura 1. Mapa de Localização do Município de Tasso Fragoso-MA, extremo sul do Estado do Maranhão



Fonte: Autor (2023)

O diagnóstico do gerenciamento dos resíduos dará ênfase às etapas de geração, caracterização e disposição. Para a obtenção de dados, foi realizada, durante os meses de maio a junho de 2021, uma busca por documentos, legislações federais, estaduais e municipais, relatórios e depoimentos nas sedes da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo, da Secretaria de Infraestrutura e da Prefeitura Municipal de Tasso Fragoso (BRASIL, 2007; BRASIL 2010; MARANHÃO; SNIS, 2019; TASSO FRAGOSO, 2006; TASSO FRAGOSO, 2014).

### Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos

A caracterização dos RSU de Tasso Fragoso-MA foi realizada de acordo com a metodologia proposta na NBR 10.007 (ABNT, 2004), na área do Lixão Municipal.

A amostragem foi iniciada com a distribuição dos resíduos de 1 (uma) das 3 (três) caçambas sobre lona plástica, com tamanho de 4 m<sup>2</sup>, disposta sobre o solo. As caçambas possuem capacidade volumétrica de 6m<sup>3</sup> e são utilizadas para o transporte de resíduos no município. Os resíduos foram armazenados em sacos plásticos reforçados de capacidade volumétrica de 200L e dimensão de 105 cm x 100 cm.

No dia da análise, a coleta de resíduos foi realizada em todos os bairros do município. Para as análises, foram realizadas estimativas para a quantidade de resíduos das demais caçambas.

Os resíduos coletados foram acondicionados em sacos plásticos e pesados. A partir do volume dos sacos plásticos e peso dos resíduos, foi possível determinar o peso específico aparente dos RSU por meio da Equação (1).

$$\text{Peso específico aparente } \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Peso de resíduos obtido (kg)}}{\text{Volume total do saco plástico (m}^3\text{)}} \quad (\text{Eq.1})$$

A geração *per capita* é fundamental para estrutura da projeção de quantidades de resíduos a serem coletados no município. Para o cálculo da geração *per capita* de resíduos sólidos, o peso total da amostra foi dividido pela população atendida pelo serviço de coleta, sendo o valor expresso em kg/hab.dia.

Para a determinação da composição gravimétrica, seguindo o quarteamento proposto pela NBR 10007 (ABNT, 2004), os resíduos pesados foram espalhados sobre uma nova lona, com tamanho de 4m<sup>2</sup>, alocando-os em 4 espaços iguais de 2m<sup>2</sup> (A1, A2, A3 e A4). Após essa etapa, os resíduos de dois espaços opostos, A1 e A3, por exemplo, foram transferidos para um novo espaço com lona de 2m<sup>2</sup> disposta sobre o solo, sendo misturados e homogeneizados.

Os resíduos foram, novamente, alocados em 4 espaços iguais de 1m<sup>2</sup> (B1, B2, B3 e B4), sendo realizados 2 quarteamentos. Os resíduos foram classificados em: matéria orgânica; plástico; papel/papelão; vidro; metais; e outros, as classes mais comumente utilizadas para a caracterização, conforme a NBR 10007 (ABNT, 2004). Assim, os resíduos foram separados conforme as classes e devidamente pesados.

### Cenarização (2021-2041)

Para uma análise mais aprofundada e que permita a antecipação das providências necessárias que direcionem o gerenciamento de resíduos em sua integralidade no município, construiu-se uma cenarização de um horizonte temporal de 20 anos de alguns fatores críticos do sistema que envolve o manejo dos resíduos sólidos urbanos, como exemplo, a quantidade de resíduos gerados de acordo com o aumento populacional.

