



*Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial*

**PELO FUTURO DO TRABALHO**



# **CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS**

**Consórcio Intermunicipal do Médio Vale do  
Itajaí**

**Rodeio**

Fevereiro/2024  
Blumenau/SC

**DADOS DA CONTRATANTE:**

**Razão Social:** Consórcio Intermunicipal do Médio Vale do Itajaí

**CNPJ:** 03.111.139/0001-09

**Endereço:** Rua Tupiniquim, 1070

**Bairro:** Araçonguinhas

**Município/UF:** Timbó/SC

**CEP:** 89120-000

**DADOS DA CONTRATADA:**

**Razão Social:** Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

**CNPJ:** 03.774.688/0065-10

**Endereço:** Rua Harry Pofhal, 111

**Bairro:** Escola Agrícola

**Município/UF:** Blumenau/SC

**CEP:** 89035-050

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	6
<b>2. CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS</b> .....	7
2.1. Resíduos Sólidos .....	7
2.2. Caracterização física .....	9
2.3. Planejamento da gravimetria .....	16
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	17
3.1. Sobre o Empreendimento .....	18
<b>4. LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES</b> .....	22
4.1. População atendida .....	22
4.2. Geração e destinação e resíduos .....	22
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	24
5.1. Geração per capita .....	24
5.2. Caracterização Gravimétrica .....	25
5.2.1. Rodeio .....	25
REFERÊNCIAS .....	35

## FIGURAS

Figura 1 – Composição gravimétrica do RSU .....	9
Figura 2 – Metodologia para caracterização gravimétrica dos RSU.....	11
Figura 3 – Resíduos sólidos urbanos após despejo do caminhão.....	12
Figura 4 – Resíduos dispostos em lona para quarteamento final .....	12
Figura 5 – Resíduos restantes após quarteamento final.....	13
Figura 6 – Recipientes utilizados para separação dos resíduos .....	13
Figura 7 – Pesagem dos resíduos por categoria.....	13
Figura 8 – Localização do estudo.....	21
Figura 9 – Características gerais – Rodeio .....	25
Figura 10 – Início do quarteamento dos resíduos – Coleta convencional – Rodeio .....	27
Figura 11 – Percentual do peso dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta convencional – Rodeio .....	28
Figura 12 – Percentual do volume dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta convencional – Rodeio.....	29
Figura 13 – Pesos específicos de cada categoria de resíduo sólido domiciliar – Coleta convencional – Rodeio .....	30
Figura 14 – Início do quarteamento dos resíduos – Coleta seletiva – Rodeio.....	31
Figura 15 – Separação dos resíduos – Coleta seletiva – Rodeio .....	31
Figura 16 – Percentual do peso dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta seletiva – Rodeio.....	32
Figura 17 – Percentual do volume dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta seletiva – Rodeio.....	33
Figura 18 – Pesos específicos de cada categoria de resíduo sólido domiciliar – Coleta seletiva – Rodeio.....	34
Figura 19 – Composição gravimétrica – Rodeio.....	35

## TABELAS

Tabela 1 – Tipologias dos resíduos – Aterro.....	14
Tabela 2 – Tipologias dos resíduos – Reciclagem.....	15
Tabela 3 – População atendida pelos serviços de coleta de resíduos comum (não encaminhada à reciclagem) .....	22
Tabela 4 – População atendida pelos serviços de coleta de resíduos recicláveis .....	22
Tabela 5 – Dados de geração dos resíduos sólidos destinados ao aterro .....	23
Tabela 6 – Dados de geração dos resíduos sólidos destinados à reciclagem .....	23
Tabela 7 – Proporção de resíduos encaminhados para reciclagem.....	23
Tabela 8 – Tipos de destinação pelo Inventário Nacional (2019) .....	24
Tabela 9 – Geração per capita do resíduo encaminhado para aterro .....	24
Tabela 10 – Geração per capita do resíduo encaminhado para aterro.....	25
Tabela 11 – Geração per capita de resíduos sólidos.....	25
Tabela 12 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta convencional – Rodeio .....	27
Tabela 13 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta seletiva – Rodeio.....	31

## 1. APRESENTAÇÃO

A crescente preocupação ambiental e a necessidade de promover práticas sustentáveis têm colocado a gestão de resíduos sólidos no centro das discussões globais. A caracterização gravimétrica, como parte integrante desse contexto, desempenha um papel crucial na compreensão e na formulação de estratégias eficazes para lidar com os resíduos sólidos.

No mundo contemporâneo, o rápido crescimento populacional e o desenvolvimento industrial acelerado têm contribuído significativamente para o aumento da geração de resíduos sólidos. Esses resíduos podem ser provenientes de diversas fontes, incluindo residências, indústrias, estabelecimentos comerciais e instituições, apresentando uma complexidade em sua composição e características físicas.

A caracterização gravimétrica se destaca como uma técnica analítica fundamental para a identificação, classificação e quantificação desses resíduos. Essa metodologia baseia-se na separação e na medição dos resíduos sólidos por meio de análises gravimétricas, possibilitando a determinação precisa de sua composição, densidade, massa e distribuição.

Ao adotar abordagens sistemáticas e rigorosas, a caracterização gravimétrica permite uma compreensão detalhada da composição dos resíduos, identificando os materiais predominantes, sua origem e características físico-químicas. Esses dados são essenciais para o desenvolvimento de políticas de gestão de resíduos sólidos, a implementação de programas de reciclagem, a seleção de tecnologias de tratamento adequadas e a promoção de práticas de disposição final ambientalmente responsáveis.

Ao longo deste trabalho, exploraremos os princípios metodológicos, desafios enfrentados e benefícios proporcionados pela realização da caracterização gravimétrica dos resíduos recebidos e gerenciados pelo Consórcio Intermunicipal do Médio Vale do Itajaí.

## 2. CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS

### 2.1. Resíduos Sólidos

A NBR 10004:2004 estabelece que: “ Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. ”

A classificação dos resíduos também é definida por esta mesma norma em:

- a) Resíduos classe I – Perigosos
- b) Resíduos classe II – Não perigosos
  - Resíduos Classe II A – Não Inertes
  - Resíduos Classe II B – Inertes

Podemos definir então cada uma das classes de resíduos da seguinte forma:

**Classe I (Perigosos):** São os resíduos que apresentam periculosidade, podendo apresentar características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Estes resíduos podem representar riscos significativos para a saúde pública e para o meio ambiente quando manuseados de forma inadequada. Exemplos incluem resíduos químicos, materiais contaminados por agentes patogênicos, entre outros.

**Classe II (Não Perigosos):** Esta classe é subdividida em duas categorias:

**Classe II A (Não inertes):** Os resíduos não inertes da Classe II não se enquadram como perigosos (Classe I), mas também não possuem propriedades físico-químicas para serem considerados inertes. Geralmente, não apresentam periculosidade, mas podem ter características biodegradáveis, combustíveis ou

solúveis em água. Exemplos incluem resíduos orgânicos, plásticos, papéis, entre outros.

**Classe II B (Inertes):** Já os resíduos inertes da Classe II são aqueles que não se degradam facilmente, não reagem nem se transformam de maneira física, química ou biológica, não sendo solúveis em água e não sendo biodegradáveis. Estes resíduos, portanto, não apresentam periculosidade significativa para o meio ambiente. Exemplos incluem entulhos de construção civil (areia, tijolos, concreto) e alguns tipos de materiais minerais.

