

*RELATÓRIO TÉCNICO: ANÁLISE GRAVIMÉTRICA*  
*CENTRO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS IGUAÇU*



<b>Empreendedor</b>	
a) Razão Social	ESTRE AMBIENTAL S/A
b) Atividade	38-21-1-00 Tratamento e disposição de resíduos não-perigosos.
c) Telefone	(41) 3512-0300
d) CNPJ / M.F	03.147.393/0015-54
e) Endereço Comercial	Av. Nossa Senhora Aparecida, 3858 – Santa Terezinha – Fazenda Rio Grande - PR
f) Licenças Vigentes	Licença de Operação n° 22.230 – Aterro Sanitário; Estação de tratamento de Lixiviado e Biorremediação
<b>Equipe Técnica</b>	<p>Vinicius Antonio Pauli Paes Gerente Regional de Operações</p> <p>Milena da Silva Vidal Analista Administrativo Pleno</p>
<b>Limitações do Relatório</b>	
<p>Este documento foi preparado pelo CGR Iguaçu com observância das normas técnicas recomendáveis e de acordo com os padrões profissionais de investigação. Os resultados deste estudo estão baseados nas observações de campo realizadas pela equipe técnica em períodos que visam à representatividade das condições típicas de operação e da área.</p> <p>Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do CGR Iguaçu para fins de atendimento ao CONRESOL Contrato 012/2015. O CGR Iguaçu se isenta de qualquer responsabilidade pelo uso inadequado e/ou descontextualizado deste documento por pessoas alheias ao mesmo, e das conseqüências que se derivem desse ato.</p>	

---

## SUMÁRIO

---

SUMÁRIO .....	iii
1 INTRODUÇÃO .....	4
2 OBJETIVO .....	5
3 TERMOS E DEFINIÇÕES.....	5
4 METODOLOGIA .....	6
4.1. Composição gravimétrica .....	6
4.2. Caracterização do RSU .....	9
4.3. Cálculos Utilizados .....	9
5 PROCEDIMENTO OPERACIONAL.....	10
5.1. Objetivo da amostragem .....	10
5.2. Equipamento de Proteção Individual .....	10
5.3. Fluxograma .....	12
5.4. Registro fotográficos do fluxo de atividades .....	12
6 RESULTADOS .....	14
7 CONCLUSÃO.....	19
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

## 1 INTRODUÇÃO

Visando melhorias na gestão dos resíduos sólidos no Brasil foi criado em 02 de Agosto de 2010 a Lei nº 12.305 Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecendo um vínculo de responsabilidade ambiental para pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado sobre o ciclo de vida de produtos perigosos e não-perigosos. Essa lei reúne os princípios, objetos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é englobado pelos os resíduos sólidos domiciliares, comercial e públicos (varrição, capina, poda, etc.) fazem parte do sistema de gerenciamento das prefeituras. Os demais resíduos de serviços de saúde, industriais, agrícolas, entulhos, etc. fazem parte do sistema de gerenciamento dos seus respectivos geradores.

De acordo com o Art. 18º do PNRS a condicionante para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso aos recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos é necessário a elaboração do plano estadual de resíduos sólidos. No Art. 19º do PNRS o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos cita a necessidade do *“diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;”*

O estudo gravimétrico possibilita identificar a caracterização dos resíduos sólidos urbanos sendo uma ferramenta essencial para atender este requisito legal da PNRS, através deste estudo é definido as formas de coletas, processos de tratamentos e técnicas de disposição final, e gerar dados suficientes para definir metas e modelos de gestão integrada de RSU, o conhecimento da composição gravimétrica permite uma avaliação preliminar da biodegradabilidade, do poder de contaminação ambiental, das possibilidade de reutilização e reciclagem dos resíduos.

