

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ENAILE COELHO BALBINOTTI

**REJEITOS NA TRIAGEM DE RESÍDUOS DA COLETA SELETIVA DO MUNICÍPIO
DE FRANCISCO BELTRÃO-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2019

ENAILE COELHO BALBINOTTI

**REJEITOS NA TRIAGEM DE RESÍDUOS DA COLETA SELETIVA DO MUNICÍPIO
DE FRANCISCO BELTRÃO-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão.

Orientador: Prof. Dr. Adir Silverio Cembranel

FRANCISCO BELTRÃO

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**Rejeitos na triagem de resíduos da coleta seletiva do Município de Francisco
Beltrão-PR**

por

Enaile Coelho Balbinotti

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 15:30 horas, do dia 28 de novembro de 2019, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Avaliadora:

Prof. Dr. Adir Silvério Cembranel

(Presidente da Banca)

Profa. Dra. Elaine Schornobay Lui

(Membro da Banca)

Prof. Dr. Wagner De Aguiar

(Membro da Banca)

Prof. Dra. Denise Andréia Szymczak

(Professora Responsável pelo TCC)

Prof. Dr. Wagner De Aguiar

Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, especialmente meus pais, Careca e Eliane, por todos os valores e ensinamentos passados, por nunca terem deixado faltar nada na minha vida e por todo carinho, paciência, apoio e compreensão durante essa jornada. E aos meus irmãos, Áquila e Rafael, por todo apoio e por sempre estarem dispostos a me ajudar no que for preciso.

Ao meu orientador, pelo auxílio, críticas, colaborações e incentivos durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu namorado, Luis Guilherme, que esteve ao meu lado em todos os momentos e não poupou esforços para me ajudar na realização deste trabalho, se privando, muitas vezes, dos seus momentos de descanso, para passar horas na Marcop realizando as análises junto comigo. Agradeço também, por toda cumplicidade, apoio, carinho e compreensão durante esta fase. Muito obrigada por tanto e por tudo!

À minha família beltronense: Ana Cristina e Danieli, minhas parceiras de casa, pelo companheirismo e por sempre me apoiarem e darem forças; e Mariana, minha parceira desde o início da minha jornada acadêmica, por toda a paciência, amizade e por sempre estar ao meu lado nos melhores e piores momentos.

A todos os amigos que conquistei durante a minha vida acadêmica, por todos os momentos de amizade, companheirismo e diversão, fazendo desta fase mais leve e inesquecível.

À Secretaria do Meio Ambiente, especialmente aos funcionários Marco e Edimar, por todas as colaborações a este projeto.

À Marcop, por ter aberto as portas para a realização deste trabalho, e a todos os cooperados pela troca de conhecimentos, que foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores, Elaine e Wagner, pelas contribuições para o enriquecimento deste projeto.

Por fim, agradeço à UTFPR, pela excelência de ensino, contribuindo com o meu engrandecimento pessoal e formação profissional.

*“Espero um novo tempo
Que vem chegando a cada sopro de vento
Pra levantar, pra renascer, surgir, chegar
Aonde quer chegar”*

(Dazaranha)

RESUMO

BALBINOTTI, Enaile C. **Rejeitos na triagem de resíduos da coleta seletiva do Município de Francisco Beltrão-PR**. 2019. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2019.

A destinação inadequada dos resíduos sólidos pode causar danos à saúde humana e ao meio ambiente. Desta forma, a coleta seletiva e a reciclagem são alternativas para minimizar esses danos. Porém, diversos fatores podem prejudicar a realização do processo eficaz de reciclagem, intensificando a existência de grandes quantidades de rejeitos entre os recicláveis destinados à coleta seletiva. Os rejeitos são resíduos sólidos que tiveram todas as possibilidades de tratamento e recuperação esgotadas, e devem ter sua disposição final ambientalmente adequada. Porém a sobrecarga destes materiais destinados à coleta seletiva provoca a ineficiência no processo de triagem. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos recicláveis, gerados no município de Francisco Beltrão-PR e encaminhados a Marrecas Cooperativa de Reciclados (MARCOP). Identificando as causas da geração de rejeito entre os resíduos recicláveis e elaborando estratégias para redução destes materiais na coleta seletiva. Observou-se que 28% dos resíduos destinados à cooperativa eram rejeitos. Sendo que, na composição gravimétrica dos rejeitos, o maior índice era de resíduos orgânicos (44%), seguidos pelos plásticos (23%), já o erro na triagem teve um índice de 9%. Recomenda-se que os rejeitos e os materiais não comercializados pela cooperativa não sejam encaminhados à coleta seletiva, porém, foi verificado neste trabalho que a principal causa da geração de rejeito foi devido ao erro na segregação, abordando todos os materiais da composição gravimétrica dos rejeitos, já em relação a falta de comércio, o único material abrangido neste grupo foram os plásticos. Concluindo, assim, que as principais estratégias para redução dos rejeitos a serem abordadas são: a educação ambiental voltada a população e a identificação de novas parcerias para a comercialização dos plásticos recicláveis.