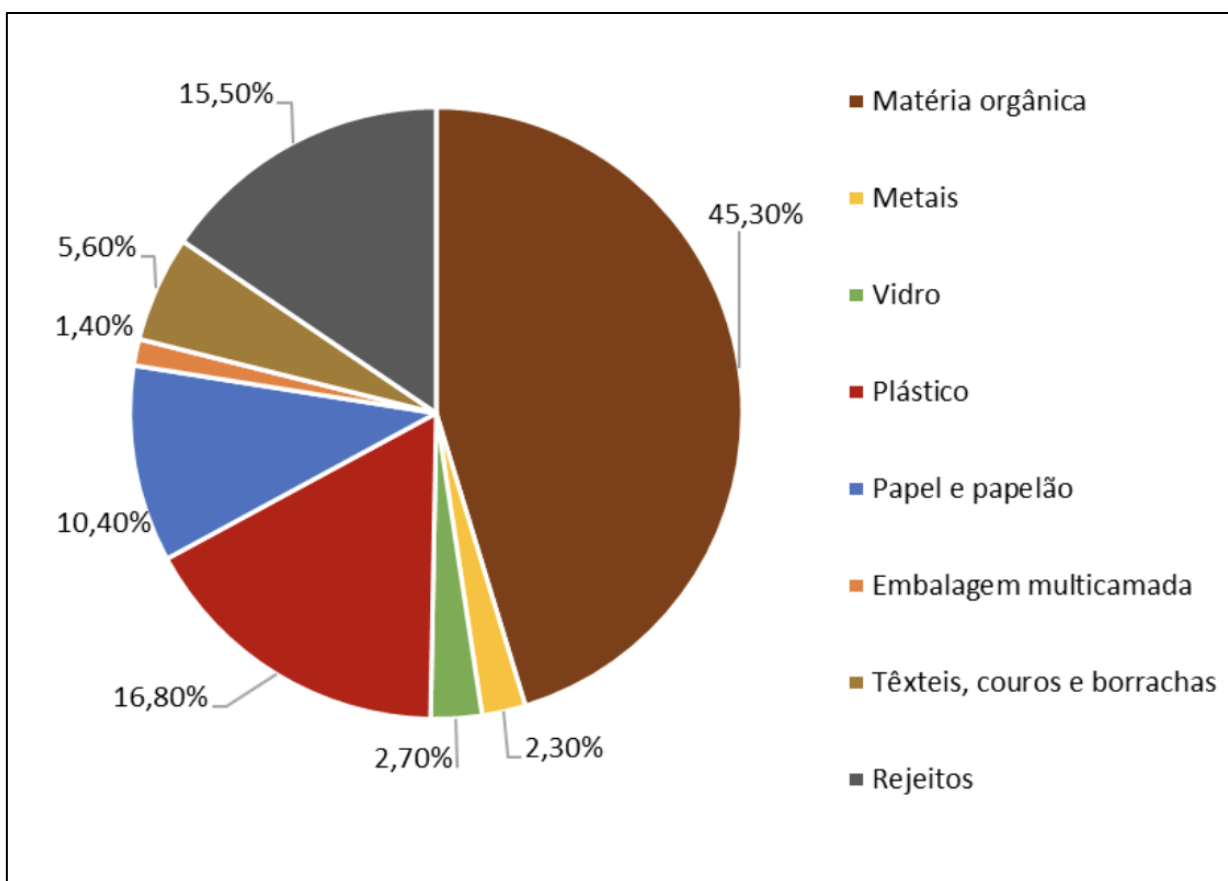
As propriedades dos resíduos sólidos, incluindo sua composição de materiais, peso, volume e outros atributos, variam consideravelmente de uma localidade para outra, influenciadas por uma série de fatores diversos. Estes incluem o tamanho e perfil do município, os setores produtivos predominantes, os hábitos e comportamentos da população, as condições climáticas e o nível de educação.

De acordo com o SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos), Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana). Este estudo focou na caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares.

É notável que as características dos resíduos sólidos não são estáticas; ao longo do tempo, elas sofrem alterações significativas. Consequentemente, torna-se imprescindível a implementação de programas regulares de caracterização, cujo propósito é manter os dados atualizados e alinhar o sistema de gestão de resíduos sólidos a essas mudanças dinâmicas. Essa prática permite a adaptação contínua e o aprimoramento das estratégias de gerenciamento para atender às transformações observadas nos resíduos ao longo do tempo.

A ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) apresenta uma composição média para os resíduos sólidos urbanos, conforme pode ser observado na figura 1.





Fonte: ABRELPE, 2020. Site: <https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-solidos-urbanos/>. Acesso em 11/2023

**Figura 1 – Composição gravimétrica do RSU**

## 2.2. Caracterização física

A legislação em torno dos resíduos sólidos tem sido um ponto crucial na orientação das práticas de gestão ambiental em todo o mundo. No Brasil, a promulgação da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foi um marco significativo nesse contexto. Esta política definiu princípios, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, enfatizando a disposição adequada dos rejeitos, ou seja, o material remanescente dos processos de tratamento, nos aterros sanitários.

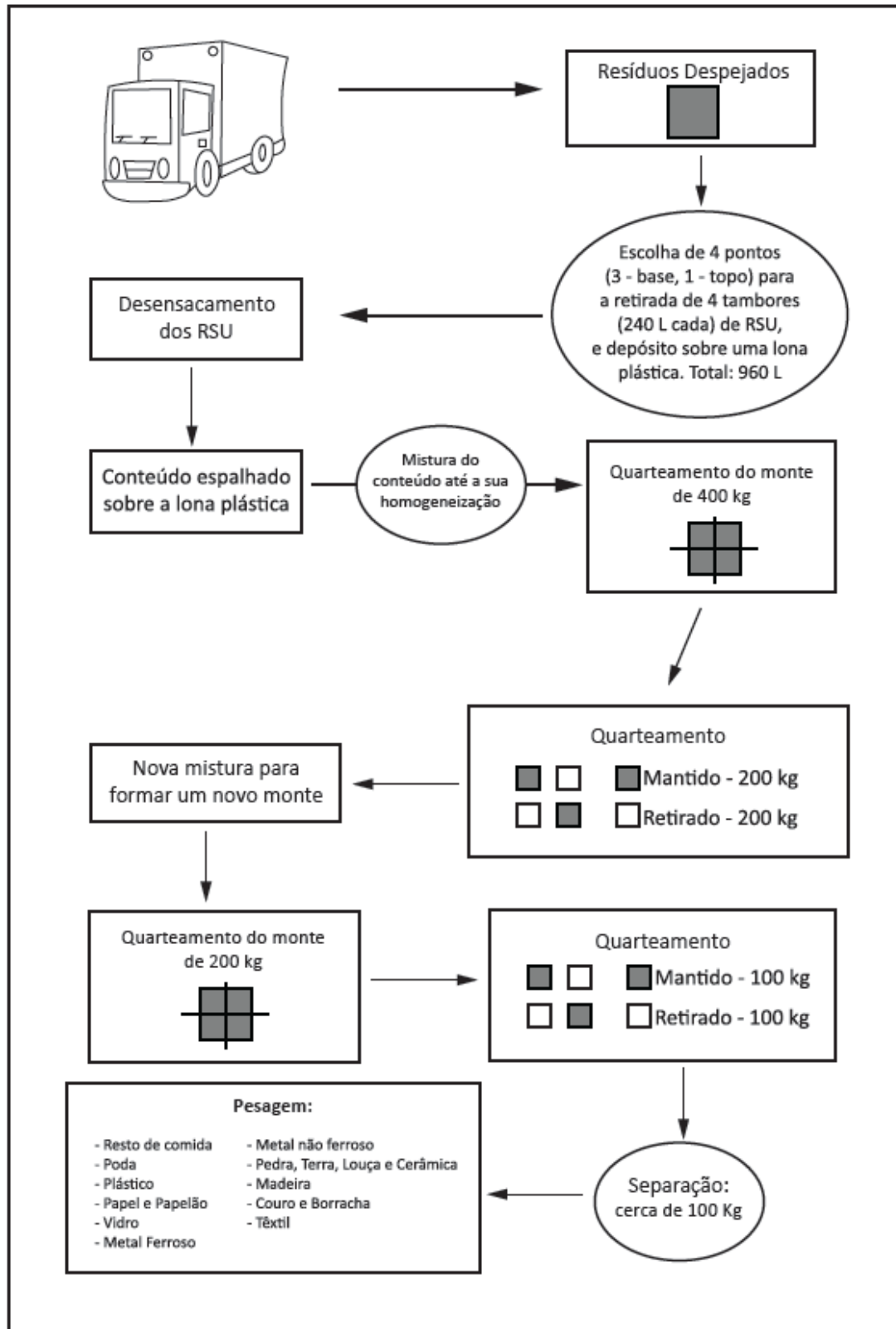
De acordo com especialistas, a análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares é considerada a primeira e mais crucial etapa em qualquer estudo relacionado a esses resíduos. Esta fase é essencial não apenas no planejamento das ações de limpeza urbana, mas também na orientação e determinação do sistema mais

adequado para o tratamento e disposição dos resíduos, direcionando políticas e práticas em conformidade com as demandas ambientais e socioeconômicas locais.

Segundo a NBR 10.007/2004, a caracterização gravimétrica é a “determinação dos constituintes e de suas respectivas percentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico”.

Afim de viabilizar a realização da caracterização, considerando os grandes volumes de resíduos recebidos, se faz necessária a aplicação da técnica de quarteamento dos resíduos. A NBR 10007/2004 define o quarteamento como: “processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado. ”

Na Figura 2 está ilustrado o procedimento de quarteamento dos resíduos para a realização da caracterização gravimétrica.



