

## **Composição gravimétrica e as causas da geração de rejeitos na triagem dos resíduos recicláveis municipal**

### **Gravimetric composition and the causes of waste generation in the screening of municipal recyclable waste**

DOI:10.34117/bjdv7n4-200

Recebimento dos originais: 04/02/2021

Aceitação para publicação: 01/03/2021

#### **Adir Silvério Cembranel**

Doutorado em Engenharia Agrícola

Instituição de atuação atual: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
Endereço completo: CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO Linha Santa Bárbara s/n CEP  
85601-970 - Caixa Postal 135 - Francisco Beltrão - PR - Brasil  
E-mail: adircembranel@utfpr.edu.br

#### **Enaile Coelho Balbinotti**

Graduação em Engenharia Ambiental

Instituição de atuação atual: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
Endereço completo: CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO Linha Santa Bárbara s/n CEP  
85601-970 - Caixa Postal 135 - Francisco Beltrão - PR - Brasil  
E-mail: naibalb@hotmail.com

#### **Claudia Eugenia Castro Bravo**

Doutorado em Microbiologia

Instituição de atuação atual: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
Endereço completo: CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO Linha Santa Bárbara s/n CEP  
85601-970 - Caixa Postal 135 - Francisco Beltrão - PR - Brasil  
E-mail: claudiacaastro@utfpr.edu.br

#### **Ivane Benedetti Tonial**

Doutorado em Química

Instituição de atuação atual: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
Endereço completo: CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO Linha Santa Bárbara s/n CEP  
85601-970 - Caixa Postal 135 - Francisco Beltrão - PR - Brasil  
E-mail: ivane@utfpr.edu.br

#### **Ellen Porto Pinto**

Doutorado em Ciências e Tecnologias de Alimentos.

Instituição de atuação atual: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
Endereço completo: CÂMPUS FRANCISCO BELTRÃO Linha Santa Bárbara s/n CEP  
85601-970 - Caixa Postal 135 - Francisco Beltrão - PR - Brasil  
E-mail: ellenporto@utfpr.edu.br

### **RESUMO**

O descarte inadequado dos resíduos sólidos urbanos (RSU), representa enormes desafios aos municípios brasileiros. A coleta seletiva, é um importante instrumentos no

gerenciamento destes resíduos. No entanto, a falta de adesão, estruturas inadequadas e a desinformação da população, causam a destinação de resíduos impróprios à reciclagem, sobrecarregando de rejeitos, os processos de triagem. Desta forma, objetivou-se neste estudo, realizar a caracterização dos RSU, do município de Francisco Beltrão-PR. Além, de compreender as causas da existência de rejeitos, entre os resíduos recicláveis, e assim, propor alternativas à redução destes materiais. A caracterização foi realizada a partir de análises gravimétricas de amostras, dos resíduos coletados pela Marrecas Cooperativa de Reciclados. Na identificação das causas da existência dos rejeitos, foram realizadas entrevistas, interpretação da gravimetria e observação dos processos de triagem. As alternativas à redução da geração de rejeitos, foram elaboradas considerando as três principais causas de rejeição. A pesquisa indicou que 28% dos resíduos enviados a reciclagem são considerados rejeitos. Os materiais orgânicos correspondem a 44% dos rejeitos, seguido dos plásticos, com 23%. A principal causa da existência dos rejeitos, é a destinação incorreta de resíduos por parte da população, seguida da falta de comércio aos materiais recicláveis. As alternativas à redução dos rejeitos estão relacionadas a ações de educação ambiental, voltadas a população, utilizando tecnologia da informação e comunicação, além da busca de novas parcerias a comercialização dos resíduos e a incentivo a implantação de empresas de reciclagem na região.

**Palavras-chave:** coleta seletiva, gravimetria, resíduo sólido urbano, educação ambiental.

#### **ABSTRACT**

The inadequate disposal of solid urban waste (MSW) represents enormous challenges for Brazilian municipalities. Selective collection is an important instrument in the management of this waste. However, the lack of adherence, inadequate structures and the lack of information of the population, cause the disposal of unsuitable waste for recycling, overloading the tailings, the sorting processes. Thus, the objective of this study was to characterize the MSW in the city of Francisco Beltrão-PR. In addition, to understand the causes of the existence of tailings, among recyclable residues, and thus, to propose alternatives to the reduction of these materials. The characterization was carried out from gravimetric analysis of samples, of the residues collected by Marrecas Cooperativa de Reciclados. In the identification of the causes of the existence of the tailings, interviews, interpretation of gravimetry and observation of the screening processes were carried out. The alternatives to reduce the generation of tailings were developed considering the three main causes of rejection. The survey indicated that 28% of waste sent for recycling is considered to be waste. Organic materials account for 44% of tailings, followed by plastics, with 23%. The main cause of the existence of waste is the incorrect disposal of waste by the population, followed by the lack of trade in recyclable materials. The alternatives to the reduction of tailings are related to environmental education actions, aimed at the population, using information and communication technology, in addition to the search for new partnerships in the commercialization of waste and encouraging the implementation of recycling companies in the region.

**Keywords:** selective collection, gravimetry, urban solid waste, environmental education.

## 1 INTRODUÇÃO

Os países em desenvolvimento, estão enfrentando enormes desafios na gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Especialmente os relacionados ao descarte inadequados, que podem gerar riscos à saúde pública e ao meio ambiente (GUTBERLET, 2015; DHAR et al., 2017).

Com o crescimento populacional, o desenvolvimento econômico e a urbanização, ocorre o aumento da geração de resíduos (DHAR et al., 2017, SANTOS et al., 2019). No Brasil, no ano 2018, foram geradas aproximadamente 79 milhões de toneladas de RSU, aumento próximo a 1% em relação ao ano anterior. Deste total, 92% foram coletados pelos serviços de coletas nos municípios. Dos quais, cerca de 59% foram destinados a aterros sanitários, o restante, foi destinado aos lixões ou aterros controlados (ABRELPE, 2018).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), dispõe sobre a gestão e gerenciamento dos resíduos. A Lei estabelece que o gerenciamento dos resíduos sólidos deve ser executado na seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamentos e disposição final adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a, AZEVEDO et al., 2019).

Desta forma, a coleta seletiva é um importante instrumentos no gerenciamento dos RSU, visto que possibilita o encaminhamento de materiais a reciclagem e a destinação adequada dos rejeitos. Possibilitando assim, o aumento da vida útil de aterros sanitários, diminuição dos gastos com limpeza pública e a melhoria das condições ambientais e da saúde pública (ABRELPE, 2018; DUTRA et al., 2018; KLEIN et al., 2018).

Além disso, a PNRS incentiva a criação de associações e cooperativas de trabalhadores de materiais recicláveis, estimulando o resgate social de pessoas de baixa renda e correta destinação dos RSU. Por meio das associações/cooperativas, os trabalhadores recebem os resíduos para realização da triagem, sem a necessidade da coleta nas ruas ou lixões (GUTBERLET, 2015; AMARO, 2016; IBÁÑEZ-FORÉS et. al., 2018; DUTRA et al., 2018).