A quantidade de resíduos produzidos pela população é influenciada por diversas variáveis, como renda, sazonalidade, eventos, condições ambientais, etc. Os

planos de gerenciamento devem contemplar essas possíveis variações para mitigar as discrepâncias nos dados coletados frente as tomadas de decisões.

Os resíduos urbanos devem ser destinados para locais ambientalmente adequados, e conforme Art. 3º da PNRS é considerada como destinação ambientalmente adequada os aterros sanitários devidamente licenciados pelos órgãos públicos. O aterro sanitário CGR Iguaçu é um aterro licenciado pelo IAT - Instituto Agua e Terra o qual são implementados sistemas de controles ambientais, como isolamento, acesso restrito, coberturas dos resíduos com terra, controle de entrada de resíduos, dentre outras atividades conforme especificações do Órgão Regulamentador. Os municípios que destinam resíduos para o aterro, na sua maioria, fazem parte do CONRESOL - Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste relatório é evidenciar a metodologia e procedimento operacional para a análise gravimétrica com viés de análise física dos resíduos recebidos no CGR Iguaçu.

## 3 TERMOS E DEFINIÇÕES

**Aterro sanitário:** É um espaço destinado à deposição final de resíduos sólidos gerados pela atividade humana. Nele são dispostos resíduos domésticos, comerciais, de serviços de saúde, da indústria de construção, ou dejetos sólidos retirados do esgoto.

**Quarteamento:** 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.

**PRNS – Política Nacional de Resíduos Sólidos:** Diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

**Putrescível:** Passível de apodrecer.

**Resíduos sólidos:** 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.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1. COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA

A composição gravimétrica do RSU indica a possibilidade de aproveitamento das frações recicláveis para comercialização e da matéria orgânica para a produção de composto orgânico. Não existe uma norma específica que defina quais os tipos de componentes e seus grupos de RSU que devem ser avaliados, porém o grupo CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem junto ao IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas publicaram na 4ª Edição do Lixo Municipal – Manual do Gerenciamento Integrado (2018), em sua publicação cita a planilha para determinação da composição física do lixo municipal, na tabela 01 podemos comparar com os grupos determinados pelo Grupo Estre.

Tabela 01 – Comparativo entre os grupos da CEMPRE e Estre

<b>CEMPRE/IPT</b>	<b>ESTRE</b>
Metais Não Ferrosos	Metais Não Ferrosos
Metais Ferrosos	Metais Ferrosos
Papelão	Papelão
Papel	Papel Branco e Misto
Papel	Jornal e Revista
Papelão	Tetra Pak
Papel	Higiênicos
Papel	Fralda
Plástico Duro	Plástico Duro
Plástico Filme	Plástico Filme
Outros materiais	Isopor e espumas
Trapo	Trapo
Couro	Trapo
Borracha	Borracha
Outros materiais	Pedra
Vidro	Vidro
Outros materiais	Lixo eletrônico
Matéria Orgânica	Orgânicos

Na tabela 02 podemos verificar a distribuição dos grupos e seus respectivos componentes:

Tabela 02 – Grupos e seus componentes.

<b>GRUPOS</b>	<b>COMPONENTES</b>
Metais Não Ferrosos	Alumínio e metais não atraídos por imã.
Metais Ferrosos	Metais atraídos pelo imã.
Papelão	Kraft (ex. papel de pão), papelão ondulado.
Papel Branco e Misto	Papel sulfite branco ou colorido.
Jornal e Revista	Encarte e outros que não sejam Kraft ou Sulfite.
Tetra pak	Embalagens cartonadas (Embalagens Longa Vida) constituídas normalmente de laminas de papel, plásticos e alumínio.
Higiênicos	Papel higiênico, guardanapos, etc.
Fralda	Fraldas infantis e geriátricas.
Plástico Duro	Copos plásticos descartáveis (PS e PP), tampas de garrafa (PS e PP), embalagens PET, PEAB, PVC Flexível ou Rígido, PP e PS.
Plástico Filme	Plásticos filme (sacolas e sacos de lixo) e plásticos filmes metalizados.
Isopor e espumas	Poliestireno Expandido e Espuma de Poliuretano.
Trapo	Vestimentas diversas.
Borracha	Borrachas diversas.
Madeira	Madeira, galho, peça de móveis diversos.
Pedra	Resíduos de construção civil.
Vidro	Garrafas de vidro, elementos em vidros diversos.
Lixo eletrônico	Lixos eletrônicos diversos.
Orgânicos	Resíduos orgânicos.