Fonte: Instituto Estadual do Ambiente (RJ), 2021, apud Soares, 2011.

**Figura 2 – Metodologia para caracterização gravimétrica dos RSU**

A seguir, algumas imagens exemplificam o processo de quarteamento realizado.



**Figura 3 – Resíduos sólidos urbanos após despejo do caminhão**



**Figura 4 – Resíduos dispostos em lona para quarteamento final**



**Figura 5 – Resíduos restantes após quarteamento final**



**Figura 6 – Recipientes utilizados para separação dos resíduos**



**Figura 7 – Pesagem dos resíduos por categoria**

A tipologia de resíduos refere-se à classificação dos diferentes tipos de materiais descartados, levando em conta suas características físicas, químicas e biológicas. Essa classificação é fundamental para entender a natureza dos resíduos e determinar os procedimentos adequados de coleta, tratamento, reciclagem ou descarte. A tipologia dos resíduos encaminhados para aterro utilizada para realizar a segregação e pesagem dos mesmos foi a descrita na Tabela 1.

**Tabela 1 – Tipologias dos resíduos – Aterro**

<b>Tipo</b>	<b>Categoria</b>
Matéria Orgânica	Restos de comida e podas
Plástico	Plástico Duro
	Plástico Mole
	Plástico Filme
	PET
Papel	Papel Colorido
	Papel Branco
	Papel Misto
	Papelão
	Embalagem Longa Vida
	Jornais, revistas, panfletos
Vidro	Vidro Branco, Verde Âmbar e outros
Metal	Alumínio
	Metal Ferroso
	Outros Metais
Outros	Isopor
	Tecido, Roupas, Borracha, Couro
	Madeira
Rejeitos	Areias, Pedra, contaminantes biológicos (fraldas, papel higiênico, absorventes)

Resíduos não contemplados inicialmente nas categorias listadas na Tabela 1, foram adicionadas em razão da demanda quando presentes nas frações finais decorrentes do quarteamento.

No caso dos recicláveis encaminhados para a Associação de Reciclagem (APRI), foi adotada uma classificação diferente, conforme descrito na Tabela 2.

**Tabela 2 – Tipologias dos resíduos – Reciclagem**

<b>Tipo</b>	<b>Categoria</b>
Plástico	Plástico Duro
	Plástico Mole
	Plástico Filme
	PET
Papel	Papel Colorido
	Papel Branco
	Papel Misto
	Papelão, Embalagem Longa Vida
	Jornais, revistas, panfletos
Vidro	Vidro Branco, Verde, Âmbar e outros.
Metal	Alumínio
	Metal Ferroso
	Outros Metais
Outros	Borracha
	Espumas
	EVA
	Madeira
	Móveis
Isopor	
Eletroeletrônicos	
Óleo Usado	
Resíduos da logística reversa	Lâmpadas fluorescentes
	Pilhas
	Baterias
	Pneus
	Embalagens de agrotóxicos
Tecidos	Retalhos da indústria têxtil
	Roupas
	Sapatos
	Acessórios
Roupas de cama, mesa e banho	
Contaminantes/ perigosos	Resíduos de saúde
	Resíduos contaminados com substâncias perigosas
Rejeitos/Matéria Orgânica	Areias
	Pedra
	Restos de comida e podas
	Contaminantes biológicos (fraldas, papel higiênico, absorventes)

A partir do quarteamento, são realizadas as pesagens para estabelecimento dos indicadores relacionados à caracterização gravimétrica dos resíduos. O estabelecimento de indicadores na caracterização gravimétrica dos resíduos é crucial para compreender a composição e as quantidades relativas de diferentes materiais

presentes nos resíduos sólidos. Estes indicadores incluem o percentual de cada material em peso e volume, fornecendo uma visão detalhada da proporção de plásticos, papel, vidro, metais, entre outros componentes presentes.

#### **a) Percentual de cada material**

O percentual da cada amostra foi determinado pela seguinte fórmula:

$$\text{Percentual de cada categoria (\%)} = \frac{\text{Peso da fração (kg)}}{\text{Peso total da amostra (kg)}} \times 100$$

Da mesma forma, foi estabelecido o percentual de cada amostra em relação ao volume, conforme a fórmula:

$$\text{Percentual de cada categoria (\%)} = \frac{\text{Volume da fração (L)}}{\text{Volume total da amostra (L)}} \times 10$$

#### **b) Peso específico**

O peso específico do resíduo reflete a densidade dos mesmos, variando em função da sua composição. A determinação do peso específico relaciona o peso da amostra, ao volume ocupado pela mesma, sem que haja compactação do resíduo. A fórmula aplicada para este cálculo foi a seguinte:

$$\text{Peso específico (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso líquido do resíduo (kg)}}{\text{Volume da amostra (m}^3\text{)}}$$

#### **c) Geração per capita**

A geração per capita de resíduos reflete a quantidade de resíduos gerada por habitante em algum determinado espaço de tempo. A geração per capita foi estabelecida pela seguinte fórmula:

$$\text{Geração} = \frac{\text{Peso total de resíduos de um dia (kg/dia)}}{\text{número de habitantes (hab.)}}$$

### **2.3. Planejamento da gravimetria**

O planejamento das rotas de coleta de resíduos para a execução da caracterização gravimétrica é orientado por materiais de referência. Essas rotas são



cuidadosamente delineadas para abranger áreas diversas do município, contemplando regiões de diferentes níveis socioeconômicos, como aquelas de baixa, média e alta renda, e levando em consideração também as atividades comerciais. Esse cuidado visa assegurar que o material coletado seja representativo da realidade local.

Considerando que os municípios integrantes do consórcio são de pequeno porte, neste estudo optou-se por adotar as rotas de coleta convencionais. Essa escolha foi embasada na suposição de que tais rotas seriam representativas das condições de geração de resíduos em cada uma das localidades.

Além disso, visando entender a diferença entre as características dos resíduos provenientes de áreas urbanas e rurais, decidiu-se realizar duas caracterizações específicas no município de Rio dos Cedros. Essa estratégia permitirá avaliar como as particularidades dessa região podem influenciar a composição dos resíduos.

Um ponto relevante abordado nesta análise de caracterização foi a existência de um programa de coleta seletiva direcionado a resíduos recicláveis. Estes materiais não são destinados ao aterro, mas sim encaminhados a uma associação de reciclagem, denominada APRI, instalada junto ao CIMVI. Por conseguinte, para cada município, foram realizadas duas caracterizações distintas: uma do resíduo domiciliar urbano enviado ao aterro e outra do resíduo reciclável encaminhado à associação, a fim de abranger todo o espectro da gestão de resíduos e suas características. Foi realizada a caracterização do rejeito proveniente da Associação de Reciclagem (APRI). Trata-se do resíduo resultante do processo de separação dos materiais recicláveis, porém, que não possui viabilidade para reciclagem. Por essa razão, é direcionado para o aterro sanitário.

Para o município em questão a caracterização gravimétrica do resíduo destinado ao aterro foi realizada dia 22 e 23 de junho de 2023 e para o resíduo destinado a Apri foi feita dia 12 de setembro de 2023.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Neste capítulo é apresentado o escopo objeto deste estudo, contemplando a história de criação do consórcio, localização do aterro sanitário e descrição dos municípios membros que encaminham seus resíduos ao aterro.

### 3.1. Sobre o Empreendimento

Em razão de problemas ambientais comuns decorrentes de atividades levadas a efeito por suas Administrações, os Municípios de Benedito Novo, Doutor Pedrinho, Rio dos Cedros, Rodeio e Timbó, situados no Médio Vale do Itajaí, Estado de Santa Catarina, firmaram intenção de cooperação mútua e constituição de pessoa jurídica para promover a gestão consorciada de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais.

Tal intento restou concluso em agosto de 1998 quando, com base no artigo 47 da Lei nº 9.433/97, foi constituído sob a forma de associação civil sem fins econômicos, o “Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Benedito”.

O êxito obtido com a gestão consorciada propalou-se pela região, e, na ocasião do desenvolvimento de sistema de gestão de resíduos sólidos, Municípios vizinhos solicitaram participação.

Assim, em janeiro de 2003, ingressaram no Consórcio os Municípios de Apiúna e Ascurra, passando a partir daí, a ser denominado "Consórcio Intermunicipal do Médio Vale", e com atuação abrangendo as áreas físicas formadoras das Bacias Hidrográficas do Médio Vale do Itajaí.