Palavras chave: Coleta seletiva. Análise gravimétrica. Reciclagem

ABSTRACT

BALBINOTTI, Enaile C. **Waste in the waste sorting at selective collect of Francisco Beltrao-PR**. 2019. 63f. Environmental Engineering Term Paper, - Federal University of Technology - Parana Francisco Beltrão, 2019.

The improper solid waste disposal can cause damage to human health and the environment. Thus, selective collection and recycling are alternatives to minimize this damage. However, several factors can affect the achievement of the recycling process, intensifying the existence of large amount of tailing among recyclables destined for selective collection. Tailings are solid wastes after all treatment and recovery possibilities have been exhausted, and must have their final disposal environmentally appropriate. However, the overload of these waste materials destined for selective collection causes failure in the sorting process. Thus, the objective of this work was to perform the physical characterization of recyclable urban solid waste generated in the city of Francisco Beltrão and forwarded to Marrecas Recycling Cooperative (MARCOP). Identifying the causes of tailing generation among recyclable waste and developing strategies to reduce these materials in selective collection. It was observed that 28% of the waste destined to the cooperative was tailings. In the gravimetric composition of tailings, the highest rate was organic waste (44%), followed by plastics (23%), the failure in the sorting process had the index of 9%. As it is recommended that non-recyclable materials should not be sent for selective collection, the main cause of tailings generation was due to the segregation error, addressing all materials of the gravimetric composition of the tailings, except the materials of the sorting process error, in regarding lack of trade, the only material include in this group were plastics. Concluding, therefore, that the main strategies to reduce waste are: environmental education aimed at the population, focusing on information and communication technologies, especially on the internet; and the identification of new partnerships for the commercialization of recyclable plastics.