Não existe atualmente um padrão definido por norma sobre os grupos e componentes que devem ser analisados, o plano de amostragem adotado pela Estre

tem o viés do estudo do comportamento do RSU e o estudo de viabilidade de reciclagem dos resíduos, assim para realizar o levantamento dos matérias recicláveis foi criado os grupos de: embalagens PET, rejeitos de papel, papelão, plástico filme, plástico duro com viés de comercialização para empresas recicladoras.

#### 4.2. CARACTERIZAÇÃO DO RSU

Para a caracterização é realizada a técnica de quarteamento, conforme ABNT NBR 10007:2004 Amostragem de Resíduos Sólidos, após o término do quarteamento é coletado amostradas representativas da pilha de resíduos. Os materiais são separados conforme tabela 02 e pesados para obter os valores representativos de cada grupo de resíduos.

#### 4.3. CÁLCULOS UTILIZADOS

Segue as fórmulas utilizadas nos cálculos do relatório de gravimetria.

Conforme equação 01 podemos calcular o valor representativo de cada componente em percentual:

$$\frac{P_{n_1}}{\sum P_{n_1} + P_{n_2} \dots + P_{n_{21}}} = P_{n_1} \% (01)$$

Onde P é o peso do componente em unidade de medida kg.

Conforme equação 02 podemos calcular o valor médio dos componentes em relação as regiões amostradas:

$$P_{m\u00e9dia} = \frac{\sum P_{n_{1a}} + P_{n_{1b}} \dots + P_{n_{xx}}}{n} = P_{\sum P_{n_{1a}} + P_{n_{1b}} \dots + P_{n_{xx}}} \% (02)$$

Onde n é o número de regiões coletadas.

Conforme equação 03 podemos calcular o desvio padrão dos componentes:

$$DP = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_1 - M_a)^2}{n}} \quad (03)$$

Onde  $\sum$  é a soma de todas as posições,  $x_1$  valor da posição 1 no conjunto de dados,  $M_a$  é a média aritmética dos dados e  $n$  quantidade de dados.

Conforme equação 04 podemos calcular o índice de variação dos componentes:

$$I_{var} = \frac{DP (03)}{P_{média} (02)} \quad (04)$$

## 5 PROCEDIMENTO OPERACIONAL

### 5.1. OBJETIVO DA AMOSTRAGEM

Conforme ABNT NBR 10007:2004 “O objetivo da amostragem é a coleta de uma quantidade representativa de resíduo, visando determinar suas características quanto à classificação, métodos de tratamento etc.”

Os municípios e bairros os quais foram realizadas as caracterizações dos resíduos recebidos pela unidade CGR Iguaçu fazem parte do plano de atendimento ao contrato nº 012-2015 CONRESOL – Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

### 5.2. EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Para manipular resíduos Classe II foram definidos os seguintes EPI's:



Imagem 01 – Capacete de Segurança CA 29638.



Imagem 02 – Máscara Respiratória para pó PFF2 CA 38503.