No mesmo ano, respectivamente em fevereiro e maio, ingressaram os Municípios de Indaial e Pomerode, resultando o Consórcio formado por nove Municípios, totalizando área territorial de 2.830,53 Km<sup>2</sup>, ocupada por uma população de 156.883 habitantes (IBGE 2007).

Com vistas à continuidade do Consórcio, classificado como associação administrativa, imperativo se fez sua adequação às normas editadas, então, em assembleia realizada em julho de 2007, foi aprovado por unanimidade a conversão da instituição em Consórcio Público, de acordo com a Lei nº 11.107/05, sob a forma de associação pública de natureza autárquica inter federativa, conversão esta efetivada em 14 de dezembro de 2007.

Representação do conjunto de Municípios que o integram em assuntos de interesse comum, perante quaisquer outras entidades de direito público ou privado, nacionais ou internacionais;

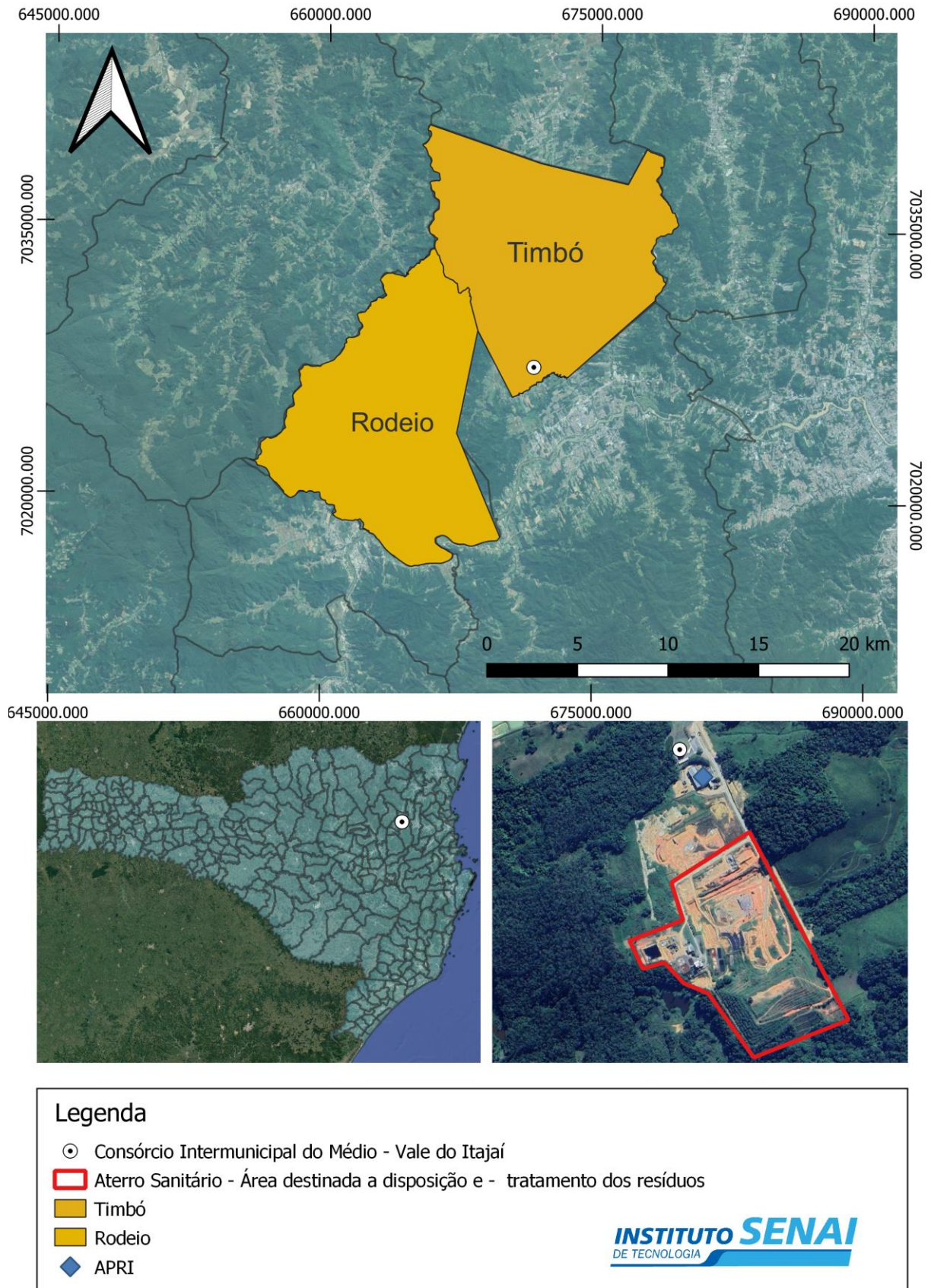
- Gestão associada de serviços públicos ou de interesse público;
- Promoção do uso racional dos recursos naturais e a proteção do meio-ambiente;
- Gestão e a proteção de patrimônio urbanístico, paisagístico ou turístico comum;
- Ações e políticas de desenvolvimento urbano, socioeconômico local e regional;
- Aquisição ou administração de bens para uso compartilhado dos Municípios consorciados;

Os trabalhos desenvolvidos pelo Consórcio na área de gestão de resíduos sólidos resultaram na implantação do aterro sanitário no Município de Timbó, que foi adotado pelo Ministério Público e pelo Governo do Estado como exemplo e modelo de trabalho participativo, e culminou com o Prêmio Fritz Müller, concedido em 2003 pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA, às empresas e entidades públicas e privadas que se destacam na área ambiental.

Atualmente os municípios atendidos pelo aterro do CIMVI são:

- Apiúna
- Ascurra
- Benedito Novo
- Botuverá
- Doutor Pedrinho
- Guabiruba
- Ilhota
- Indaial
- Luiz Alves
- Massaranduba
- Pomerode
- Rio dos Cedros
- Rodeio
- Timbó

Na Figura 8 está localizado o município que encaminha seus resíduos ao aterro administrado pelo consórcio, assim como a localização da área onde são dispostos os resíduos e Cooperativa de Trabalho Intermunicipal de Reciclagem (APRI).



**Figura 8 – Localização do estudo**

## 4. LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES

### 4.1. População atendida

No intuito de estabelecer o indicador de geração per capita de resíduos, é necessário saber qual a população geradora dos resíduos encaminhados para aterro ou reciclagem. Para este fim, foi disponibilizada pelo Consórcio Intermunicipal do Médio Vale do Itajaí, uma relação da população atendida pelos serviços de coleta de resíduos em cada um dos municípios pertencentes ao consórcio. Estes valores estão relacionados na Tabela 3.

**Tabela 3 – População atendida pelos serviços de coleta de resíduos comum (não encaminhada à reciclagem)**

Município	População (hab.)
Rodeio	12715

Da mesma forma, foi disponibilizada a informação referente a população atendida pela coleta dos resíduos destinados a reciclagem, que estão relacionados na Tabela 4.

**Tabela 4 – População atendida pelos serviços de coleta de resíduos recicláveis**

Gerador	População (hab)
Rodeio	12715

### 4.2. Geração e destinação e resíduos

Outra informação relevante para correlação com a caracterização gravimétrica de resíduos, está relacionada a quantidade total de resíduos destinados para disposição em aterro sanitário e para a reciclagem. Ao conhecer a quantidade total de resíduos gerados, torna-se possível estabelecer relações com os dados obtidos na caracterização gravimétrica, possibilitando uma análise mais completa e representativa da composição dos resíduos sólidos. Essa correlação entre a geração bruta e a caracterização gravimétrica permite uma compreensão mais aprofundada dos padrões de geração de resíduos, contribuindo para a formulação de estratégias mais eficazes na gestão e no planejamento de resíduos.

Na Tabela 5 estão descritos os dados relativos a média de resíduos recebidos mensalmente para disposição no aterro e os valores acumulados nos anos de 2022 e 2023.

**Tabela 5 – Dados de geração dos resíduos sólidos destinados ao aterro**

Município	Média 2022 (ton/mês)	Acumulado 2022 (ton)	Média 2023 (ton/mês)*	Acumulado*
Rodeio	116,75	1.902,72	242,51	2.182,60

\* Até setembro de 2023

Já na Tabela 6 estão relacionados os dados de recebimento de resíduo destinados à reciclagem nos anos de 2022 e 2023.