Para a cenarização, a taxa de crescimento populacional foi obtida com base nos dados do IBGE (2000), com 6.367 habitantes, IBGE (2010), com 7.796 habitantes e a estimativa do IBGE (2021) de 8.862 habitantes, utilizando a Equação (2).

$$\text{Taxa de Crescimento Populacional} = \left( \frac{\text{Pop}_n}{\text{Pop}_i} \right)^{\frac{1}{n-i}} \quad (\text{Eq.2})$$

Onde *Pop<sub>n</sub>* corresponde à população no ano de 2021, *Pop<sub>i</sub>* corresponde à população no ano de 2000, *n* corresponde a 2021 e *i* a 2000.

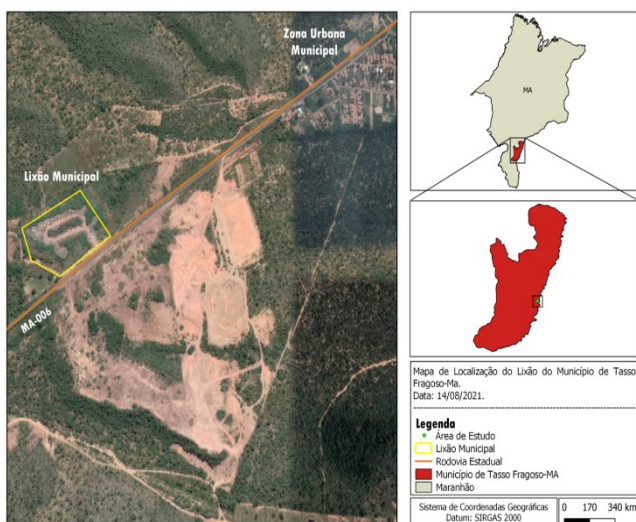
Para a taxa de crescimento da geração per capita, adotou-se o valor de 0,4, conforme Mello e Pisani-Júnior (2019), Pisani-Júnior, Castro M. e Castro A. (2018) e Onofre (2011).

## Resultados e Discussões

### Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos

O município de Tasso Fragoso- MA enquadra-se no índice de municípios que utilizam uma forma inadequada de disposição de resíduos sólidos: o lixão. O lixão municipal, apresentado na Figura 2, está localizado a 1,34 km da principal rua do centro da cidade; a cerca de 3,2 km do Morro do Garraão, principal ponto de visitação turística da cidade; e a 1,39 km da margem do Rio Parnaíba. A área é de cerca de 26.000 m<sup>2</sup>.

Figura 2. Mapa de localização do lixão do município de Tasso Fragoso-Sul do Estado do Maranhão



Fonte: Autor (2022).

O serviço de coleta de resíduos domiciliares é realizado por empresa terceirizada e abrange 98% da área urbana no município. Levando em consideração a estimativa populacional do IBGE (2021) para o município (8642 habitantes), 59,6% se encontram na zona urbana (5151 habitantes), destes, 5048 são atendidos pelo sistema de coleta de resíduos.

### Caracterização dos resíduos sólidos urbanos

Os RSU do município de Tasso Fragoso apresentaram uma massa específica de 211,2 kg/m<sup>3</sup>, este valor enquadra-se dentro do estipulado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal- IBAM (2007), igual a 230 kg/m<sup>3</sup> para os resíduos domiciliares. O peso total da amostra, peso bruto, ou seja, todo o resíduo domiciliar coletado durante a análise, foi de 3.799,9 kg. Para corroborar com o resultado obtido, o resultado da pesagem de 30 sacos plásticos, correspondentes a 6000L,

utilizados para armazenar todo o resíduo transportado pela caçamba obteve-se um total de 1219,59 kg em 6 m<sup>3</sup>, estimando-se, assim, para as 3 caçambas, a quantidade total de 3658,8 kg, ou seja, dentro do estimado por meio do peso específico aparente

O valor encontrado para a quantidade total, 3.799,9 kg, de resíduos produzidos representa a geração de resíduos domiciliares de uma população de 5.048 habitantes, que corresponde à população atendida pelo serviço público de coleta. A partir disso, pode-se definir a geração de RSU per capita para essa população, que é igual a 0,725 kg/hab.dia.