Keywords: Selective collection. Gravimetric composition. Recycling

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes mais comuns da composição gravimétrica.....	17
Figura 2 – Localização do Município de Francisco Beltrão	28
Figura 3 – Resíduos despejados no pátio da empresa após coleta	30
Figura 4 – Amostragem para análise gravimétrica	31
Figura 5 – Caixa de madeira com a amostra de 2000 L.....	31
Figura 6 – Rejeitos segregados no processo de triagem	32
Figura 7 – Rejeitos separados por tipo de material	32
Figura 8 – Sacolas plásticas.....	38
Figura 9 – Plástico cristal	38
Figura 10 – PET e PET verde.....	39
Figura 11 – Restos de alimentos presentes na esteira.....	40
Figura 12 – Copos de EPS e marmitas/bandejas de EPS encontrados nos rejeitos	44
Figura 13 – Sacola e cristais sujos encontrados nos rejeitos	45
Figura 14 – Embalagem com dois tipos de materiais	46
Figura 15 – Toner de impressora e lâmpada.....	47
Figura 16 – Pilhas encontradas nos rejeitos.....	47
Figura 17 – Bolsa de água para injeção encontrada nos rejeitos	47
Figura 18 – Lancetas para hgt e agulha caneta encontrados nos rejeitos	47
Figura 19 – Agulha presente nas lancetas para hgt e agulha caneta.....	47
Figura 20 – Toucas cirúrgica descartáveis encontradas nos rejeitos	48
Figura 21 – Modelo de gesso encontrado nos rejeitos	48
Figura 22 – Resistencia de chuveiro encontrado nos rejeitos	49
Figura 23 – Resíduos grudados com fita encontrados nos rejeitos	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Calendário da coleta seletiva em Francisco Beltrão	29
Tabela 2 – Bairros abrangidos durante o estudo	30
Tabela 3 – Categorias para análise gravimétrica dos resíduos recicláveis.....	33
Tabela 4 – Resultados das análises durante o período de estudo	35
Tabela 5 – Quantidade (Kg) de papelão e sacolas destinadas a cooperativa durante o estudo	35
Tabela 6 – Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis realizada na cooperativa.....	36
Tabela 7 – Categorias da análise gravimétrica dos resíduos recicláveis.....	37
Tabela 8 – Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis.....	37
Tabela 9 – Composição gravimétrica dos plásticos	38
Tabela 10 – Composição gravimétrica dos rejeitos destinados à cooperativa.....	39
Tabela 11 – Composição gravimétrica da categoria orgânico encontrado nos rejeitos	40
Tabela 12 – Quantidade de resíduo orgânico destinado à coleta seletiva.....	41
Tabela 13 – Composição gravimétrica da categoria plástico encontrado nos rejeitos	42
Tabela 14 – Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis destinados como rejeitos devido ao erro na triagem.....	50
Tabela 15 – Relação entre os grupos de rejeição e os materiais encontrados na análise gravimétrica	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVO.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	14
3.1.1	Definição e Classificação de Resíduos Sólidos	14
3.1.2	Geração de resíduos sólidos urbanos	15
3.1.3	Características Gravimétricas	16
3.2	RECICLAGEM E LOGÍSTICA REVERSA.....	18
3.3	COOPERATIVA DE CATADORES.....	20
3.4	COLETA SELETIVA	21
3.4.1	Execução da coleta seletiva	22
3.4.2	Problemas na coleta seletiva	24
3.4.3	Coleta Seletiva em Francisco Beltrão	26
3.4.4	Marrecas Cooperativa de Reciclados – Marcop	27
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E DO OBJETO DE ESTUDO	27
4.2	CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	29
4.3	IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DA GERAÇÃO DE REJEITO	33
4.4	ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DOS REJEITOS	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ENCAMINHADOS À COOPERATIVA	35
5.1.1	Caracterização Dos Resíduos Recicláveis	36
5.1.2	Caracterização dos Rejeitos	39
5.2	ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DOS REJEITOS	50
6	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

A crescente atividade industrial potencializa a geração de uma grande quantidade de resíduos sólidos, que muitas vezes não são reutilizados ou são descartados de forma incorreta, causando um passivo ambiental que afeta a qualidade de vida da sociedade. Esses resíduos gerados podem ser perigosos e conter elementos que podem prejudicar a saúde humana e o meio ambiente, constituindo um dos grandes problemas da sociedade (RIBEIRO e MORELLI, 2009).

No ano de 2017, no Brasil, a geração de resíduos sólidos urbanos foi de 78,4 milhões de toneladas, deste montante foram coletados 71,6 milhões de toneladas, ou seja, 6,9 milhões de toneladas não foram coletadas, tendo destino improprio. Já em relação aos resíduos sólidos urbanos coletados, 40,9% foram despejados em aterros controlados ou lixões, que são considerados locais inadequados para despejo (ABRELPE, 2017).

Na busca de soluções a crescente problemática dos resíduos, em 02 de agosto de 2010, foi publicada a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei 12.305, que dispõe sobre as medidas a serem seguidas na gestão e gerenciamento dos resíduos. A política estabelece que o gerenciamento deve seguir a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamentos dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada de seus rejeitos. A ordem prioritária do gerenciamento tem como objetivo reduzir o volume e periculosidades dos resíduos e a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental (BRASIL, 2010a).

A coleta seletiva é um dos instrumentos e objetivos mais importantes da PNRS, pois possibilita que resíduos sejam encaminhados a reciclagem e seus rejeitos dispostos em locais ambientalmente adequados. Desta forma, a coleta seletiva, proporciona vantagens como: aumento da vida útil de aterros sanitários; diminuição dos gastos com limpeza pública e a melhoria das condições ambientais e da saúde pública da população (CEMPRE, 2014; KLEIN, GONÇALVES-DIAS e JAYO, 2018).