**Tabela 6 – Dados de geração dos resíduos sólidos destinados à reciclagem**

Gerador	Média 2022 (ton/mês)	Acumulado 2022 (ton)	Média 2023 (ton/mês)*	Acumulado 2023*
Rodeio	13,33	159,95	16,55	148,97

\* Até setembro de 2023

Ao relacionar os resíduos encaminhados ao aterro e a reciclagem, é possível estabelecer a proporção de reciclagem dos resíduos em cada um dos municípios estudados.

**Tabela 7 – Proporção de resíduos encaminhados para reciclagem**

Município	Média Convencional 2022/2023 (ton/mês)*	Média Reciclagem 2022/2023 (ton/mês)*	Total de resíduos (ton/mês)	Relação reciclagem (%)
Rodeio	200,54	14,94	215,48	6,93%

\* Até setembro de 2023

\*\* Considerando somente a média dos municípios que encaminham os resíduos recicláveis para a APRI.

Em consulta ao SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos), é demonstrado um perfil de destinação dos resíduos sólidos urbanos domiciliares estratificado por destinação. Na Tabela 8 estão descritos esses dados.

**Tabela 8 – Tipos de destinação pelo Inventário Nacional (2019)**

Tipo de destinação	Massa (t)	%
Reciclagem	1.613.786,60	2,99
Compostagem	304.632,30	0,56
Unidade de manejo de galhadas e podas	142.625,10	0,26
Aterro sanitário	39.859.929,20	73,76
Aterro controlado	5.944.139,30	11,00
Lixão	6.177.442,00	11,43
<b>Totais</b>	<b>54.042.554,50</b>	<b>100</b>

Fonte: SNIS – Inventário Nacional 2019

Considerando somente a relação entre os resíduos provenientes de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) que são encaminhados para aterro e reciclagem, temos que a proporção de resíduos encaminhados à reciclagem é consideravelmente mais alta do que a média nacional, nos municípios que possuem coleta seletiva, atingindo uma média de 11,03%.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Geração per capita

Segundo a ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Panorama 2021), a geração de resíduos sólidos urbanos em 2020 foi de 82,5 milhões de toneladas, que perfazem o indicador médio de geração per capita brasileiro de 1,07 kg/hab.

Relacionando os resíduos encaminhados tanto para aterro quanto para reciclagem ao Consórcio Municipal do Médio Vale do Itajaí, foram obtidas as gerações per capita de resíduos relativos a cada município. Na Tabela 9 estão relacionados os dados de geração e população atendida para os resíduos convencionais, enquanto na Tabela 10 os resíduos encaminhados para reciclagem.

**Tabela 9 – Geração per capita do resíduo encaminhado para aterro**

Município	População (hab.)	Média 2022/2023	Geração Per capita (kg/dia)
Rodeio	12.715	200,54	0,5185



**Tabela 10 – Geração per capita do resíduo encaminhado para reciclagem**

Município	População (hab.)	Média 2022/2023	Geração Per capita (kg/dia)
Rodeio	12.715	14,94	0,038632

Somando as gerações per capita de resíduos sólidos encaminhados para aterro e para reciclagem, temos a geração per capita total de resíduos nos municípios atendidos pelo CIMVI, que está representada na Tabela 11.

**Tabela 11 – Geração per capita de resíduos sólidos**

Município	Geração Per capita total (kg/hab.dia)
Rodeio	0,557

## 5.2. Caracterização Gravimétrica

A seguir estão os resultados da caracterização gravimétrica realizada para cada município atendido pelo CIMVI e pela APRI.

### 5.2.1. Rodeio

#### a) Informações Gerais:

#### Características Gerais

Área Territorial 128,25 km <sup>2</sup>	IDH-M em 2010 0,754	População Total Estimada 11.551
PIB (R\$ 1.000) em 2017 273.836,86	PIB per capita (R\$) em 2017 23.836,77	*População Urbana Declarada 9.967

■ Fonte: IBGE

■ \*Fonte: SNIS



Fonte: Relatório Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos, 2020

**Figura 9 – Características gerais – Rodeio**

No relatório municipal de gestão de resíduos sólidos do ano de 2019, foram registradas as seguintes informações sobre os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Cobertura de coleta indiferenciada	Massa total coletada	Massa coletada per capita em relação a população total atendida	Cobertura de coleta seletiva
<b>96,3,00%</b>	<b>1.764 t</b>	<b>0,48 kg/hab.dia</b>	-

Fonte: SNIS

Destaca-se que nos dados fornecidos pelo Consórcio Intermunicipal do Médio Vale do Itajaí, referentes ao ano de 2022, o acumulado da massa total de resíduos coletados atingiu 2.062,67 ton, com uma geração per capita de 0,444 kg/hab.dia.

#### **b) Caracterização gravimétrica:**

##### **- Coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares:**

O levantamento dos dados referentes aos resíduos sólidos domiciliares gerados e destinados pelo município de Rodeio ao aterro administrado pelo CIMVI, foram realizados no dia 22 e 23 de junho de 2023.

A carga de resíduo total submetida ao processo de quarteamento foi de 7.140,00 kg, peso registrado em balança na entrada do aterro, sem número de registro do MTR.

Na Figura 10 está ilustrado o processo de quarteamento do resíduo referente à coleta convencional na área rural do município de Rodeio.



**Figura 10 – Início do quarteamento dos resíduos – Coleta convencional – Rodeio**

A Tabela 12 exibe os dados obtidos a partir da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares provenientes da coleta convencional realizada no município de Rodeio.

**Tabela 12 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta convencional – Rodeio**

<b>Categoria</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Percentual peso (%)</b>	<b>Volume total (L)</b>	<b>Percentual em volume (%)</b>	<b>Peso específico (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Matéria Orgânica	286,80	43,69%	915,77	23,95%	313,18
Plástico	129,90	19,79%	1.488,13	38,91%	87,29
Papel	18,60	2,83%	457,89	11,97%	40,62
Vidro	22,20	3,38%	75,55	1,98%	293,84
Metal	6,00	0,91%	28,26	0,74%	212,31
Outros	63,80	9,72%	400,65	10,48%	159,24
Rejeitos	129,10	19,67%	457,89	11,97%	281,95
Total	656,40	100,00%	3.824,15	100,00%	-

A Figura 11 apresenta a composição média, em termos percentuais de peso, dos resíduos sólidos domiciliares, relativos à coleta convencional, obtida através do estudo de composição gravimétrica realizado para o resíduo coletado no município de Rodeio.

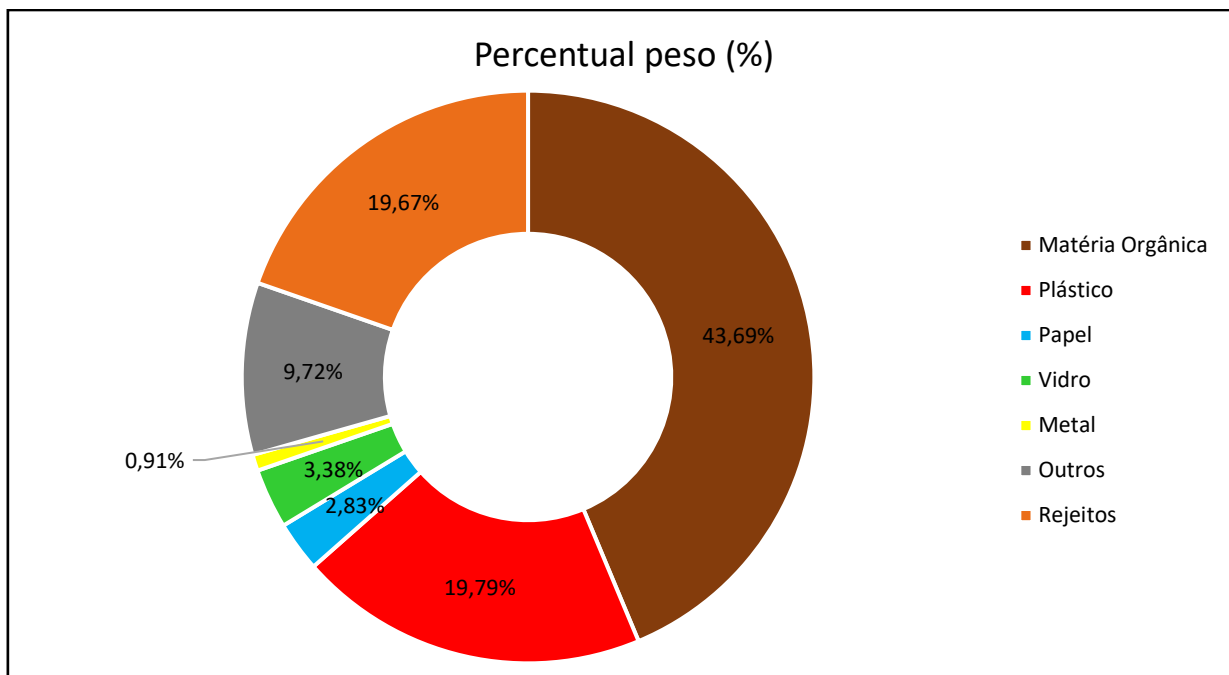


Figura 11 – Percentual do peso dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta convencional – Rodeio

A análise percentual das categorias de resíduos em Rodeio demonstrou uma semelhança considerável com as características geralmente observadas pela ABRELPE (2020), que estabelece parâmetros padrão para a composição dos resíduos sólidos. No entanto, um dos pontos de maior divergência foi observado na fração de papel. Enquanto, de acordo com a ABRELPE, espera-se uma proporção em torno de 10% para essa categoria de resíduo, na caracterização realizada em Rodeio, essa fração correspondeu a 2,83%. Essa diferença significativa no percentual de papel pode ter influenciado as proporções relativas das outras categorias de resíduos na caracterização realizada.