De acordo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS (2019), o cálculo do indicador IN021 – Massa coletada per capita em relação à população urbana SNIS/IBGE – mostrou que os municípios brasileiros apresentaram valor médio de 0,99 kg/hab.dia, os municípios da Região Nordeste o valor 1,21 kg/hab.dia, e os municípios do Maranhão o valor de 1,25 kg/hab.dia. De acordo com o censo do IBGE (2010), para uma cidade de pequeno porte, até 30 mil habitantes, a geração per capita é estimada em 0,5 kg/hab.dia; de acordo com a ABRELPE (2020), a geração per capita anual é de 379,2 kg/hab.ano, ou seja, 1,04 kg/hab.dia. Assim, Tasso Fragoso apresentou um índice inferior de geração per capita quando comparado aos índices apresentados pelo SNIS (2019) e pelo panorama da ABRELPE (2020); e um valor superior ao apresentado pelo IBGE (2010), indicando um crescente aumento na geração de resíduos nessa região.

Além disso, o SNIS (2019) também apresentou uma análise comparativa em relação ao aumento da geração de resíduos, onde, entre os anos de 2018 e 2019, houve um aumento de 0,03 kg/hab.dia na média de geração per capita, indo de 0,96 kg/hab.dia, em 2018, para 0,99 kg/hab.dia, em 2019. Dessa forma, é importante ressaltar que o Estado do Maranhão possui poucos municípios participantes da coleta de dados do SNIS, dentre os municípios que não participam, está Tasso Fragoso, devido à falta de informações em relação aos resíduos sólidos provocada pelo descaso nas políticas voltadas à gestão desses resíduos. E, ainda, em relação à análise por faixa populacional, com o intuito de abordar a questão sob o olhar da população atendida pelo município, dentre os enquadrados em primeira faixa que são os com até 30 mil habitantes, que é o caso do município de Tasso Fragoso-MA, sendo o valor encontrado na pesquisa, inferior ao apresentado pelo SNIS.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da caracterização gravimétrica.

Tabela 1. Composição gravimétrica dos RSU do município de Tasso Fragoso- MA, expressa em quilogramas (para cada caçamba e para o total) e porcentagem.

	RESÍDUOS						Total
	Matéria Orgânica	Plástico	Papel/Papelão	Vidro	Metais	Outros	
kg (cada)	16,71	27,50	11,14	8,35	5,22	7,31	74,07
kg (total)	50,12	82,49	33,41	25,06	15,66	21,93	228,67
%	21,92	36,07	14,61	10,96	6,85	9,59	100

Fonte: Autores (2022)

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que a maior fração dos RSU de Tasso Fragoso são plásticos, principalmente embalagens de produtos comercializados.

Vale ressaltar que, a ausência de cooperativas de reciclagem ou associação de catadores de recicláveis na região, contribui para o aumento deste índice, visto que, resíduos que poderiam ser direcionados de forma segura para reciclagem/reuso, acabam sendo descartados de forma inadequada, contribuindo para o aumento da degradação natural, prejudicando fortemente o meio ambiente; além disso, o descarte inadequado é uma ameaça a saúde física dos catadores informais no lixão, que buscam nesses resíduos, uma fonte de renda e sobrevivência.

A matéria orgânica se destacou como a segunda maior fonte de resíduo (21,92%) nessa região, sendo um valor inferior à fração de resíduos da gravimetria dos RSU no Brasil (45,3%), apresentada pela ABRELPE (2020).