Porém, a falta de adesão da população à coleta seletiva, estruturas inadequadas ao correto acondicionamento e segregação dos resíduos e a desinformação, acabam gerando problemas, como a destinação de resíduos impróprios a reciclagem, expondo os trabalhadores das cooperativas, a inúmeros resíduos perigosos (IBÁÑEZ-FORÉS et al., 2018; DUTRA et al., 2018; FRATTA et al., 2019).

Além disso, a falta de adesão à coleta seletiva, acaba gerando a sobrecarga de rejeitos no processo de triagem, podendo resultar em até 50% de todo material coletado. Os rejeitos são resíduos sólidos que não apresentam condições de reaproveitamento, e sua disposição final deve ser ambientalmente adequada. Ademais, os rejeitos podem ocorrer por conta da inviabilidade econômica da reciclagem. Assim, muitos materiais com condições técnicas de reciclagem, são considerados rejeitos, devido à ausência de mercado na região em que a coleta seletiva é operada (CASTILHO JUNIOR et al., 2013; MANNARINO et al., 2016; REBEHY et al., 2017).

Esses fatores dificultam a implantação de um sistema de reciclagem efetivo, ocasionando baixa eficiência da coleta seletiva, implicando no aumento de custos e redução da produtividade na segregação dos resíduos (MANNARINO et al., 2016; KLEIN et al., 2018; CONKE, 2018; MOURA, et al., 2018).

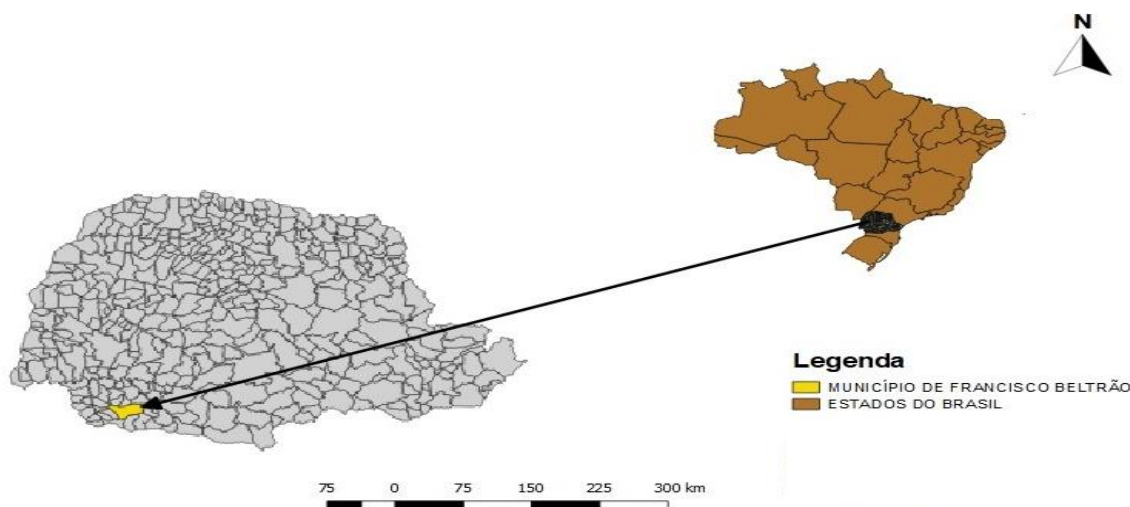
Desta forma, objetivou-se neste estudo, realizar a caracterização dos resíduos sólidos urbanos, gerados no município de Francisco Beltrão-PR. Além de compreender as causas da existência de rejeitos, entre os resíduos recicláveis, e assim, propor alternativas à redução destes materiais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E OBJETO DE ESTUDO

O município de Francisco Beltrão, está localizado na região sudoeste do Estado do Paraná (Figura 1), possuindo uma área de 735,111 km<sup>2</sup>, com uma população estimada de 91.093 mil habitantes (IBGE, 2019).

Figura 1 Localização do município de Francisco Beltrão



Fonte: IBGE, 2019. Adaptado pelos autores, 2019

A pesquisa teve como objeto de estudo a Marrecas Cooperativa de Reciclados (MARCOP), principal responsável pela coleta e triagem dos RSU no município. A empresa possui duas unidades de transbordo e triagem, uma localizada no bairro Luther King e outra no bairro Pinheirinho. A cooperativa possui 57 cooperados, dos quais 20 realizam a coleta e o restante (37) realizam atividades no interior das unidades de transbordo e triagem (MARCOP, 2019).

A unidade do bairro Luther King, local das análises, está instalada em uma área de 6.000 m<sup>2</sup>, com 1.034,32 m<sup>2</sup> de área construída. Neste local, a empresa opera com duas esteiras de triagem horizontais, duas esteiras inclinadas, três prensas verticais, uma balança tipo plataforma, uma mesa estacionária, conjuntos de big bags, carrinhos transportadores de big bags e um equipamento de termofusão de EPS (Isopor<sup>®</sup>). Além disso, a empresa utiliza cinco caminhões coletores e uma pick-up. A coleta seletiva é realizada em diferentes rotas, de segunda a sábado, em cada dia da semana ocorre em um conjunto de bairros no perímetro urbano do município (MARCOP, 2019).

A cooperativa não possui balança rodoviária para pesagem dos veículos carregados com os resíduos coletados. Desta forma, não é realizada a quantificação/pesagem (kg) direta dos resíduos que entram na cooperativa. No entanto, após a triagem, os resíduos recicláveis são estocados, geralmente enfardados, até a quantidade ideal à venda, então são pesados em balança tipo plataforma. Os rejeitos identificados na triagem, são pesados quando encaminhados ao aterro sanitário municipal. Assim, a estimativa da quantidade (kg) de resíduos coletados pela cooperativa é realizada somando a quantidade (kg) dos resíduos recicláveis comercializados, e a quantidade (kg) dos rejeitos encaminhados ao aterro, em um determinado período de tempo.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A caracterização dos resíduos, foi realizada a partir de amostras coletadas pela cooperativa nos dias 05, 07, 09, 27, 29 e 31 de agosto de 2019, contemplando todo o calendário semanal de coletas, de segunda a sábado. As amostragens foram realizadas na primeira e na última semana do mês de agosto buscando considerar a variação de consumo da população ao longo do mês. A cooperativa coleta diariamente uma média de cinco caminhões de resíduos, com aproximadamente 16 m<sup>3</sup> cada. Desta forma, a caracterização ocorreu a partir dos resíduos coletados por um caminhão, em uma das rotas do dia (Tabela 1).