Além disso, a PNRS também incentivou a criação de associações e cooperativas de catadores, estimulando o resgate social de pessoas de baixa renda. Com as associações/cooperativas, os trabalhadores recebem os materiais em um

local adequado para realizar a triagem, sem a necessidade de realizar a coleta nas ruas ou lixões (CEMPRE, 2014; AMARO, 2016).

Porém, fatores como 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 segregação e destinação de resíduos impróprios à coleta seletiva. Desta forma, os trabalhadores das associações/cooperativas, que atuam na coleta e triagem dos resíduos ficam expostos à perigos diretos (seringas, lâmpadas, vidros quebrados) e indiretos (materiais biodegradáveis que ao se decompor atraem vetores) (MANNARINO, FERREIRA e GANDOLLA, 2015; AMARO, 2016).

Além disso, estes fatores causam a sobrecarregar de rejeitos no processo de triagem, podendo resultar em até 50% de todo material coletado. Os rejeitos são resíduos sólidos que não tem mais possibilidades de ser aproveitado e sua disposição final deve ser ambientalmente adequada. O excesso desses materiais entre os resíduos encaminhados a reciclagem também pode ocorrer devido a inviabilidade econômica da reciclagem, que pode advir, dentre outras situações, devido as longas distâncias das indústrias de reciclagem e os centros de triagem. Assim, muitos materiais que poderiam ser reciclados são considerados rejeitos devido à ausência de mercado na região em que a coleta seletiva é operada (BRASIL, 2010; CEMPRE, 2014; MANNARINO, FERREIRA e GANDOLLA, 2015; AMARO, 2016).

Esses fatores dificultam a implantação de um sistema de reciclagem efetivo, pois ocasionam baixa eficiência da coleta seletiva, implicando no aumento de custos ao município e diminuição do desempenho e rendimento na segregação desses materiais pelas cooperativas (MANNARINO, FERREIRA e GANDOLLA, 2015; KLEIN, GONÇALVES-DIAS e JAYO, 2018; AMARO, 2016). A ineficiência da coleta também pode ser agravante no acúmulo de rejeitos, já que pode resultar em materiais recicláveis inclusos nos rejeitos devido à má segregação no momento da triagem realizada nas cooperativas/associações (CEMPRE, 2014).

Desta forma, este trabalho objetivou realizar a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos, gerados no Município de Francisco Beltrão-PR e encaminhados a Marrecas Cooperativa de Reciclados (MARCOP), para assim, compreender as causas pelas quais os resíduos que são encaminhados à reciclagem serem considerados rejeitos e elaborar estratégias para a redução destes materiais na coleta seletiva do Município.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a caracterização dos resíduos sólidos urbanos recicláveis, gerados no Município de Francisco Beltrão-PR e encaminhados à Marrecas Cooperativa de Reciclados (MARCOP).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar o índice de rejeitos presentes nos resíduos sólidos urbanos recicláveis encaminhados à cooperativa;
- Identificar as causas da geração de rejeitos entre os resíduos recicláveis;
- Elaborar estratégias para redução dos rejeitos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

3.1.1 Definição e Classificação de Resíduos Sólidos

Segundo a ABNT NBR 10.004/04 resíduos sólidos são resíduos provenientes das atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, podendo apresentar-se no estado sólido e semissólido (BRASIL, 2004a).

A classificação dos resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividades que deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impactos à saúde e ao meio ambiente é conhecido (BRASIL, 2004a).

Ainda de acordo com a NBR 10.004/04, os resíduos são classificados conforme sua periculosidade, em:

- Resíduos classe I – perigosos: que possam apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente, ou apresentem uma ou mais das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Resíduos classe II – não perigosos, o qual é dividido em:
 - Resíduos classe II A – Não inertes: são os resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B e que possam ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
 - Resíduos classe II B – Inertes: todos os resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico e estático com a água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados.

A classificação também pode ser feita conforme a origem dos resíduos sólidos, que de acordo com a Lei 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, consiste em resíduos: domiciliares; de limpeza urbana; sólidos urbanos; de estabelecimento comerciais e prestadores de serviços; de serviços públicos de

saneamento básico; industriais; de serviços de saúde; da construção civil; agrossilvopastoris; de serviços de transportes; e de mineração (BRASIL, 2010a).