A Figura 12 representa a composição média, em termos percentuais de volume, dos resíduos sólidos domiciliares, relativos à coleta convencional, obtida por meio do estudo de composição gravimétrica realizado para o resíduo coletado no município de Rodeio.

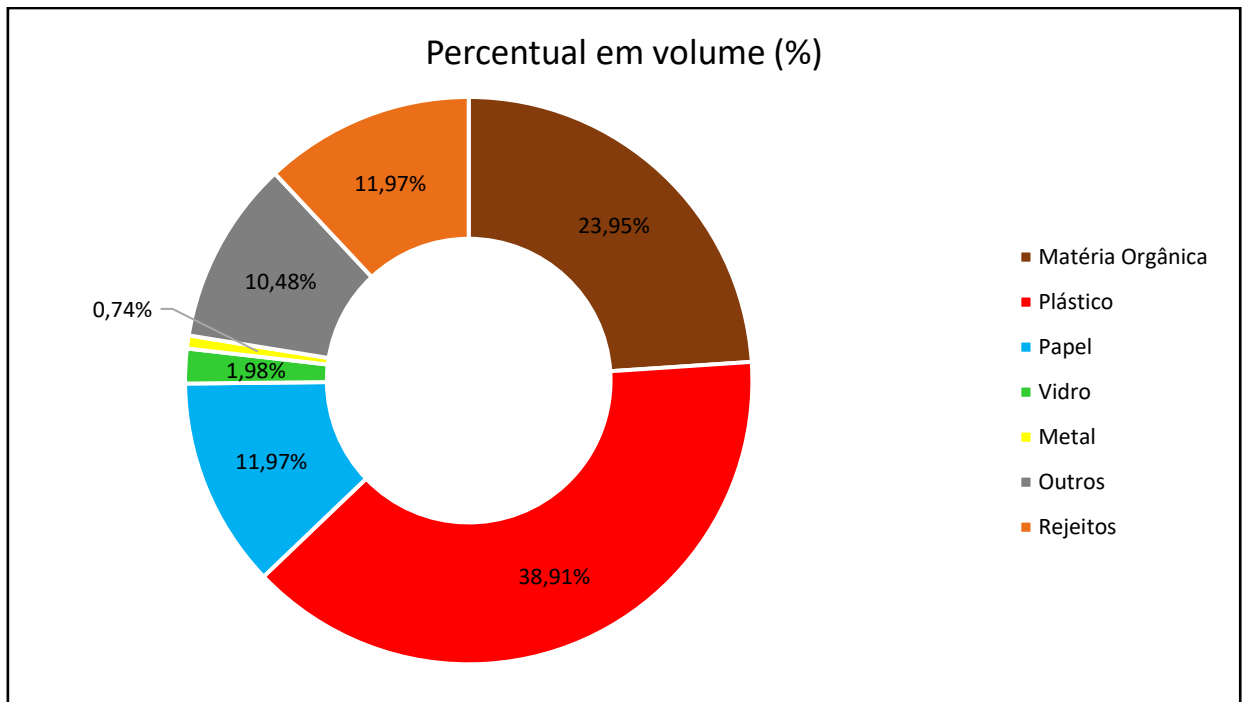
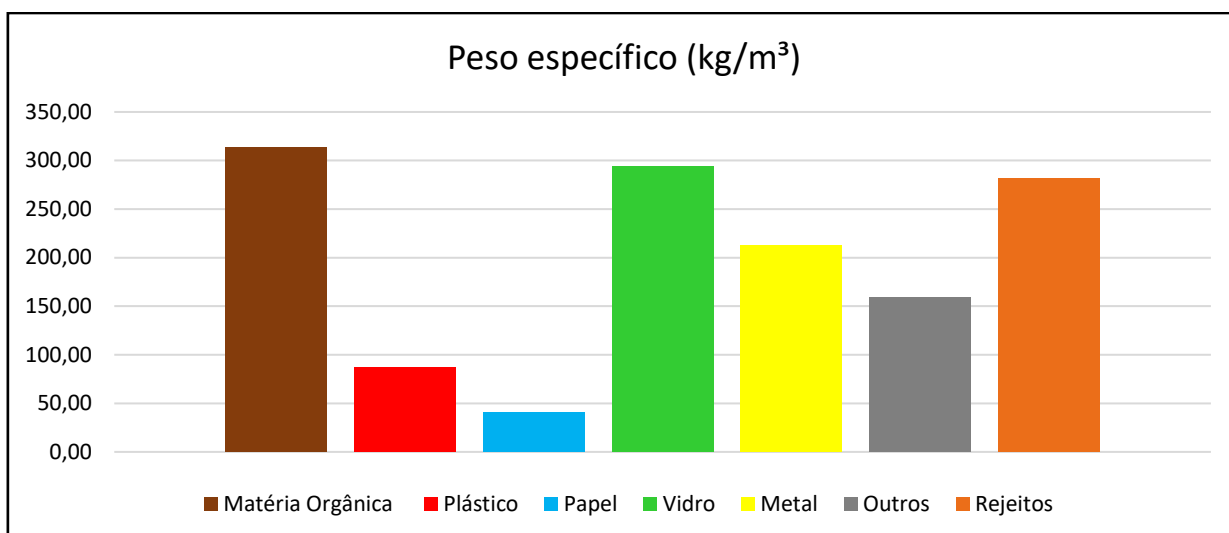


Figura 12 – Percentual do volume dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta convencional – Rodeio

No contexto do volume dos resíduos, observa-se uma predominância significativa do plástico, devido à sua baixa densidade, o que o torna preponderante em termos proporcionais. Em seguida, destaca-se a presença considerável da matéria orgânica, mesmo tendo uma densidade maior em comparação com outras categorias de resíduos, como o plástico. Esse cenário revela que, apesar da matéria orgânica ocupar menos espaço em termos de volume absoluto, sua presença ainda é significativa em comparação com outras categorias.

A Figura 13 apresenta a relação de peso específico dos resíduos sólidos domiciliares, relativos a coleta convencional do município, dos resíduos caracterizados no procedimento de quarteamento e separação realizados para estabelecer a composição gravimétrica dos mesmos.



**Figura 13 – Pesos específicos de cada categoria de resíduo sólido domiciliar – Coleta convencional – Rodeio**

Na análise dos resíduos considerados nesta caracterização, Matéria orgânica, vidro e rejeitos se destacaram como as categorias com maior peso específico, atingindo valores próximos a 350 kg/m<sup>3</sup>, refletindo uma densidade mais alta desses materiais. Os metais apresentaram um peso específico um pouco superior a 200 kg/m<sup>3</sup>, situando-se em uma faixa intermediária.

Por sua vez, os resíduos categorizados como 'outros', encontraram-se em um nível intermediário, resultante possivelmente da diversidade de materiais presentes nessa classificação.

Já os resíduos de menor peso específico foram o plástico e o papel, registrando valores abaixo de 100 kg/m<sup>3</sup>. Esses materiais, embora representem uma proporção significativa em termos de volume, ocupam um espaço maior proporcionalmente ao seu peso, em comparação com outras categorias devido à sua baixa densidade.

#### **- Coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares:**

O levantamento dos dados referentes aos resíduos sólidos domiciliares gerados e destinados pelo município de Rodeio à APRI, foram realizados no dia 12 de setembro de 2023.

A carga de resíduo total submetida ao processo de quarteamento foi de 1450 kg, peso registrado em balança na entrada do aterro, sem número de registro do MTR.