Tabela 1 Rotas/Bairros avaliados

Data	Dia a semana	Rotas/Bairros
05/08/2019	Segunda-Feira	Centro à Vila Nova
07/08/2019	Quarta-Feira	Cango
09/08/2019	Sexta-Feira	São Miguel
27/08/2019	Terça-feira	Centro
29/08/2019	Quinta-Feira	Centro
31/08/2019	Sábado	Centro

Fonte: Autores, 2019

A caracterização foi realizada por meio de análise gravimétrica dos resíduos, com base na metodologia de Lima et al. (2018). Neste contexto, os resíduos coletados foram despejados no pátio da empresa formando um monte, em seguida, foram coletadas amostras em quatro pontos do monte, três nas laterais e uma no topo. Desta forma, foram retiradas seis amostras de 2,00 m<sup>3</sup> de resíduos, uma para cada dia da semana. Para a aferição do volume amostrado, os resíduos foram depositados em uma caixa de madeira com volume igual a 2,00 m<sup>3</sup>.

As amostras foram depositadas em duas big bags e pesada em balança tipo plataforma. Em seguida, os resíduos passaram pelo processo convencional de triagem realizado pelos trabalhadores da cooperativa, de acordo com as categorias regularmente adotadas na segregação (Tabela 2).

Desta forma, foi necessário pesar as amostras de cada categoria de resíduo reciclável, para então, dividir seu peso (kg) pelo peso (kg) total da amostra, e assim definir a composição gravimétrica percentual.

Tabela 2 Categorias de resíduos recicláveis adotadas na triagem

Categorias da análise gravimétrica dos resíduos recicláveis				
Papelão	Papel Misto	Papel Branco	Caixa de Leite	PET branca
PET verde	Garrafas plástica de óleo	Plástico seco branco	Plástico seco colorido	Potes de margarina
Balde/Bacia	Tampas	Copo Descartável	Sacola Plástica	Plástico Cristal
Alumínio Grosso	Bandeja de Alumínio	Latinha	Lata	Vidro
Isopor				

Fonte: Autores, 2019.

Após a triagem dos resíduos recicláveis, foram realizadas as análises gravimétricas dos resíduos considerados rejeitos, conforme metodologia IBAM (2001). Posteriormente, os rejeitos foram separados por tipo de material, para então, serem

classificados de acordo com a causa que gerou a rejeição. Após a separação cada grupo de rejeito foi pesado (kg) e o valor dividido pelo peso (kg) total da amostra, definindo a composição gravimétrica em termos percentuais.

### 2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DA GERAÇÃO DE REJEITO

Na identificação das causas que levaram os resíduos destinados a reciclagem, a serem considerados rejeitos, foram realizadas entrevistas abertas com os trabalhadores responsáveis pela triagem, análise da gravimetria dos rejeitos, além da observação dos processos. Desta forma, foram criados grupos ou categorias de acordo com as causas que motivaram a rejeição.

### 2.4 ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DOS REJEITOS

As alternativas para redução da geração de rejeitos, foram elaboradas considerando as três principais causas (grupos) de rejeição, fundamentado nas três maiores quantidades de material identificado na gravimetria.

Assim, as propostas foram desenvolvidas considerando as seguintes linhas de ação: educação ambiental, voltada a melhoria da separação pela população; estratégias de mercado, com identificação de novas parcerias para comercialização dos recicláveis; orientação aos cooperados quanto ao processo de triagem.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

No primeiro dia (05/08/2019) de análise, foram identificados alguns erros na caracterização da amostra dos resíduos, como: a falha na pesagem total da amostra; e a combinação de resíduos recicláveis da amostra, com os demais resíduos da cooperativa. Desta forma, os dados do primeiro dia foram excluídos das composições gravimétricas dos resíduos recicláveis (Tabela 3).

Tabela 3 Caracterização geral dos resíduos amostrados

Data	Dia da semana	Volume amostrado (L)	Amostra total (kg)	Amostra reciclável (kg)	Amostra rejeito (kg)
05/08/2019	Segunda	2000	-	-	23,8
07/08/2019	Quarta	2000	42	33,4	8,6
09/08/2019	Sexta	2000	62,8	47,8	15
27/08/2019	Terça	2000	56,8	38,4	18,4
29/08/2019	Quinta	2000	55	38,6	16,4
31/08/2019	Sábado	2000	54,2	38	16,2
Total		12000	270,8	196,2	98,4
Média		2000	54,16	39,24	16,4

Fonte: Autores, 2019

A partir da composição gravimétrica de cinco dias de amostras, identificou-se que aproximadamente 28% dos resíduos destinados a reciclagem são considerados rejeitos. Este percentual pode ser ainda maior, uma vez que a quantidade de rejeitos do primeiro dia de amostra, não foi considerada no percentual.

Segundo CEMPRE (2018), a média de rejeitos presentes na coleta seletiva é de 24%, considerado um valor elevado. Desta forma, o índice identificado na pesquisa, está acima da média nacional. Elevados percentuais de rejeitos, também foram identificados nas pesquisas de Jacobi & Besen (2006); Rezende et al. (2013); Reichert & Mendes (2014); Mersoni & Reichert (2017), Moura et al. (2018).

### 3.1.1 Caracterização dos resíduos recicláveis

Os resíduos recicláveis representam 72% dos materiais destinados a cooperativa. A Tabela 4, representa a composição gravimétrica média dos resíduos recicláveis de cinco dias de amostras, em ordem decrescente, conforme a segregação e nomenclatura adotada pela cooperativa.



Tabela 4 Composição gravimétrica média dos resíduos recicláveis

Material	Quantidade (kg)	Composição gravimétrica (%)
Papelão	5,24	13,4%
Papel misto	5,52	14,1%
Erro*	5,28	13,5%
Sacola plástica	3,84	9,8%
Vidro	3,52	9,0%
Papel branco	3,32	8,5%
PET transparente e PET branca	2,96	7,5%
Caixa leite e bebidas em geral	2,72	6,9%
Plástico Cristal	1,80	4,6%
Copo descartável	1,00	2,5%
Plástico seco branco	0,76	1,9%
Balde/bacia	0,68	1,7%
Latinha	0,64	1,6%
PET verde	0,56	1,4%
Lata	0,52	1,3%
Plástico seco colorido	0,44	1,1%
PET óleo	0,28	0,7%
Isopor® (EPS)	0,08	0,2%
Pote margarina	0,04	0,1%
Tampas	0,04	0,1%
Total	39,24	100,0%

\* Materiais segregados e acondicionados de forma inadequada durante a triagem. PET: Politereftalato de Etileno; PET óleo: Politereftalato de Etileno que continham óleo; EPS: Poliestireno Expandido (Isopor®).  
Fonte: Autores, 2019.

Tendo em vista à grande variedade de materiais recicláveis identificados nas amostras, os resíduos foram organizados em categorias, para melhor interpretação dos dados. Desta forma, a Tabela 5, apresenta em ordem decrescente, a composição gravimétrica média dos resíduos recicláveis em categorias.