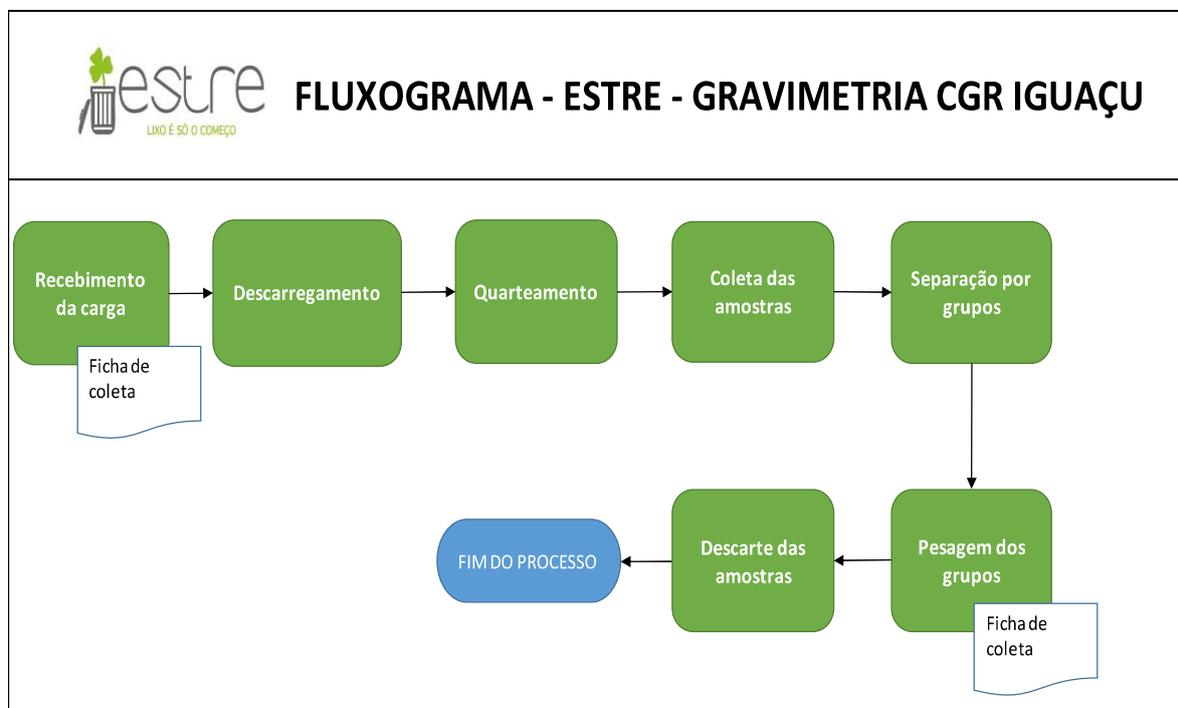
Imagem 03 – Luvas de Nitrílica CA 26741.



Imagem 04 – Botina de segurança com bico de aço CA 26450.

### 5.3. FLUXOGRAMA

Imagem 05 – Fluxograma.



### 5.4. REGISTRO FOTOGRÁFICOS DO FLUXO DE ATIVIDADES

Abaixo é possível verificar o fluxo das atividades por meio de registros fotográficos:



Imagem 06 – Carga descarregada e quarteada.



Imagem 07 – Carga quarteada.



Imagem 08 – Separação do material.



Imagem 09 – Separação do material.



Imagem 10 – Pesando o material.



Imagem 11 – Pesando e registrando os valores obtidos.

## 6 RESULTADOS

As análises gravimétricas foram realizadas no período de 01 de setembro de 2021 até 24 de setembro de 2021 totalizando 63 amostras sendo 30 amostras provenientes de bairros/setores do município de Curitiba e 33 amostras provenientes de municípios da Região Metropolitana de Curitiba, conforme tabela 03. Foram coletadas 5.304,12 kg de amostras.

Tabela 03 – Municípios e Bairros/Setores de Curitiba e RMC.