Nas figuras 14 e 15 está ilustrado o processo de quarteamento do resíduo referente à coleta seletiva do município de Rodeio.



**Figura 14 – Início do quarteamento dos resíduos – Coleta seletiva – Rodeio**



**Figura 15 – Separação dos resíduos – Coleta seletiva – Rodeio**

A Tabela 13 exibe os dados obtidos a partir da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares provenientes da coleta seletiva realizada no município de Rodeio.

**Tabela 13 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta seletiva – Rodeio**

<b>Categoria</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Percentual peso (%)</b>	<b>Volume total (L)</b>	<b>Percentual em volume (%)</b>	<b>Peso específico (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Plástico	88,00	40,55%	2.289,44	41,58%	38,44
Papel	73,20	33,73%	2.060,49	37,42%	35,53
Vidro	23,80	10,97%	125,55	2,28%	189,57
Metal	9,80	4,52%	150,17	2,73%	65,26
Outros	3,30	1,52%	79,22	1,44%	41,65
Isopor	2,80	1,29%	228,94	4,16%	12,23
Rejeitos	7,30	3,36%	380,27	6,91%	19,20
Tecidos	8,80	4,06%	192,02	3,49%	45,83
Total	217,00	100%	5.506,10	100%	-

A Figura 16 apresenta a composição média, em termos percentuais de peso, dos resíduos sólidos domiciliares, relativos à coleta seletiva, obtida através do estudo de composição gravimétrica realizado para o resíduo coletado no município de Rodeio.

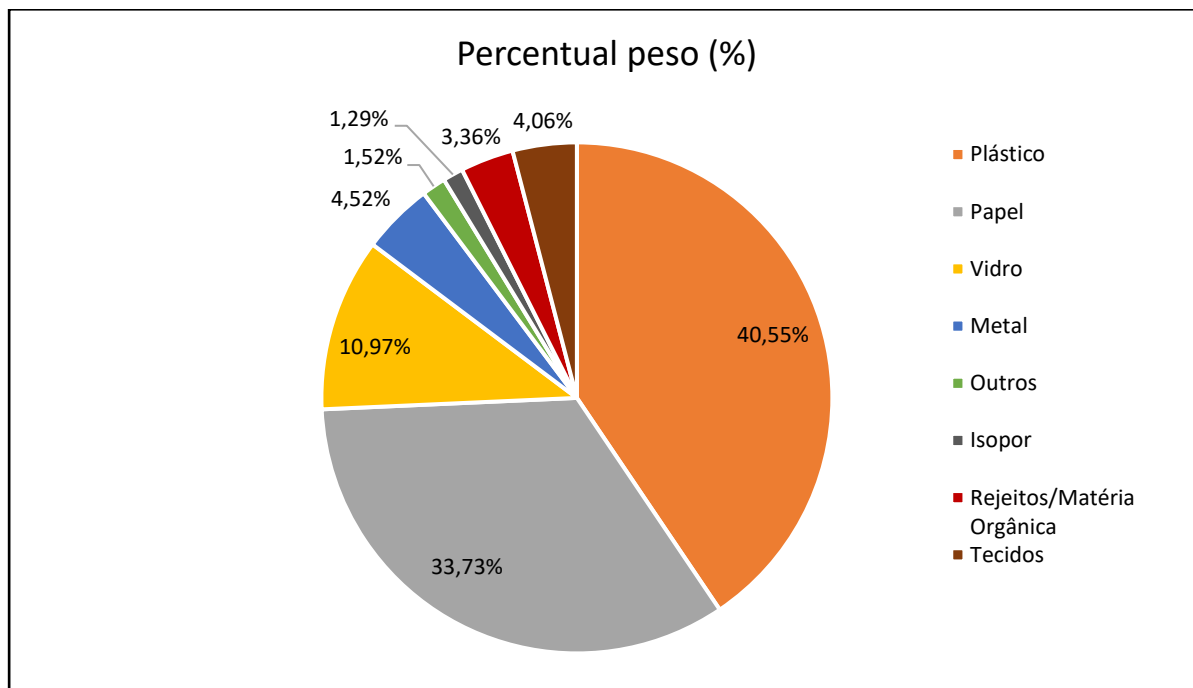


Figura 16 – Percentual do peso dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta seletiva – Rodeio

A análise gravimétrica detalhada dos resíduos provenientes da coleta seletiva demonstrou um processo altamente eficiente. Apenas uma pequena parcela, correspondente a menos de 5% do total dos resíduos submetidos ao quarteamento, foi identificada como materiais não passíveis de reciclagem. Esse resultado ressalta a eficácia do sistema de triagem e separação de materiais recicláveis durante a coleta seletiva.

É interessante observar a ausência de materiais eletroeletrônicos dentre os resíduos recicláveis identificados. Esse padrão manteve-se constante nos levantamentos realizados nos municípios da região, apontando para uma tendência comum na composição dos resíduos recicláveis. Esta ausência de equipamentos eletroeletrônicos pode sinalizar a necessidade de estratégias específicas de coleta ou políticas de descarte para lidar com esse tipo de material na região.



A Figura 17 representa a composição média, em termos percentuais de volume, dos resíduos sólidos domiciliares, relativos à coleta seletiva, obtida por meio do estudo de composição gravimétrica realizado para o resíduo coletado no município de Rodeio.

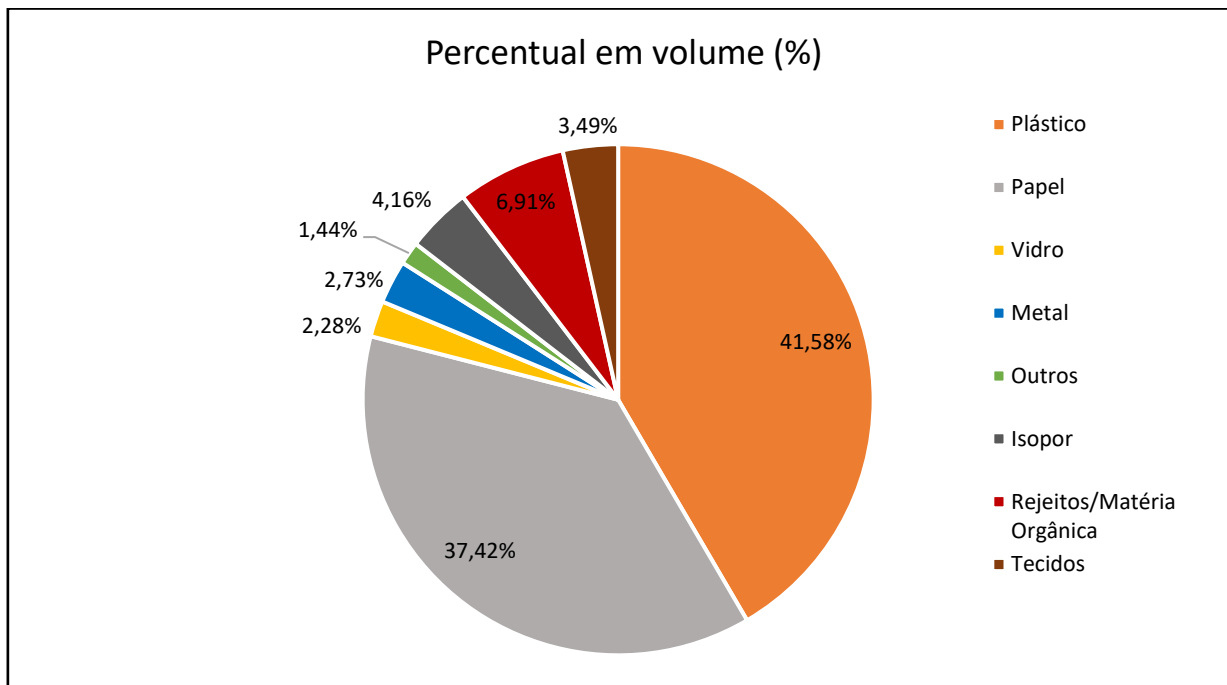


Figura 17 – Percentual do volume dos resíduos sólidos domiciliares – Coleta seletiva – Rodeio

A correlação entre a representação do volume dos resíduos e suas características de peso foi claramente observada na caracterização realizada. Verificou-se que a matéria orgânica, devido ao seu peso específico relativamente baixo, ocupou um volume proporcionalmente maior em comparação com outros tipos de resíduos. Esse cenário difere do padrão observado nos demais municípios da região que foram estudados, onde o peso específico da matéria orgânica geralmente se encontra em um nível diferente.