Tabela 5 Composição gravimétrica média dos resíduos recicláveis por categoria

Categorias	Resíduos recicláveis	Quantidade (kg)	Composição Gravimétrica (%)
Papel/Papelão	Papelão; Papel misto; Papel branco.	14,08	36%
Plásticos	Sacolas plástica; Cristal; Copo descartável; Balde/Bacia; Plástico seco branco e colorido (PEAD); PET transparente; PET branca; PET verde; PET óleo; Pote margarina; Tampas (potes e garrafas); Isopor (EPS).	12,48	32%
Erro	Materiais segregados e acondicionados de forma inadequada durante a triagem.	5,28	13%
Vidro	Vidro	3,52	9%
Longa vida	Caixa de leite, suco e bebidas em geral.	2,72	7%
Latinha	Latas de alumínio.	0,64	2%
Lata	Sucatas de ferro.	0,52	1%
Total		39,24	100%

PEAD: Polietileno de Alta Densidade; PET: Politereftalato de Etileno; PET óleo: Politereftalato de Etileno que continham óleo; EPS: Poliestireno Expandido (Isopor®).  
Fonte: Autores, 2019.

Desta forma, é possível identificar que os resíduos recicláveis das categorias Papel/Papelão e Plásticos, são os materiais recicláveis de maior incidência na cooperativa. Compatível com as pesquisas realizadas por Lobato & Lima, (2010); Konrad et al. (2014) Baptista, (2015); Conke & Nascimento, (2018).

### 3.1.2 Caracterização dos rejeitos

Na caracterização dos rejeitos, foram analisadas as amostras dos seis dias de coletas. A Tabela 6, apresenta a composição gravimétrica média dos resíduos considerados rejeitos, divididos em Categorias/Materiais. Essa divisão foi desenvolvida pelos autores deste trabalho, uma vez que a cooperativa não realiza controles detalhados dos rejeitos.

O maior percentual médio de rejeito, foi da categoria Orgânicos (44,4%), seguido pelos Plásticos (23%) e Falha na triagem (8,6%) (Tabela 6). Nas pesquisas de Konrad et al. (2014) e Baptista (2015), os rejeitos orgânicos representaram 60,3% e 52,68%, respectivamente, dos resíduos encaminhados a reciclagem.

Diferente da pesquisa de Moura et al. (2018), que identificou os plásticos como principal componente dos rejeitos, seguido dos materiais orgânicos. As variações destes percentuais podem ocorrer devido as diferentes características das populações amostradas, do período e quantidade das amostras, entre outros. A Tabela 7, demonstra a composição gravimétrica média dos resíduos orgânicos.

Tabela 6 Composição gravimétrica média dos resíduos considerados rejeitos

<b>Categorias/Materiais</b>	<b>Quantidade (kg)</b>	<b>Composição Gravimétrica (%)</b>
Orgânicos	7,17	44,4%
Plásticos (plástico em geral)	3,72	23,0%
Falha na triagem*	1,38	8,6%
Tecidos/calçados	1,20	7,4%
Papel	0,97	6,0%
Outros**	0,85	5,3%
Borracha	0,22	1,3%
Madeira	0,07	0,4%
Diferença de peso***	0,57	3,5%
<b>TOTAL</b>	<b>16,13</b>	<b>100,0%</b>

\* Falhas dos cooperados durante a segregação na esteira de triagem. \*\* Materiais diversos. \*\*\* Diferença entre o peso total das amostras e a soma dos pesos dos diferentes tipos de rejeito.

Fonte: Autores, 2019.

Tabela 7 Composição gravimétrica dos rejeitos orgânicos

Material	Quantidade (kg)	Composição Gravimétrica (%)
Restos de alimentos	2,77	38,6%
Papel guardanapo/higiênico	2,70	37,7%
Restos	1,17	16,3%
Varredura	0,37	5,1%
Fralda	0,13	1,9%
Esponja	0,03	0,4%
TOTAL	7,17	100%

Fonte: Autores, 2019

Os maiores percentuais de resíduos orgânicos encaminhados a reciclagem são os Restos de alimentos e Papel guardanapo/higiênico, especialmente os contaminados com alimentos, gordura e dejetos humanos. Os estudos realizados por Gutberlet et al. (2016), Mersoni & Reichert (2017), Ibáñez-Forés et al. (2018) e CEMPRE (2018), também apontaram a existência destes materiais entre os resíduos encaminhados a reciclagem.

A presença destes resíduos, causam mal cheiro, expõem os cooperados à riscos biológicos, devido aos fungos e bactérias. Além da proliferação de ratos, pombos e insetos, podendo ser vetores de doenças (GUTBERLET et al., 2016, DHAR et al., 2017).

Resíduos como fraldas descartáveis e esponjas, apesar de apresentarem condições técnicas de reciclagem, são considerados orgânicos e encaminhados ao aterro sanitário, uma vez que não existe outro encaminhamento por parte da cooperativa.

A maior incidência de rejeitos, em especial o Orgânico, ocorreu após o final de semana, identificados nas amostras da segunda (13,1 kg) e terça-feira (9,1 kg), realizadas na área central do município. Esta condição também foi identificada nas pesquisas de Gallardo et al. (2015) e Moura et al. (2018).

De acordo com o Entrevistado<sup>1</sup>, funcionário da secretaria municipal do meio ambiente, os moradores da área central, realizam a segregação e destinação dos resíduos a coleta seletiva, da forma mais inadequada entre os bairros do município.

A elevada taxa de rejeito orgânico, além de contaminar os resíduos recicláveis, dificulta a separação dos demais materiais (LIM et al., 2016; MOURA et al., 2018, CONKE, 2018). Desta forma, foi necessária a criação da categoria Restos (Tabela 7). Esta categoria contém, além de pequenas frações de materiais orgânicos, saches de alimentos, papéis picados e materiais de pequena granulometria, que apresentam dificuldade de coletados na esteira de triagem.

<sup>1</sup> Dados da entrevista. Pesquisa realizada em 29 de agosto de 2019.

A segunda maior porcentagem média de rejeitos foram os Plásticos (Tabela 6), equivalente as pesquisas de Konrad et al. (2014) e Baptista (2015). Os materiais dessa categoria, segundo a cooperativa, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 Composição gravimétrica dos rejeitos na categoria plástico

Material	Quantidade (Kg)	Composição Gravimétrica (%)
Plásticos secos	1,90	51,1%
Plásticos metalizados	0,70	18,8%
Bandejas/marmitas de EPS	0,50	13,5%
Sacola/cristal sujo	0,32	8,5%
Plásticos diversos	0,12	3,1%
Copo EPS	0,10	2,7%
Sachês de condimentos	0,07	1,8%
Capsulas de cafeteira	0,02	0,4%
TOTAL	3,72	100,0%

Fonte: Autores, 2019

Dentre os plásticos considerados rejeitos, o maior percentual é de Plásticos secos. Plástico seco é a nomenclatura utilizada pela cooperativa, para classificar as embalagens plásticas flexíveis que não deformam, mas rompem facilmente (CANEVAROLO, 2002; COLTRO & DUARTE, 2013).