DATA	MUNICÍPIO/BAIRRO	SETOR	PESO AMOSTRA (kg)
01/09/21	Curitiba - Santa Cândida	2039	134,59
01/09/21	Campo Largo	N	57,32
01/09/21	Curitiba - Parolin	1001	51,82
01/09/21	Curitiba – Santa Felicidade	2023	56,08
02/09/21	Curitiba - Xapinhal	3008	47,17
02/09/21	Curitiba - Uberaba	3044	56,12
03/09/21	Curitiba - Uberaba	3103	93,27
03/09/21	Curitiba - Barigui	2055	63,43
03/09/21	Curitiba- CIC	2053	66,37
03/09/21	Curitiba - Batel	1102	95,85
06/09/21	Pinhais	N	54,63
06/09/21	Araucária	N	91,20
06/09/21	Piên	N	51,22
06/09/21	São José dos Pinhais	N	58,86
08/09/21	Araucária	N	87,20
08/09/21	Campo Magro	N	67,30
09/09/21	Colombo	N	147,68
09/09/21	Quitandinha	N	81,65
09/09/21	Itaperuçu	N	96,17
09/09/21	Curitiba - Umbará	3001	91,31
10/09/21	Campina Grande do Sul	N	88,89
10/09/21	Piraquara	N	99,51
10/09/21	Campo Largo	N	71,34

10/09/21	Curitiba - Ganchinho	3003	80,36
13/09/21	Contenda	N	93,25
13/09/21	Santa Felicidade	N	95,30
13/09/21	Adrianópolis	N	72,43
13/09/21	Curitiba - CIC	2051	90,95
13/09/21	Curitiba - Sabará	2054	91,90
14/09/21	São José dos Pinhais	N	89,26
14/09/21	Rio Branco do Sul	N	77,01
14/09/21	Araucária	N	80,75
15/09/21	Araucária	N	93,44
15/09/21	Pinhais	N	81,72
15/09/21	Colombo	N	91,78
15/09/21	São José dos Pinhais	N	100,70
16/09/21	Quatro Barras	N	73,11
16/09/21	Almirante Tamandaré	N	100,90
17/09/21	Pinhais	N	90,01
17/09/21	Curitiba - Santa Felicidade	2022	82,38
17/09/21	Tijucas	N	88,45
17/09/21	Colombo	N	76,43
17/09/21	Agudos do Sul	N	83,17
20/09/21	Mandirituba	N	75,19
20/09/21	Piraquara	N	91,74
20/09/21	São José dos Pinhais	N	78,06
20/09/21	Curitiba - Vila Torres	1002	54,99
21/09/21	Curitiba - Cajuru	2127	118,90
21/09/21	Curitiba - Jardim Social	2130	79,79
21/09/21	Curitiba - Conjunto Abaité	2108	101,22
21/09/21	Tunas do Paraná	N	92,60
22/09/21	Bocaiúva do Sul	N	86,22
22/09/21	Curitiba - Batel	1126	84,41
22/09/21	Curitiba - Água Verde	1116	99,57
22/09/21	Curitiba - Centro	1107	95,21
22/09/21	Curitiba - Lindóia	3126	87,58
23/09/21	Curitiba - Sitio Cercado	3007	80,59
23/09/21	Curitiba - Cajuru	3046	91,55
23/09/21	Curitiba - Santa Cândida	2040	71,91
24/09/21	Curitiba - Novo Mundo	3127	108,84
24/09/21	Curitiba - Parolin	1003	80,83
24/09/21	Curitiba - Santa Cândida	2107	73,97