Os resíduos sólidos urbanos consistem em resíduos originários de atividades domésticas e resíduos originários de limpeza urbana, ou seja, são constituídos por resíduos provenientes da varrição das residências, pátios, ruas e vias públicas, restos de alimentos, embalagens, e outros serviços de limpeza urbana e de atividades domésticas (BRASIL, 2010a).

Os rejeitos são resíduos sólidos que não apresentam possibilidades de tratamento e recuperação e devem ser encaminhados à disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010a).

A designação de rejeito trouxe a legislação brasileira um novo entendimento. Antes o conceito de resíduos era utilizado para tudo que não era mais útil. No entanto, após a PNRS (2010) adotar o conceito de rejeito, a palavra resíduo passou a ser interligada à visão de ciclo de vida. Desta forma, quando um material tem sua função principal esgotada, ele passa a ser utilizado em outro processo, podendo ter valor econômico, material ou energético. Já a palavra rejeito passou a ser usada somente para quando o resíduo não tenha mais possibilidades de ser aproveitado (CAMPANI, 2016).

3.1.2 Geração de resíduos sólidos urbanos

O aumento da geração de resíduos sólidos urbanos está vinculado não só com o aumento da população, mas também com o aumento da renda, já que a melhoria na qualidade de vida provoca um maior consumo de produtos industrializados e embalados (IPEA, 2012).

Devido aos perigos sanitários e de saúde pública que o acúmulo de resíduos sólidos causam, e à preocupação com a preservação do meio ambiente e reutilização de recursos, a gestão e gerenciamento (processo de recolhimento, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos) desses resíduos tem sido um dos maiores problemas enfrentados pelos Municípios brasileiros (CONKE e NASCIMENTO, 2018).

No ano de 2017, no Brasil, a geração de resíduo sólidos urbanos foi de 78,4 milhões de toneladas, sendo que o montante coletado foi 71,6 milhões de toneladas, o que evidencia que, dos resíduos gerados, 6,9 milhões de toneladas não foram

coletados, ou seja, tiveram destino impróprio. Já em relação aos resíduos sólidos urbanos coletados 59,1% foram dispostos em aterros sanitários, e 40,9% foram despejados em aterros controlados ou lixões, que são considerados locais inadequados para despejo devido ao alto risco a saúde e ao meio ambiente (ABRELPE, 2018).

A quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados, no ano de 2017 na região Sudeste do Brasil consistiu em 105.794 toneladas/dia, sendo que, deste montante aproximadamente 98,1% foi coletado, já na região Sul, foi gerada a quantidade de 22.429 toneladas/dia, das quais, 95,1% foram coletadas (ABRELPE, 2018), a concentração de maior volume de geração e coleta nesta região, está relacionado à grande exploração de recursos de produção que aconteceu no Sul e no Sudeste do Brasil durante seu processo histórico, o que posteriormente resultou em áreas extremamente urbanizadas e de alto índice populacional (GONÇALVES, VALE e GONÇALVES, 2016).

Os resíduos sólidos urbanos lançam 53,2 milhões de toneladas de CO₂eq, ou 2,3% total das emissões brasileiras, desta forma, para melhorar a pegada de carbono, é necessária a evolução da logística reversa, a transformações de lixões em aterros sanitários e o estímulo de novos hábitos ao lidar com os resíduos. Já que, essa melhor gestão terá capacidade de evitar, a partir de 2018, a emissão de 7,02 milhões de toneladas de gases de efeito estufa anualmente no Brasil (CEMPRE, 2019).

Para se ter um programa de gerenciamento de resíduos sólidos eficiente é fundamental conhecer detalhadamente o que é gerado, classificando e quantificando os resíduos sólidos, para então, determinar as ações e modelos a serem adotados e fazer o planejamento do sistema de gestão. Este planejamento deve abranger a não geração, redução da geração, coleta, transporte e reciclagem dos resíduos, assim como a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos (REZENDE *et al.*, 2013).

3.1.3 Características Gravimétricas

Dentre as características dos resíduos sólidos, que são elas: físicas, químicas e biológicas, a característica física é a mais significativa, devido a maior dificuldade de se fazer uma gestão apropriada dos serviços de limpeza urbana sem o

conhecimento dessas características (IBAM, 2001). As análises e estudos sobre a composição física dos resíduos permite realizar melhorias nos programas de reciclagem e coleta seletiva, contribuindo para o aumento da vida útil dos aterros sanitários (LIMA *et al.*, 2018).