Além de Plásticos secos, os Plásticos laminados também são considerados rejeitos, devido à falta de comprador e condições técnicas de reciclagem na região. Mesma situação foi identificada na pesquisa realizada por Moura et al. (2018) e Cerezini & Moraes (2018).

As embalagens laminadas são formadas por sobreposições de materiais como filmes plásticos, metalizados e/ou papéis, podendo ser denominada de multicamadas. Estas embalagens, muito utilizadas no acondicionamento de alimentos, uma vez que suas propriedades garantem rigidez e barreira a gases, além de alta resistência a variação de temperatura (LANDIM et al., 2016; MACIEL et al., 2018).

Mesmo passíveis de reciclagem, as propriedades dos plásticos metalizados tornam a reciclar difícil, gerando um obstáculo a comercialização. Especialmente devido falta de compradores, baixos preços de venda e poucas informações referente a soluções tecnológicas (TARTAKOWSKI, 2010; HAHLADAKIS & IACOVIDOU, 2018; MACIEL et al., 2018).

As Bandejas e Copos de EPS (Espuma de Poliestireno Expandido), no Brasil, mais conhecido como Isopor®, não são biodegradáveis e ocupam muito espaço devido sua baixa densidade, podendo gerar problemas ambientais se destinado inadequadamente.

Além disso, o grande volume do resíduo e a baixa biodegradabilidade dificultam seu transporte e a disposição em aterro (GARCÍA et al., 2009; SCHMIDT et al., 2011).

Porém, o EPS é totalmente reciclável, pode ser processado em novos blocos de EPS e transformados em solados plásticos para calçados, reaproveitados na construção civil ou na geração de eletricidade/aquecimento por meio da combustão direta (SCHMIDT et al., 2011; DISSANAYAKE et al., 2017).

Segundo o Entrevistado, as Bandejas e Copos de EPS, apresentam limitações de comercialização na região, além disso, precisam estar limpos e não conter corantes (cor). Desta forma, frequentemente são destinadas ao aterro sanitário. Condição também identificada no trabalho de Moura et al. (2018).

Ainda de acordo com o Entrevistado, a sujidade dos materiais recicláveis, não é um problema, uma vez que os resíduos são lavados. Contudo, observou-se que sacolas plásticas contaminadas com material orgânico, não eram recolhidos na triagem, devido a possibilidade de contaminação dos resíduos comercializáveis. Situação idêntica a encontrada na pesquisa de Moura et al. (2018).

Na categoria Outros (Tabela 6), foram considerados resíduos como lâmpadas, toner de tinta, pilhas, entre outros. Além de resíduos de saúde, como bolsa de água para injeção, lancetas Hgt, caneta agulha, luvas descartáveis, toucas descartáveis e molde de gesso dentário. Também identificados nas pesquisas de Moura et al. (2018), Moreira et al. (2019) e Nazari et al. (2020).

Estes resíduos apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, por apresentarem características como: inflamabilidade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade, devendo ser encaminhados corretamente (BRASIL, 2004; GUTBERLET, 2015; MOREIRA et al., 2019).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, todos os geradores de resíduos de saúde, têm a responsabilidade de elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Garantindo assim, a segregação adequada, visando evitar a contaminação dos resíduos comuns e reduzir riscos à saúde ocupacional (BRASIL, 2006; ZAJAC et al., 2016; ZOLNIKOV et al., 2018).

Ademais, foram identificados, vidros de esmaltes, tubo de creme dental, isqueiro, CDs, equipamentos eletrônicos, canetas, entre outros. A diversidade de resíduos não recicláveis identificados na triagem, indica a falta de comprometimento ou conhecimento inadequado da população, em relação a segregação dos resíduos (CEREZINI & MORAES, 2018; MOURA et al., 2018; CONKE, 2018).

O Falha na triagem dos resíduos (Tabela 6), causado por falhas dos cooperados durante a triagem na esteira de triagem, representa significativa parcela na geração dos rejeitos. A Tabela 09, apresenta a variedade de resíduos recicláveis classificados como rejeitos, devido as falhas na triagem. Materiais como alumínio, papel e metal, foram considerados rejeitos, frequentemente, por conta das pequenas dimensões. Essa condição dificulta a coleta na esteira, situação análoga as pesquisas de Dutra et al. (2018) e Moura et al. (2018). Os resíduos plásticos e vidros, foram classificados como rejeito, principalmente, por conta da desatenção ou falta de conhecimento dos cooperados (SANTOS et al., 2016).

Tabela 09 Composição gravimétrica materiais recicláveis categoria Falha na triagem

Material	Quantidade (Kg)	Composição Gravimétrica (%)
Plástico	1,03	64%
Vidro	0,23	14%
Papel	0,13	8%
Alumínio	0,15	9%
Metal	0,07	4%
TOTAL	1,62	100%

Fonte: Autores, 2019.

Cada trabalhador, realizando a triagem na esteira, separou em média 15,9 kg de resíduos por hora. Contudo, foram necessárias inúmeras pausas da esteira para recolher pequenos materiais. A segregação e a destinação incorreta dos resíduos à coleta seletiva, reduz o desempenho no processo de triagem, o aumento dos custos no gerenciamento dos RSU e a quantidade de rejeitos destinados aos aterros (KLEIN et al., 2018; DUTRA et al., 2018; CONKE, 2018; MOURA, et al., 2018; SILVA et al. (2018).

### 3.2 ALTERNATIVAS A REDUÇÃO DOS REJEITOS

Diante da composição gravimétrica dos rejeitos (Tabela 6), das entrevistas e das análises dos processos, foram identificados três principais motivos ou causas para existência de rejeitos: 1) Segregação incorreta pelo gerador; 2) Falta de comércio para materiais recicláveis; 3) Falha na triagem.

Desta forma, as propostas para redução dos rejeitos, foram desenvolvidas considerando as seguintes linhas de ação: educação ambiental, direcionada a separação os resíduos pela população; estratégias de mercado, com identificação de alternativas para comercialização dos resíduos; orientação aos colaboradores da cooperativa quanto ao processo de triagem.

A Segregação incorreta pelo gerador, demanda mais esforços para adequação, tendo em vista a grande quantidade de materiais encaminhados inadequadamente a coleta seletiva. Motivado pela desinformação ou falta de comprometimento da população, acerca da correta segregação dos resíduos (CEREZINI & MORAES, 2018; MOURA et al., 2018; CONKE, 2018).

Desta forma, sugere-se como principal estratégia, o investimento em ações de educação ambiental voltadas a população (GUTBERLET, 2015; LIM et al., 2019; MOURA et al., 2018, CEMBRANEL et al., 2019; AZEVEDO et al., 2019). Especialmente aos moradores da área central do município, uma vez, que é a região que apresenta a menor eficiência na segregação dos resíduos.