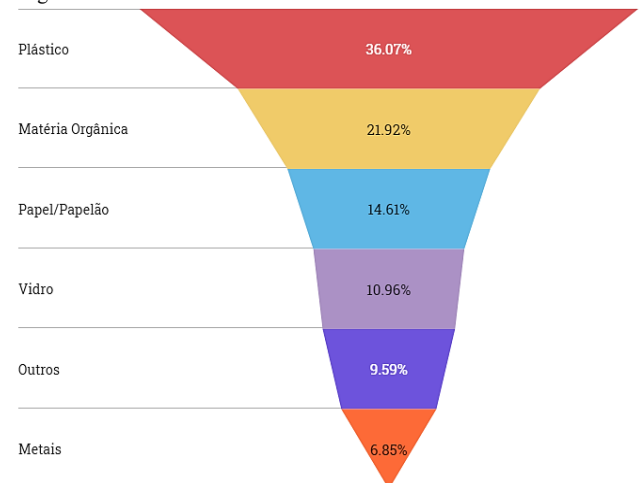
Esse fato pode ser justificado pelas atividades de compostagem domiciliar realizadas no município, onde muitos moradores possuem animais e/ou canteiros de plantações em seus quintais e acabam utilizando os resíduos orgânicos como alimentos e/ou adubos.

O percentual de resíduos recicláveis verificados em Tasso Fragoso (68,19%) foi semelhante ao encontrado por Rodrigues, Ismail e Lino (2023), de 67%, que investigou a composição gravimétrica dos resíduos gerados em Manaus-AM, e superior ao verificado por Araújo Neto et al. (2023), de 30%, em estudo realizado em Campina Grande-PB; e por Santana et al. (2022), de 39,59%, para o município de Arapiraca-AL.

Um fato importante que pode influenciar na quantidade de metais e papel/papelão encontrados nesta pesquisa, é a atuação de catadores que vendem esses recicláveis para complementação de renda. Há também o fato de que a utilização de embalagens metálicas tem perdido espaço às embalagens plásticas e de vidro e estas, por sua vez, estão sendo substituídas por embalagens de papelão, contribuindo para expressiva porcentagem encontrada neste trabalho

A fração relacionada a outros resíduos, corresponde a 9,59% e contempla os resíduos identificados e que não deveriam estar no fluxo de RSU, tais como: eletroeletrônicos, pilhas, baterias e tecidos. Dessa forma, a Figura 3 ilustra a composição gravimétrica dos RSU do município de Tasso Fragoso, e uma visão espacial da distribuição do percentual de massa de recicláveis secos e da massa de matéria orgânica, e outros. De acordo com o relatório do SNIS (2019), o Estado do Maranhão apresenta uma das menores taxas de recuperação de resíduos recicláveis da região Nordeste, uma vez que, grande parte do Estado não possui indicadores de cálculo, ou seja, informações municipais disponíveis para serem fornecidas à pesquisa.

Figura 3. Composição gravimétrica dos RSU do município de Tasso Fragoso- MA.



Fonte: Autores (2022)

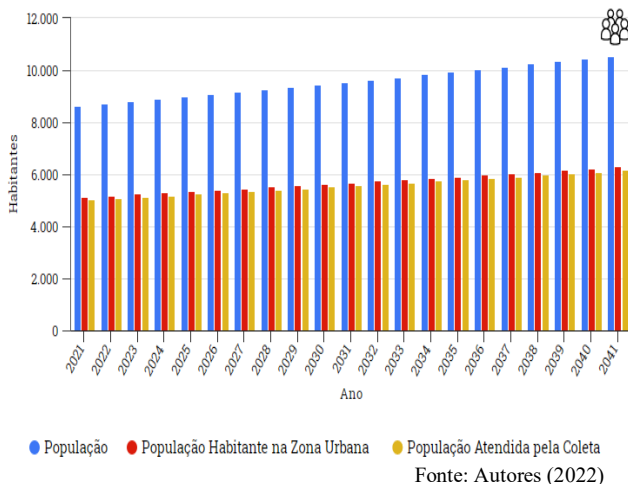
### Cenarização (2021-2041)

A frequência da coleta de RSU no município é diária na zona central e segue-se um calendário nas zonas periféricas. O resultado disso é a existência de diversos pontos viciados de descarte. O lixão municipal recebe os resíduos domiciliares, de limpeza urbana, de estabelecimentos comerciais e de prestadores de serviços, dos serviços de saúde, e da construção civil.