A composição gravimétrica representa as características físicas dos resíduos sólidos em porcentagens, ou seja, demonstra o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisada. A gravimetria tem grande influência na limpeza urbana das cidades, pois indica qual a probabilidade de se comercializar as frações recicláveis, efetuando um cálculo mais justo da tarifa de coleta e destinação final (IBAM, 2001), sendo uma ferramenta eficaz para a decisão das ações a serem feitas desde a coleta até a disposição final dos resíduos, de uma forma econômica e ambientalmente sustentável (SILVA *et al.*, 2015).

A determinação dos componentes que serão utilizados para a análise da composição gravimétrica depende do tipo de estudo que se pretende realizar devendo ser feita com atenção para não ocorrer distorções. Na figura 1, encontra-se quais são os componentes mais utilizados na determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos (IBAM, 2001).

Figura 1 – Componentes mais comuns da composição gravimétrica.

Componentes mais comuns da composição gravimétrica		
Matéria orgânica	Metal ferroso	Borracha
Papel	Metal não-ferroso	Couro
Papelão	Alumínio	Pano/trapos
Plástico rígido	Vidro claro	Ossos
Plástico maleável	Vidro escuro	Cerâmica
PET	Madeira	Agregado fino

Fonte: IBAM, 2001

Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal o processo para a determinação gravimétrica consiste nos seguintes passos:

- Passo 1: Escolher os componentes que se quer determinar, conforme o objetivo que se pretende alcançar;
- Passo 2: Espalhar os resíduos que serão estudados sobre uma área plana;

- Passo 3: Separa-los conforme os componentes determinados no primeiro passo, sendo que os resíduos que não se enquadrem na listagem devem ser classificados como “outros”;
- Passo 4: Pesar cada componente separadamente;
- Passo 5: Dividir o peso de cada componente pelo peso total da amostra, calculando a composição gravimétrica em termos percentuais (IBAM, 2001).

Porém, muitas vezes o objeto de estudo pode estar presente em um volume muito grande, dificultando a análise, recomendando-se seguir o processo de amostragem de resíduos sólidos estabelecido pela NBR 10.007/04. A amostragem tem por objetivo a coleta de uma quantidade representativa de resíduo, visando determinar suas características. Para isto, é retirado diversas parcelas de resíduos obtidas em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes, constituindo assim uma amostra composta, que deve passar por um processo de homogeneização, misturando os resíduos até que a amostra resultante apresente característica semelhantes em todos os seus pontos (BRASIL, 2004b).

Para resíduos no estado sólidos o processo de homogeneização é realizado por quarteamento, onde é feito uma divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, descartando duas partes opostas entre si. As partes que não foram descartadas são misturadas completamente e o processo de quarteamento é repetido até a obtenção do volume desejado (BRASIL, 2004b).

3.2 RECICLAGEM E LOGÍSTICA REVERSA

Reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, visando à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes (BRASIL, 2010a). Esta prática contribui para a conservação dos recursos naturais, economiza energia, recupera e reusa matérias primas (BELTRAME e LHAMBY, 2013). Uma etapa importante no processo de reciclagem é a logística reversa, pois através dela os resíduos pós-consumo retornam aos centros produtivos como matéria-prima (COLTRO e DUARTE, 2013).

A PNRS estabelece a obrigatoriedade da logística reversa, que é um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos recicláveis ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo, ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente correta (BRASIL, 2010). A estruturação da logística reversa contou, até novembro de 2017, com o envolvimento de 858 empresas recicladores em todo o Brasil, incluindo centros de coleta, indústrias processadoras e produtoras de embalagens (CEMPRE, 2019).

Se 90% da população fosse atendida por coleta seletiva de resíduos nas cidades alvos das ações, a logística reversa poderia gerar R\$1,1 milhão por dia (dados de 2014) em benefícios econômicos. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) o Brasil perde aproximadamente R\$ 8 bilhões por ano ao mandar para lixões e aterros, materiais que poderiam ser reciclados após o consumo, mostrando como a possibilidade de geração de renda com o mercado de reciclagem no Brasil são significativas (CEMPRE, 2019).