Klein et al. (2018) e SOUZA-DAL BÓ et al. (2019), identificaram em suas pesquisas, um reduzido número de municípios que informam a população sobre a correta segregação dos resíduos destinados à coleta seletiva. Desta forma, a falta de informação pode reduzir o desempenho da coleta, aumentando a quantidade de rejeitos e a assimetria da informação à população (KLEIN et al., 2018).

Contudo, a pesquisa realizada por Tonet & Villagra, 2016, apontou que nos principais municípios da região sudoeste do estado do Paraná, existem ações de educação ambiental por parte do poder público, tendo o tema coleta seletiva, com o mais abordado.

Desta forma, para otimização das ações de educação ambiental, sugere-se a realização de um diagnóstico acerca da compreensão da população (DIAS, 2004; FISCARELLI & AKAMATSU, 2008; BELTRÃO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016), quanto a coleta seletiva e os materiais recicláveis no município. Tendo em vista, que os resíduos encaminhados a coleta seletiva, e realmente reciclados, variam de acordo com cada cooperativa ou município.

Esta pesquisa demonstrou que existem dúvidas da população, quanto a correta destinação dos resíduos gerados. Tais incertezas, por vezes, ocorrem na própria cooperativa, tendo em vista as alterações que acontecem na comercialização dos materiais recicláveis (MOURA et al., 2018; CONKE, 2018). Como a que ocorreu durante realização do trabalho, na qual, as bandejas de Isopor®, que inicialmente eram encaminhadas ao aterro sanitário, e ao fim, passaram a ser comercializadas.

Assim, é importante que a educação ambiental seja um processo permanente, uma vez que campanhas isoladas são pouco eficientes (BRASIL, 2010b, BRAVO et al., 2018; CEMBRANEL et al., 2019). Além disso, para efetiva execução da coleta seletiva é fundamental a implantação de projetos de mobilização social e educação ambiental. Por

meio dessas ações, é possível levar os programas de coleta seletiva à população, mostrando como é realizada a coleta, além de orientar a forma correta de segregar e acondicionar resíduos (BRASIL, 2010c; JANUÁRIO et al., 2017; MOURA et al., 2018).

A pesquisa realizada por Klein et al. (2018), em 34 municípios da Bacia do Alto Tietê, no estado de São Paulo, analisou a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em especial a internet, como instrumento de apoio à gestão de resíduos sólidos urbanos. O estudo constatou que a maioria dos municípios não disponibilizam em ambiente de internet, informações sobre coleta seletiva ou segregação de resíduos sólidos ou o fazem de forma precária.

O avanço das TIC tem provocado mudanças no comportamento humano, especialmente, na educação. Em tempos de internet, web, smartphones, notebooks, robótica educacional e outros recursos, a educação deve levar em conta a presença dessas tecnologias para, a partir delas, redefinir a metodologia tradicional de ensino (GAMA & TAVARES, 2015; ASONGU et al., 2019).

Desta forma, este estudo recomenda a criação de plataformas em internet, mídias sociais e aplicativos, de fácil acesso, nos quais, a população possa obter informações atualizadas, referente a coleta seletiva e a segregação dos resíduos. A adoção de TIC junto a população, são importante ferramenta na orientação (PASSERI & ROCHA, 2017; ASONGU et al., 2019) quanto a correta segregação e acondicionamento dos resíduos, sendo um mecanismo essencial de promoção da educação ambiental (KLEIN et al., 2018).

A geração de rejeito causada pela Falta de comércio, está relacionada a inexistência ou inviabilidade técnica/econômica na região, da reciclagem de resíduos, como os Plásticos secos e os Plásticos metalizados. Sendo que, a quantidade média dos rejeitos de Plástico seco (Tabela 8), foi superior à de Plástico cristal (Tabela 4) comercializado pela cooperativa, apresentando elevado potencial comercialização. A ausência de comércio para estes materiais, também foram identificadas nas pesquisas de CEREZINI & MORAES, 2018; MOURA et al., 2018).

As embalagens plásticas, muito utilizadas pela população, possuem alta rotatividade e são descartadas logo após o uso (COLTRO & DUARTE, 2013). Desta forma, o sucesso na reciclagem desses materiais está diretamente relacionado aos aspectos culturais, políticos e socioeconômicos das populações. Além de incentivos a implementação de empresas recicladoras na região; da busca pela construção de novas parcerias para comercialização; e do fomento ao desenvolvimento de tecnologias,



pesquisas e projetos voltados a reciclagem (FORLIN & FARIA, 2002; MOURA et al., 2018; AZEVEDO et al., 2019).

Na geração de rejeitos devido a Falha na triagem, identificou-se que o encaminhamento incorreto de resíduos à coleta seletiva, acaba sobrecarregando os trabalhadores, potencializando as falhas na seleção dos materiais (MOURA et al., 2018 e SILVA, et al., 2018). Além da falta de informação e atenção dos trabalhadores, na identificação dos resíduos recicláveis na triagem (GUTBERLET, 2015; SANTOS et al., 2016).

Durante as análises do processo de seleção nas esteiras, observou-se que, por vezes, os trabalhadores apresentavam dúvidas na distinção entre os resíduos recicláveis e não recicláveis. Condição identificada também nos trabalhos de Santos et al. (2106) e Moura et al. (2018). Por consequência, esta incerteza acaba gerando maior quantidade de rejeitos, além de prejudicar a produtividade.

Desta forma, recomenda-se a orientação periódica dos colaboradores, por meio de treinamentos, palestras, materiais pedagógicos, entre outros. Além do acompanhamento do processo de triagem, por profissional devidamente capacitado, com vista a orientação dos cooperados (GUTBERLET, 2015; SANTOS et al., 2016; MARINO et al., 2018, MOURA et al., 2018; SILVA et al., 2018).

#### **4 CONCLUSÃO**

A caracterização dos resíduos sólidos urbanos, permitiu identificar que, aproximadamente 28% dos resíduos encaminhados a cooperativa são considerados rejeitos, composto principalmente por resíduos orgânicos e plástico. A maior quantidade de material reciclável é formada por papel/papelão.

A principal causa da geração de rejeitos, ocorre devido a Segregação incorreta pelo gerador, seguida da Falta de comércio para materiais recicláveis, sobretudo o plástico seco e plástico metalizado, e por fim, a Falha na triagem dos resíduos.

Desta forma, as alternativas propostas para redução dos rejeitos têm como base o investimento em educação ambiental voltada a população, com foco na utilização de tecnologia da informação e comunicação; busca de novos mercados, com investimento em pesquisas e estímulo a abertura de empresas recicladoras na região; além de orientações aos cooperados, quanto a processo de triagem.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018*. São Paulo. 2018. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>.

AMARO, A. B. Profissão Catador: origem e sistematização no processo produtivo. In: AMARO, A. B.; VERDUM, R. *Política Nacional de Resíduos Sólidos e suas interfaces com o espaço geográfico: entre conquistas e desafios*. Porto Alegre: Letra1, 2016.