Tendo em vista o cenário atual, é perceptível os desafios a longo prazo a serem transpostos, como as políticas de elaboração e aplicação de gestão e gerenciamento efetivos dos resíduos sólidos urbanos. Vale ressaltar que, apenas dispor os resíduos em aterros sanitários não é suficiente, com isso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), determina que antes da disposição final dos resíduos em aterros sanitários deve-se optar pela não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento. Assim, são necessárias campanhas de educação ambiental voltadas à discussão da redução na geração de resíduos, da separação destes, de sua reutilização, quando possível; inicialmente, deve-se buscar o estabelecimento de associação ou cooperativa de materiais recicláveis, de modo a possibilitar um tratamento adequado aos resíduos e diminuir a quantidade de resíduos passíveis de serem reaproveitados que são destinados ao lixão; e o encerramento do atual lixão municipal, estudando a viabilização da disposição dos rejeitos em aterro sanitário, contribuindo, assim, para disposição final ambientalmente adequada dos resíduos gerados no município.

A Figura 4 mostra a projeção populacional total, de habitantes da zona urbana municipal e de habitantes atendidos pelo sistema de coleta de resíduos, em um cenário de 20 anos.

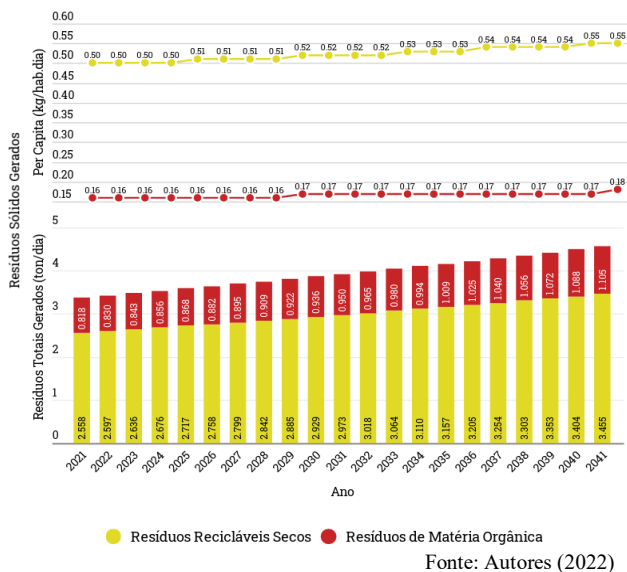
Figura 4. Expansão da área urbana do município em um cenário de 20 anos (2021 a 2041)



Para que os investimentos sejam maximizados e os resultados esperados sejam atendidos, é fundamental analisar a expansão urbana, visto que esta demanda uma ampliação significativa dos fatores críticos do sistema, por isso se faz necessário um efetivo plano diretor municipal eficiente que direcione o processo de expansão da malha urbana de forma controlada e impondo os deveres e direitos de todos os cidadãos.

Paralelo à expansão populacional, está o aumento da geração de resíduos totais e per capita, conforme demonstrado na Figura 5. À medida que se aumenta a produção de resíduos, mais necessária se torna a adequação do gerenciamento destes, visto que precisam ser acondicionados, coletados, transportados, dispostos, tratados e destinados de forma ambientalmente correta. A quantidade de resíduos secos recicláveis no município pode ser diminuída com a criação de cooperativas de reciclagem, o que modificará a tendência.

Figura 5. Geração de resíduos sólidos totais (ton/dia) e per capita (kg/hab.dia), em percentuais de resíduos secos recicláveis e resíduos de matéria orgânica, em um cenário de 20 anos (2021-2041).