24/09/21

Curitiba - Santo Inácio

2031

108,65

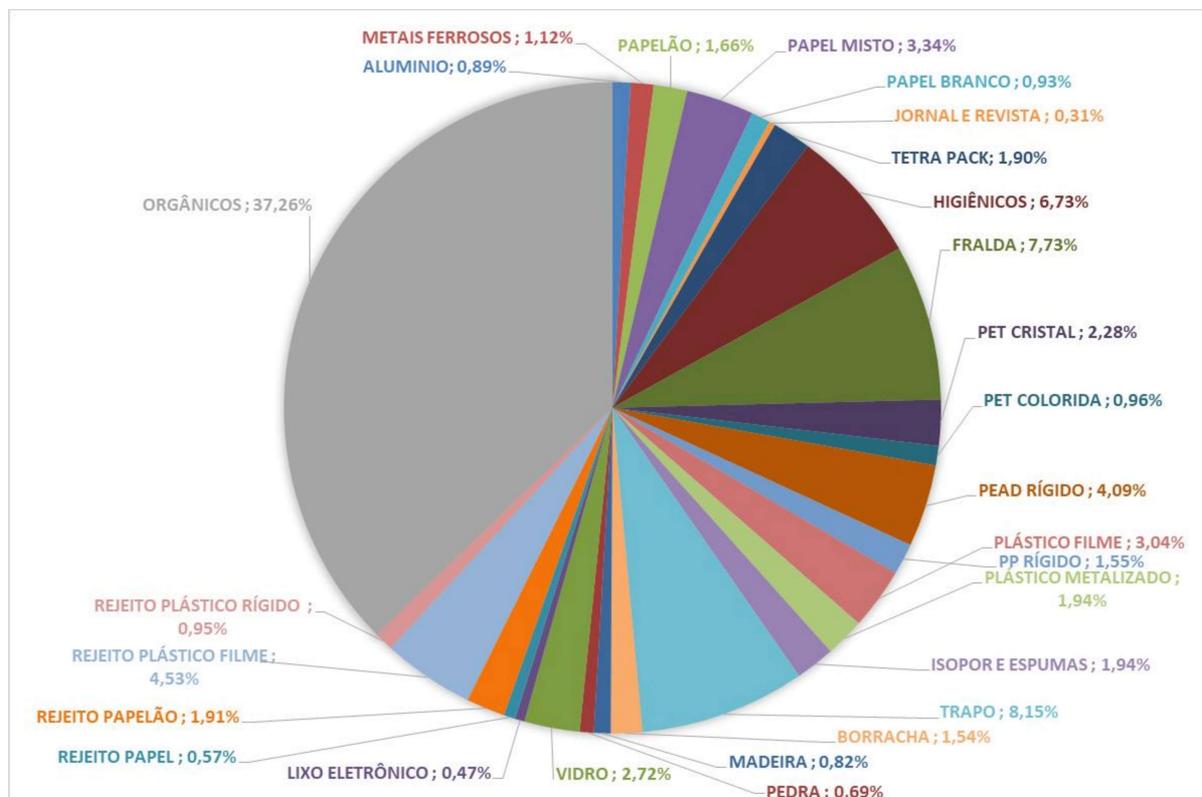
Na tabela 04 são apresentados dados de média, desvio padrão e índice de variação entre os grupos amostrados.

Tabela 04 – Resultados Gravimétricos.

GRUPOS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ÍNDICE DE VARIAÇÃO
ALUMINIO	0,89%	0,009	1,011
METAIS FERROSOS	1,12%	0,015	1,303
PAPELÃO	1,66%	0,022	1,312
PAPEL MISTO	3,34%	0,030	0,906
PAPEL BRANCO	0,93%	0,020	2,173
JORNAL E REVISTA	0,31%	0,009	2,772
TETRA PACK	1,90%	0,014	0,712
HIGIÊNICOS	6,73%	0,027	0,396
FRALDA	7,73%	0,051	0,665
PET CRISTAL	2,28%	0,014	0,600
PET COLORIDA	0,96%	0,012	1,212
PEAD RÍGIDO	4,09%	0,032	0,779
PP RÍGIDO	1,55%	0,018	1,178
PLÁSTICO FILME	3,04%	0,033	1,083
PLÁSTICO METALIZADO	1,94%	0,015	0,793
ISOPOR E ESPUMAS	1,94%	0,014	0,713
TRAPO	8,15%	0,055	0,678
BORRACHA	1,54%	0,021	1,343
MADEIRA	0,82%	0,012	1,508
PEDRA	0,69%	0,016	2,378
VIDRO	2,72%	0,021	0,756
LIXO ELETRÔNICO	0,47%	0,012	2,509
REJEITO PAPEL	0,57%	0,024	4,160
REJEITO PAPELÃO	1,91%	0,025	1,305
REJEITO PLÁSTICO FILME	4,53%	0,055	1,223
REJEITO PLÁSTICO RÍGIDO	0,95%	0,019	1,975
ORGÂNICOS	37,26%	0,140	0,376