ASONGU, S. A.; ORIM, S. I.; NTING, R. T. Inequality, information technology and inclusive education in sub-Saharan Africa. *Technological Forecasting & Social Change*, 146, 380–389, 2019.

AZEVEDO, B. D.; SCAVARDA, L. F.; CAIADO, R. G. G. Urban solid waste management in developing countries from the sustainable supply chain management perspective: A case study of Brazil's largest slum. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1377-1386, 2019.

BAPTISTA, V. F. As políticas públicas de coleta seletiva no município do Rio de Janeiro: onde e como estão as cooperativas de catadores de materiais recicláveis? *Rev. Adm. Pública*, 49(1), 141-164, 2015.

BELTRÃO, M. R. M.; DUTRA, M. T. D.; NUNES, A. T. Percepção ambiental sobre a gestão de resíduos sólidos: estudo de caso do conjunto residencial Pernambuco. *R. Gest. Sust. Ambiental*, 4(2), 209-233, 2016.

BRASIL. *Norma Brasileira nº 10.004 de 31 de maio de 2004*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, RJ. 2004.

BRASIL. *Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde*. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília. 2006.

BRASIL. *Política Nacional de Resíduos Sólidos nº 12.305 de 02 de agosto de 2010*. Brasília. 2010a. DOU de 03/08/2010.

BRASIL. *Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010*. Brasília. 2010b. Dou de 24/12/2010.

BRASIL. *Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos*. Ministério de Meio Ambiente - MMA. Brasília. 2010c.

BRAVO, T. L.; PEÇANHA, A. L.; WERNER, E. T.; SANTOS, A. A. O. Educação ambiental e percepção da implantação de coleta seletiva de lixo urbano em de Alegre, ES. *R. Gest. Sust. Ambiental*, 7(1), 375 -396, 2018.

CANEVAROLO, S. V. *Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros*. 2ª. ed. São Paulo: Artliber Editora, 2002.

CASTILHO JUNIOR, A. B.; RAMOS, N. F.; ALVES, C. M.; FORCELLINI, F. A.; GRACIOLLI, O. D. Catadores de materiais recicláveis: análise das condições de trabalho e infraestrutura operacional no Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. *Ciênc. Saúde Coletiva*, 18, 3115-3124, 2013.

CEMBRANEL, A. S.; FRANCISCHETT, M. N.; RODRIGUES, C. R. Educação Ambiental com Estudantes e Famílias na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. *Revbea*, 14(1), 171-185, 2019.

CEMPRE, *Compromisso Empresarial Para Reciclagem*, 2018. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/9>>. Acesso em: 30 outubro 2019.

CEREZINI, M. T.; MORAES, M. V. G. Contribuições para a coleta seletiva: estudo do descarte dos resíduos recicláveis e não recicláveis. *Revbea*, 13(4), 4, 207-215, 2018.

COLTRO, L.; DUARTE, L. C. Reciclagem de Embalagens Plásticas Flexíveis: Contribuição da Identificação Correta. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 23 (1), p. 128-134, 2013.

CONKE, L. S. Barriers to waste recycling development: Evidence from Brazil Resources. *Conservation & Recycling*, 134, 129–135, 2018.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10(1), 199-212, 2018.

DHAR, H., KUMAR, S., KUMAR, R. A review on organic waste to energy systems in India. *Bioresour. Technol.*, 245, 1229-1237, 2017.

DIAS, G. F. *Educação Ambiental: princípios e práticas*. 9. Ed, São Paulo, Gaia, 2004.

DISSANAYAKE, D. M. K. W.; C. JAYASINGHE, C.; JAYASINGHE, M. T. R. A comparative embodied energy analysis of a house with recycled expanded polystyrene (EPS) based foam concrete wall panels. *Energy and Buildings*, 135, 85–94, 2017.

DUTRA, R. M.; S. YAMANE, L.; H., SIMAN, R. R. Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers' organizations: A case study of 16 Brazilian cities. *Waste Management*, 77, 50–58, 2018.

FISCARELLI, S. H., AKAMATSU, J. I. *Metodologia de Projetos na Educação Ambiental*. São Paulo, Páginas & Letras, 2008.

FORLIN, F. J.; FARIA, J. D. A. F. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 12(1), 1-10, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/po/v12n1/9876>

FRATTA, K. D. S. A.; TONELI, J. T. C. L.; ANTÔNIO, G. C. Diagnosis of the management of solid urban waste of the municipalities of ABC Paulista of Brasil through the application of sustainability indicators. *Waste Management*, 85, 11–17, 2019.

GALLARDO, A.; CARLOS, M.; PERIS, M., COLOMER, F.J. Methodology to design a municipal solid waste generation and composition map: a case study. *Waste Manage*, 36, 1–11, 2015.

GAMA, L. N.; TAVARES C. M. M. Educação e mídias: implicações contemporâneas no cotidiano acadêmico. *Texto Contexto Enferm*, 24(2), 593-599. 2015.

GARCÍA, M. T.; DUQUE, G.; GRACIA, I.; LUCAS, A.; RODRÍGUEZ, J. F. Recycling extruded polystyrene by dissolution with suitable solvents. *Journal of Mater Cycles Waste Management*, 11, 2–5, 2009.

GUTBERLET, J. Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. *Waste Management*, 45, 22–31, 2015.

GUTBERLET, J.; BAEDER, A. M.; PONTUSCHKA, N. N.; FELIPONE, S. M. N.; SANTOS, T. L. F.; SOUZA, A. M. Pesquisa-ação em educação ambiental e saúde dos catadores: estudo de caso realizado com integrantes de cooperativas de coleta seletiva e reciclagem na região metropolitana de São Paulo. In: PEREIRA, B. C. J.; GOES, F. L. (org.) *Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, 2016.

HAHLADAKIS, J. N.; IACOVIDOU, E. Closing the loop on plastic packaging materials: What is quality and how does it affect their circularity? *Science of the Total Environment*, 630, 1394–1400, 2018.

IBAM. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), 2001.

IBÁÑEZ-FORÉS, V.; COUTINHO-NÓBREGA, C.; BOVEA, M. D.; MELLO-SILVA, C.; LESSA-FEITOSA-VIRGOLINO, J. Influence of implementing selective collection on municipal waste management systems in developing countries: A Brazilian case study. *Resources, Conservation & Recycling*, 134, 100–111, 2018.

IBGE. *Panorama Francisco Beltrão*. IBGE, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama>>. Acesso em: 30 Maio de 2019.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão dos resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *Estudos Avançados*, 25, 71, 135-158, 2011.

JANUÁRIO, M.; FERNANDES, F. R. M.; VALERIO, M. A.; MACEDO, R. B. Estudo do comportamento ambiental da população de Wenceslau Braz/PR em relação aos resíduos sólidos urbanos. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 6(1), 55-71, 2017.