Fonte: Autores (2022)

A estimativa total dos valores de quantidade e de volume de resíduos gerados no cenário de 2021 a 2041 estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Estimativa para os valores de população (hab.), geração total e geração per capita de resíduos no cenário de 20 anos (2021 a 2041)

Ano	População (hab.)	População Urbana (hab.)	População Atendida pela Coleta (hab.)	Geração Per Capita (kg/hab.dia)	Total de Resíduos Gerados (ton./dia)	Total de Resíduos Gerados (ton./ano)
2021	8.642	5.151	5.048	0,725	3,66	1.335,73
2022	8.729	5.203	5.099	0,729	3,71	1.355,96
2023	8.817	5.255	5.150	0,732	3,77	1.376,51
2024	8.907	5.308	5.202	0,736	3,83	1.397,36
2025	8.996	5.362	5.255	0,740	3,89	1.418,53
2026	9.087	5.416	5.308	0,743	3,95	1.440,02
2027	9.179	5.471	5.361	0,747	4,01	1.461,84
2028	9.272	5.526	5.415	0,751	4,07	1.483,99
2029	9.365	5.582	5.470	0,755	4,13	1.506,47
2030	9.460	5.638	5.525	0,758	4,19	1.529,30
2031	9.556	5.695	5.581	0,762	4,25	1.552,46
2032	9.652	5.753	5.638	0,766	4,32	1.575,99
2033	9.750	5.811	5.695	0,770	4,38	1.599,86
2034	9.848	5.869	5.752	0,774	4,45	1.624,10
2035	9.948	5.929	5.810	0,777	4,52	1.648,71
2036	10.048	5.989	5.869	0,781	4,59	1.673,69
2037	10.149	6.049	5.928	0,785	4,65	1.699,04
2038	10.252	6.110	5.988	0,789	4,73	1.724,78
2039	10.356	6.172	6.048	0,793	4,80	1.750,92
2040	10.460	6.234	6.110	0,797	4,87	1.777,44
2041	10.566	6.297	6.171	0,801	4,94	1.804,37

Fonte: Autores (2022)

Tendo em vista o cenário atual e o cenário tendencial que apresenta uma complicação nos desafios acerca do manejo de resíduos sólidos, observa-se que são necessárias ações de sensibilização e educação ambiental, bem como outros instrumentos que visem a redução da geração de resíduos no município. Caso não sejam adotadas as medidas necessárias e urgentes que atendam as políticas públicas e visem a efetivação do gerenciamento de resíduos no município de Tasso Fragoso- MA, pode-se prever um cenário caótico em termos de saneamento.

### Ações preventivas e corretivas no manejo dos resíduos sólidos

O município precisa adotar algumas medidas para minimizar os impactos da crescente geração dos RSU na região, entre elas: a) buscar a destinação ambientalmente adequada para todos os resíduos conforme sua classificação; b) promover programas de educação ambiental; c) implantar coleta seletiva por meio de programas específicos; d) promover a inclusão de catadores autônomos de materiais recicláveis, fazendo-se necessária a criação de associação ou cooperativa; e e) viabilizar a cobertura de 100% dos serviços de varrição da área urbana e cobertura de 100% da coleta de Resíduos Domiciliares (RDO).

A disposição final é o principal problema da gestão de resíduos sólidos do município, tendo em vista que todos os resíduos são destinados para o lixão, alternativa ambientalmente inadequada. Entretanto, devido ao porte do município, sugere-se a implantação de aterro sanitário de pequeno porte, ou um consórcio intermunicipal para destinação correta dos resíduos sólidos.

## Conclusão

O diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Tasso Fragoso - MA mostrou que a massa específica dos resíduos é de 211,2 kg/m<sup>3</sup>, que a geração *per capita* é igual a 0,725 kg/hab.dia e que o principal resíduo gerado, em termos gravimétrico, é o plástico, seguido da matéria orgânica e papel/papelão.

Como os resíduos são dispostos em lixões é urgente a viabilização de estudos que visem o encerramento do atual lixão municipal, visto às problemáticas que o cenário apresenta. Tendo como solução, a busca por consórcio intermunicipal para construção de aterro sanitário que atenda os municípios envolvidos.