A Figura 18 apresenta a relação de peso específico dos resíduos sólidos domiciliares, relativos a coleta seletiva dos resíduos caracterizados no procedimento de quarteamento e separação realizados para estabelecer a composição gravimétrica dos mesmos.

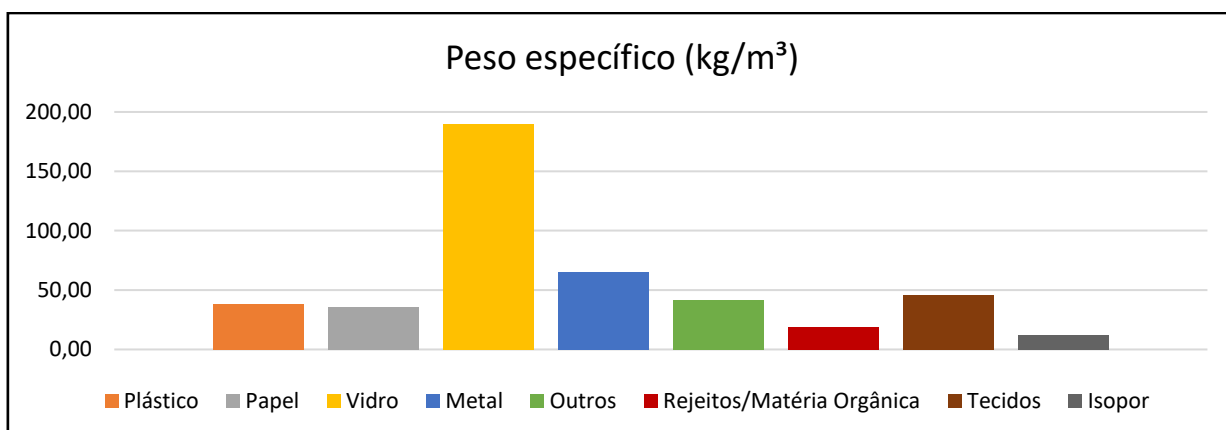


Figura 18 – Pesos específicos de cada categoria de resíduo sólido domiciliar – Coleta seletiva – Rodeio

Os pesos específicos dos resíduos encaminhados pela coleta seletiva no município de Rodeio se encontraram consideravelmente baixos, estando somente o vidro e os metais com valores acima dos 50 kg/m<sup>3</sup>.

Essa observação sugere que a maior parte dos resíduos destinados à reciclagem na coleta seletiva tem uma densidade relativamente baixa, o que pode influenciar diretamente na eficiência do transporte e no uso eficaz do espaço nos locais de processamento. É importante considerar estratégias que otimizem o armazenamento e o manuseio desses resíduos de baixa densidade, a fim de maximizar a eficácia dos processos de reciclagem e reduzir os custos associados ao transporte e armazenamento.

#### - Panorama Geral:

Na Figura 19 é representada a composição gravimétrica do resíduo gerado pelo município de Rodeio, englobando os resíduos da coleta convencional e seletiva.

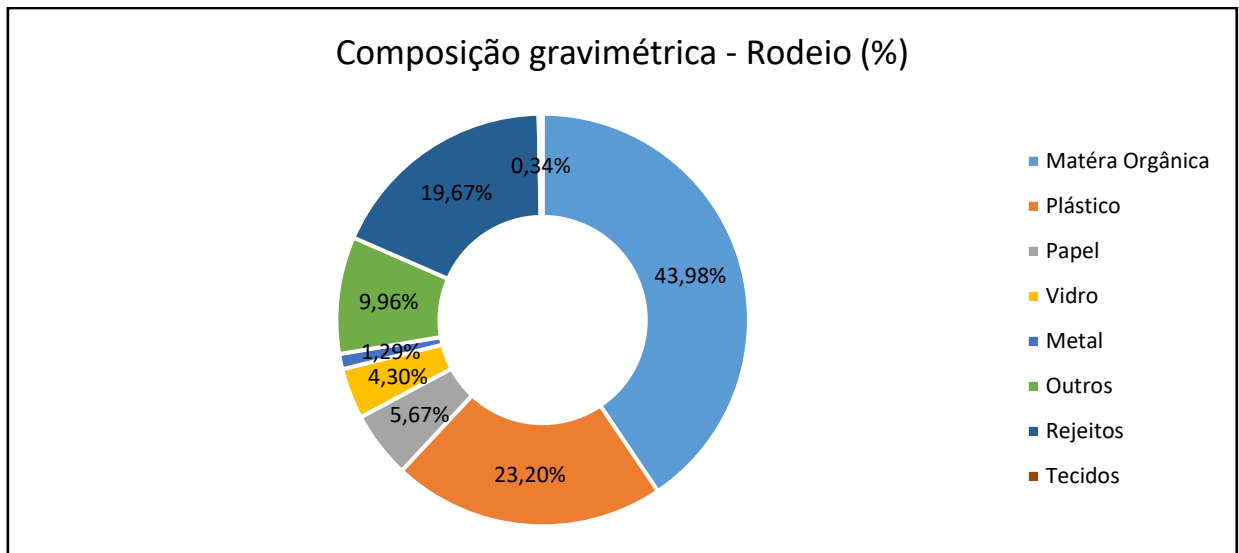


Figura 19 – Composição gravimétrica – Rodeio

## REFERÊNCIAS

SOUZA, G. C. **Caracterização Quantitativa e Qualitativa dos Resíduos Sólidos Domiciliares: O método de quarteamento na definição da composição gravimétrica.** Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1372/1/Caracteriza%c3%a7%c3%a3o%20qu>

antitativa%20e%20qualitativa%20dos%20res%3%adduos.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

**L12305.** Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 09 set. 2023.

SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/relatorios/inventario-nacional/>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004:** resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10005:** procedimento para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10006:** procedimento para a obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10007:** amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Estudo da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos urbanos:** conhecendo a composição dos resíduos para aplicação na gestão municipal. Rio de Janeiro, 2021.

COMAR - CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL MULTIFINALITÁRIO DO ALTO RIO PARDO. **Cartilha de Orientações: Caracterização Gravimétrica de Resíduos Sólidos.**



# A.R.T.

## Anotação de Responsabilidade Técnica por AFT

Conselho Regional de Química da 13ª Região  
Av. Prof. Osmar Cunha, 126 - 1º andar - Cx.P. 6850 - 88015-100  
Florianópolis - SC | (48) 3229-7800 Fax. (48) 3229-7812

Nº 7606/2023

1ª Via - Contratante

Código de Autenticidade  
**6470.6592.1491**

# ART de PROJETO , OBRA ou SERVIÇO TEMPORÁRIO

### Contratado

Processo: 08184

Nome:

BRUNO ALBERTO HAAS

Endereço:

R. Harry Pofhal, 111

Bairro:

Escola Agrícola

Habilitação profissional:

Tecnólogo em Gestão Ambiental

CPF:

067.625.679-16

CEP:

89037-650

Telefone:

(047) 3326-2603

Nº registro CRQ:

13201652

### Contratante

Razão Social:

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI - Lab.

Endereço:

Rua Harry Pofhal, 111

Bairro:

Escola Agrícola

Ramo atividade:

SERV AUX PREST A EMP, ENTIDADES E PESSOAS

CNPJ:

03.774.688/0065-10

CEP:

89037-650

Telefone:

(047) 3321-9650

### Descrição do Serviço Técnico - Características principais

RN 36 - 1.30 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento e serviços técnicos; elaboração de pareceres, laudos e atestados, no âmbito das atribuições respectivas

Descrição complementar: Realização de estudo de composição gravimétrica de resíduos para o Consórcio Intermunicipal do Médio Vale do Itajaí, inscrito sob CNPJ 03.111.139\_0001\_09.

Os dados constantes neste documento são de responsabilidade do contratado e do contratante.

Para verificar a autenticidade desta ART acesse o site do CRQ-XIII: [www.crqsc.gov.br](http://www.crqsc.gov.br)

O CRQ-XIII não se responsabiliza por documentos que não tiverem sua autenticidade verificada.

Combata as falsificações e denuncie qualquer irregularidade suspeita.

Data: 21 de Dezembro de 2023

BRUNO ALBERTO HAAS  
Assinatura

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI - Lab.  
Assinatura e Carimbo CNPJ

03 774 688/0065-10

SERVIÇO NACIONAL DE  
APRENDIZAGEM INDUSTRIAL

RUA HARRY POFHAL, 111

ESCOLA AGRÍCOLA - CEP 89037-650

BLUMENAU - SC