KLEIN, F. B.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; JAYO, M. Gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: uma análise sobre o uso de TIC no acesso à informação governamental. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10(1), 140-153, 2018.

KONRAD; O.; CALDERAN, T. B. C.; SCHMEIER, N. P.; CASARIL, C. E.; LUMI, M. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos destinados para uma central de triagem, compostagem e disposição final. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 5(1), 284-292, 2014.

LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; MELO, N. R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros*, 26, 82-92, 2016.

LIM, S.L., LEE, L.H., WU, T.Y. Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. *J. Clean. Prod.*, 111, 262–278, 2016.

LIMA, P. G.; DESTRO, G. E.; BRAGA JUNIOR, S. S.; FORTI, J. C. Análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de um aterro sanitário. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 12(4), 410-426, 2018.

LOBATO, K. C. D.; LIMA, J. P. Caracterização e avaliação de processos de seleção de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica de mapeamento. *Eng Sanit Ambiental*, 15(4), 347-356, 2010.

MACIEL, J. P.; STALTER, C. F.; REGINA CÉLIA ESPINOSA MODOLO, R. C. E.; MORAES, C. A. M. Valorização de resíduos de polipropileno biorientado (BOPP) pós-consumo: em busca de soluções práticas e sustentáveis. *9º Forum Internacional de Resíduos Sólidos*, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/844>

MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; GANDOLLA, M. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21(2), 379-385, 2016.

MARCOP. *Marrecas Cooperativa de Reciclados*: (Entrevista concedida a). Enaile Coelho Balbinotti. Entrevista para elaboração da pesquisa, 2019.

MARINO, A. L.; CHAVES, G. L. D.; SANTOS JUNIOR, J. L. Do Brazilian municipalities have the technical capacity to implement solid waste management at the local level? *Journal of Cleaner Production*, 188, 378-386, 2018.

MERSONI, C. REICHERT, G. A. Comparação de cenários de tratamento de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica da Avaliação do Ciclo de Vida: o caso do município de Garibaldi, RS. *Eng Sanit Ambiental*, 22(5), 863-875, 2017.

MOREIRA, A. M. M.; GÜNTHER, W. M. R.; SIQUEIRA, C. E. G. Workers' perception of hazards on recycling sorting facilities. *Ciência & Saúde Coletiva*, 24(3), 771-780, 2019.

MOURA, J. M. B. M.; PINHEIRO, I. G.; CARMO, J. L. Gravimetric composition of the rejects coming from the segregation process of the municipal recyclable wastes. *Waste Management*, 74, 98–109, 2018.

NAZARI, M. T.; GONÇALVES, C. S. G.; SILVA, P. L. C.; PAZ, M. F.; SIQUEIRA, T. M.; CORRÊA, E. K.; CORRÊA, L. B. Incidência de resíduos de serviços de saúde em cooperativas de triagem de materiais recicláveis. *Eng Sanit Ambiental*, 25(2), 271-279, 2020.

OLIVEIRA, B. O. S.; GRAÇA, V. R.; SILVA, D. M. P.; PAES, L. F. Percepção ambiental de alunos da educação de jovens e adultos sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Humaitá (AM). *Revbea*, 11(1), 284-304, 2016. Disponível em: <http://revbea.emnuvens.com.br/revbea/article/view/4758/3114>

PASSERI, M. G.; ROCHA, M. B. Proposta e análise de uma sequência didática para abordar uma educação ambiental sob enfoque CTS. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 10(2), 1-15, 2017.

REBEHY, P. C. P. W.; COSTA, A. L.; CAMPELLO, C. A.G.B.; ESPINOZA, D. F.; JOAO NETO, J. Innovative social business of selective waste collection in Brazil: Cleaner production and poverty reduction. *Journal of Cleaner Production*, 154, 462-473, 2017.

REICHERT, G. A.; MENDES, C. A. B. Avaliação do ciclo de vida e apoio à decisão em gerenciamento integrado e sustentável de resíduos sólidos urbanos. *Eng. Sanit. Ambiental*, 19(3), 3012-313, 2014.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; CAPP, A. L. A. P.; TEIXEIRA, H. L.; SIMÕES, G. T. C.; RUSSI, R. R.; LOURENÇO, B. L. R.; OLIVEIRA, C. D. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 8(1), 1-8, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v18n1/a01v18n1.pdf>

SCHMIDT, P. N. S.; CIOFFI, M. O. H.; VOORWALD, H.J.C.; SILVEIRA, J. L. Flexural Test On Recycled Polystyrene. *Procedia Engineering*. 10, 930-935, 2011.

SILVA, P. L. C.; NAZARI, M. T.; HERNANDES, J. C.; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, E. K. Dificuldades enfrentadas no cotidiano de trabalho em cooperativas de triagem de material reciclável. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 7(2), 355-369, 2018.

SOUZA-DAL BÓ, G. C.; MUNARI, A. B.; ASSUNÇÃO, V. K.; BERNARDIN, A. M. A educação ambiental nos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos: um diagnóstico da região carbonífera catarinense. In: LADWIG, Nilzo Ivo; CAMPOS, Juliano Bitencourt (org.). *Planejamento e gestão territorial: o papel e os instrumentos do planejamento territorial na interface entre o urbano e o rural*. Criciúma (SC): UNESC, 2019.

TARTAKOWSKI, Z. Recycling of packaging multilayer films: New materials for technical products. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 167-170, 2010.

TONET, A.; VILLAGRA, B. L. P. A educação ambiental nas prefeituras municipais do sudoeste do Paraná. *Revbea*, 11(2), 299-312, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2162/1408>

SANTOS, F. F.; FONTES, A. R. M.; VIRGÍNIA APARECIDA DA SILVA MORIS, V. A. S.; SOUZA, R. L. R. Atores da cadeia de reciclagem: influência e impactos na atividade de triagem de materiais em uma cooperativa de Sorocaba-SP. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 10(3), 85-101, 2016.

SANTOS, R. E.; SANTOS, I. F. S.; BARROS, R. M.; BERNAL, A. P.; TIAGO FILHO, G. L.; SILVA F. G. S. Generating electrical energy through urban solid waste in Brazil: Aneconomic and energy comparative analysis. *Journal of Environmental Management*, 231, 198-206, 2019.

ZAJAC, M. A. L.; FERNANDES, R. O.; DAVID, C. J.; AQUINO, S. Logística reversa de resíduos da classe D em ambiente hospitalar: monitoramento e avaliação da reciclagem

no hospital infantil Cândido Fontoura. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 5(1), 78-93, 2016.

ZOLNIKOV, T. R.; SILVA, R. C. S.; TUESTA, A. A.; MARQUES, C. P.; CRUVINEL, V. R. N. Ineffective waste site closures in Brazil: A systematic review on continuing health conditions and occupational hazards of waste collectors. *Waste Management*, 80, 26–39, 2018.