Por fim, são necessárias políticas públicas que norteiem a responsabilidade, as regras e os procedimentos passíveis de aplicação em cada uma das etapas do gerenciamento de resíduos, tais como programas de educação ambiental, programas de coleta seletiva, incentivos à logística reversa e criação de cooperativas e associações voltadas à reciclagem. Assim, espera-se que esse trabalho contribua com a gestão municipal e com os órgãos ambientais da região, visando implementar informações aos planos de contingência no âmbito do gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Tasso Fragoso, Sul do Maranhão.

## Referências

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 10.004. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 10.007. Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022. São Paulo, 2022.

ALBANO, L. B.; SCOTON, E. J.; BATTISTELLE, R. A. G. Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos no Brasil após a política nacional de resíduos sólidos a partir de dados do SNIS. In: I Congresso Sul-Americano de resíduos sólidos e sustentabilidade- CONRESOL, IBEAS- Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, Gramado- RS, 2018.

ALBERTIN, R.M.; MORAES, E.; ANGELIS NETO, G.; DE ANGELIS, B.L.D.; CORVELONI, E.; SILVA, F.F. Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Flórida Paraná. **Revista Agro@ambiente** On-line, v.4, n.2, p.118-125, 2010.

ALFAIA, R. G. S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. Municipal solid waste in Brazil: A review. **Waste Management & Reserach**, v. 35, n. 12, p. 1195-1209, 2017.

ARAUJO NETO, C. L.; BEZERRA, D. E. ; SANTOS, L. L. ; PAIVA, W. . Potencial econômico dos resíduos sólidos recicláveis em Campina Grande - PB. **Revista DAE**, v. 71, p. 6-19, 2023.

ARAÚJO, L.G.S.; LEAL JÚNIOR, C.R.M.; AMORIM, E.L.C.; SILVA, J.A. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Um diagnóstico dos municípios do Sertão Alagoano. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.8, n.1, 2019.

BALBINOT, N.A.; RODRIGUES, A.C.; DEMARCO, J.O. Diagnóstico da Gestão Ambiental nos Municípios da Microrregião de Erechim-RS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.8, n.1, 2019.

BRASIL. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766/1979, 8.036/1990, 8.666/1993, 8.987/1995; revoga a Lei no 6.528/1978; e dá outras providências. Brasília, jan. 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 23 de jul. de 2021.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 20 de jul. de 2021.

CECÍLIO, F.B. Gerenciamento de resíduos sólidos no município de Laguna SC: do diagnóstico às diretrizes de um plano municipal. Repositório Universitário da Ânima (RUNA), v.1, n.1, 15p, 2020.

CORREIA, F. L. F.; GOMES, E. R.; NUNES, O. O.; LOPES, J. B. F. Relatório diagnóstico do município de Tasso Fragoso. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, Estado do Maranhão. CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Teresina- PI, 2011.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 685-698, 2015.

FERNANDES, D. L. Proposição de alternativas e ações para universalização dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos no município de Pombal-PB. 2016. 71p. (Trabalho de Conclusão de Curso- Bacharel em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.

FREITAS, M.C.C.; GONÇALVES, T.D.; BARRETO, C.A.; SANTOS, G.B.; FREITAS, A.C.G.A. Diagnóstico da Gestão de Resíduos Sólidos no Transporte Hidroviário do Município de Breves (PA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v.14, n.1, 2019.

GIOVANETTI, S. Resíduos sólidos Perspectivas e desafios para a gestão integrada. Caderno de Resumos do II EPERSOL, Editora Universitária da UFRPE, 1. ed., 135 p. Recife, 2014.