LEGENDA	
Varição baixa	0 > x < 0,100
Varição média	0,101 > x < 0,600
Varição alta	0,601 > x

Gráfico 01 – Representação gráfica em percentual dos componentes.



A imagem 12 representa o Quadro de componentes putrescíveis, recicláveis e combustíveis.

Imagem 12 – Quadro componentes putrescíveis, recicláveis e combustíveis

Componente	Putrescível	Reciclável	Combustível
Borracha		X	X
Couro	X		X
Madeira	X	X	X
Matéria orgânica	X	X	
Metais ferrosos		X	
Metais não-ferrosos		X	
Papel	X	X	X
Papelão	X	X	X
Plástico duro		X	X
Plástico-filme		X	X
Trapos		X	X
Vidro		X	
Outros materiais			

Fonte: CEMPRE/IPT (2018).

Se utilizarmos os dados obtidos na tabela 04 e confrontar com as destinações propostas na imagem 12, em relação ao montante de forma individual para cada situação, obteríamos os seguintes resultados em percentuais conforme tabela 05.

Tabela 05 – Destinações Prováveis.

DESCRIÇÃO	(%)	COMPONENTES
<b>Putrescível</b>	51,04%	Madeira, matéria orgânica, papel, papelão, jornal e revista e higiênicos.
<b>Reciclável</b>	74,95%	Borracha, madeira, matéria orgânica, metais ferrosos, metais não-ferrosos, papel, papelão, jornal e revista, tetra pak, plástico duro, plástico filme, trapo, vidro e lixo eletrônico.

<b>Combustível</b>	46,96%	Borracha, madeira, papel, papelão, jornal e revista, higiênicos, fraldas, plástico duro, plástico filme, tetra pak, trapos.
<b>Desconhecido</b>	2,63%	Pedras, isopor e espumas.

## 7 CONCLUSÃO

Em conformidade com o PNRS para os quesitos de diagnóstico e monitoramento dos resíduos, o estudo gravimétrico ao longo do tempo tem sido a melhor ferramenta quantitativa e qualitativa para abranger esses pontos, podendo trazer análises físicos, químicos e biológicos para um melhor entendimento do comportamento da população e medidas de redução na geração e destinações finais para aterros através de planos de gerenciamentos de resíduos bem direcionados e eficazes.

Por ser uma ferramenta flexível é possível definir os parâmetros à serem estudados e variar conforme necessidade, seja para âmbitos públicos ou privados, com viés em tratamentos, reciclagem ou até mesmo compostagem, entre outras possibilidades.

Os meios utilizados pelo Grupo Estre visam atender as demandas solicitadas pelos clientes e parceiros, criando um banco de dados onde é possível direcionar as informações para os quesitos solicitados.

O estudo de caso apresentado demonstra assim como em outras regiões do Brasil que o componente Orgânicos representa maior parte do montante de RSU tendem a ficar próximos a 50% e principais componentes recicláveis (metais, plásticos, papeis, papelões e tetra pack) próximos de 30%.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 10004**: Classificação de Resíduos Sólidos. Classificação. 2004.
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de Resíduos sólidos. Classificação. 2004.
3. BRASIL. **Lei Federal nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em 17/02/2019
4. CEMPRE/IPT. **Lixo Municipal Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo 2018.
5. SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**: Curitiba, novembro 2017.