IBAM. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2000. Rio de Janeiro, RJ. 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Rio de Janeiro, RJ. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de cidades: Tasso Fragoso. Rio de Janeiro, RJ. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/tasso-fragoso/panorama>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de cidades: Tasso Fragoso. Rio de Janeiro, RJ. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/tasso-fragoso/panorama>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de cidades: Tasso Fragoso. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/tasso-fragoso/panorama>>. Acesso em 05 ago. 2023.
- MAEDA, E. E. Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos nos municípios do Estado de São Paulo, a partir dos Planos Municipais de Gestão Integrada. 2013. 144 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado – Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento) – Universidade Federal de São Paulo. São Carlos. 2013. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/alesp/biblioteca-digital/obra/?id=21875>. Acesso em: 23 ago. 2021.
- MELLO, A.S.; PISANI-JÚNIOR, R. Equação para previsão da taxa de geração per capita de resíduos sólidos domiciliares no estado de São Paulo-Brasil. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2019, Cartagena. Anais do Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Bogotá: Associação Colombiana de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2019. p. 1-8.
- OLIVEIRA, J. P. S. Análise comparativa da gestão de resíduos sólidos em municípios de pequeno porte: estudo de caso. 2017. 71p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/150626>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- ONOFRE, F.L. Estimativa da Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares. 2011. 100p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5448/1/arquivototal.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2021.
- ONU. Organização das Nações Unidas. Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta;1992. Disponível em: [www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br). Acesso em: 20 ago. 2021.
- ONU. Organização das Nações Unidas. Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano. In: Anais Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano. Estocolmo, 6p., 1972.
- PISANI-JÚNIOR, R.; CASTRO, M.C.A.A.; COSTA, A.A. Desenvolvimento de correlação para estimativa da taxa de geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo: influências da população, renda *per capita* e consumo de energia elétrica. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.23, n.2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018167380>.
- RODRIGUES, M.; ISMAIL, K.; DE MORAIS LINO, F.A. Análise Da Composição Gravimétrica Dos Resíduos Sólidos Urbanos Da Cidade De Manaus-AM. **Revista Foco**, v. 16, n. 6, p. e2247-e2247, 2023.
- SANTANA, M. S. A. de; JUCÁ, J. F. T.; CALLADO, N. H.; CARVAHO, E. C. de; PONTES, L. A. G. de B. Characterization of urban solid waste from a consortium landfill in the Alagoas agreste: a methodological approach by regionalization. Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e35111335240, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35240. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35240>>. Acesso em: 6 jul. 2023.
- SANTOS, D.C. Diagnóstico e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Tuneiras do Oeste-PR. 39F. Monografia (Especialização) em Gestão Ambiental em Municípios, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- SANTOS, F. F. S.; DALTRO-FILHO, J.; MACHADO, C. T.; VASCONCELOS, J. F.; FEITOSA, F. R. S. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 241-251, 2018.
- SANTOS, A.; COSTA, V.S.O.; SANTOS, T.G. Diagnóstico da Gestão dos Resíduos Sólidos em Duas Unidades Escolares. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v.14, n.4, 2019.
- SILVA, P.C.; OLIVEIRA, E.A.G.; SILVA, S.D. Diagnóstico da Gestão de Resíduos e Efluentes em Postos de Abastecimento de Combustíveis no Município de Araguatins-TO. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, 2019.
- SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2019. Planilhas do Excel. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico-SNIS-RS-2019-Capitulo-06.pdf>>. Acesso em: 19 de jul. de 2021.
- SOUSA, H.F.B; SOUSA, C.A. Diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos em empreendimento misto de Goiânia. Repositório da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021.
- SOUZA, C.C.F.; MELO, B.R.; SANTOS, M.A.S.; REBELLO, F.K.; MARTINS, C.M.; BELTRÃO, N.E.S. Diagnóstico da Sustentabilidade na Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Marituba, Região Metropolitana de Belém, Estado do Pará. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v.9, n.2, 2019.
- TASSO FRAGOSO. Lei Nº 268, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente e Turismo, e dá outras providências. Tasso Fragoso, 2006.
- TASSO FRAGOSO. Lei Nº 484, de 01 de setembro de 2014. Estabelece diretrizes para a implantação da Política Municipal de Resíduos Sólidos e para a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, no município de Tasso Fragoso/MA. Tasso Fragoso, 2014.
- TOLEDO, M. C. Análise da situação dos resíduos sólidos urbanos no município de Matipó-MG. 2018. 77p. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Ouro Preto. Matipó, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1684>. Acesso em: 23 de jul. de 2021.