Segundo Monterosso (2016), o ciclo da reciclagem acontece em 4 etapas, sendo elas:

- Etapa 1: Separação do resíduo reciclável pelo consumidor, destinando-o à coleta seletiva;
- Etapa 2: Recolhimento desses resíduos pela coleta seletiva;
- Etapa 3: Entrega dos resíduos recicláveis ao centro de triagem;
- Etapa 4: Encaminhamento às indústrias de reciclagem.

Essa dinâmica entre coleta seletiva, reciclagem e mercado deve funcionar em perfeito equilíbrio. Para isso, deve ser aplicada uma estrutura eficiente de coleta seletiva, assim o produto reciclado será realocado no mercado o que aumentará o consumo destes produtos, resultando em maiores investimentos em tecnologias e aumento da capacidade instalada das indústrias recicladores. Desta forma, haverá um aumento do valor agregado ao material coletado, assim refletindo numa maior valorização da coleta seletiva, e garantindo o fluxo de reciclados e recicláveis e seus resultados econômicos (CEMPRE, 2014).

Para a sustentabilidade ambiental e econômica deste fluxo, deve-se contar com o apoio do poder público, o qual é responsável pela coleta seletiva, e da iniciativa privada, responsável pela criação de indústrias de reciclagem. Porém, é visto uma falta de responsabilização por parte da iniciativa privada, já que uma grande quantidade de material reciclável é coletada, mas não se encontra mercado para

esses materiais, situação que pode ser agravada em municípios distantes dos grandes centros urbanos (onde é encontrada a maioria das indústrias de reciclagem), havendo uma inviabilização da reciclagem principalmente devido ao custo do transporte para essas indústrias (MONTEROSSO, 2016).

3.3 COOPERATIVA DE CATADORES

A profissão de catador tem sua origem devido a extrema desigualdade socioeconômica de países em desenvolvimento como o Brasil, ou devido ao padrão de consumo de mercadorias que causa o descarte de milhares de toneladas de resíduos sólidos (AMARO, 2016).

Os catadores de resíduos secos podem ser divididos em três grupos: catadores de rua, que trabalham retirando os materiais de interesse dos sacos e lixeiras dispostos nas vias das cidades para posteriormente realizar a venda; catadores de lixões, formado por pessoas que retiram a parcela de resíduos que podem ser reciclados de lixões ou aterros controlados; e, por fim, os cooperados/associados, que integram alguma cooperativa ou associação de catadores (AMARO, 2016).

A PNRS tem como objetivo a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, assim incentivando a criação e o desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010a). Já o Decreto Federal 7.404/2010, que estabelece normas para a execução da PNRS, confere a União e aos Municípios a priorização das cooperativas de catadores constituídas por pessoas de baixa renda na realização da coleta seletiva, e também estabelece que as políticas públicas deverão visar a melhoria das condições de trabalhos dos catadores (BRASIL, 2010b).

As cooperativas têm como propósito reunir pessoas para a realização de um objetivo comum, dividindo responsabilidades, desafios e resultados em um espaço onde todos tenham voz ativa e participação, contribuindo para a inclusão financeira de milhões de brasileiros (OCB, 2018). São sociedades simples em que todos os cooperados são associados à organização, tendo direito a voto nas assembleias e poder de decisão perante a quais os caminhos que a cooperativa irá seguir (MAGNI e GÜNTHER, 2014). Geralmente, as cooperativas de catadores dispõem de estruturas

como galpão, mesas; esteiras e prensas, que lhes permitem amenizar o sofrimento com as condições climáticas intensas, aumentando a produtividade do trabalho (AMARO, 2016).

Segundo o levantamento do SNIS (2019) a participação de catadores na coleta seletiva em parceria com o poder público, no ano de 2017, foi responsável por 36% do total de massa coletada seletivamente, sendo apontadas 1.153 organizações de catadores no país, distribuídas por 813 municípios, com mais de 28,9 mil catadores vinculados a essas entidades, associações ou cooperativas.

Entretanto, as iniciativas da PNRS ainda estão longe de atingir um cenário ideal, pois mesmo quando os trabalhadores das cooperativas têm todo o sistema montado (coleta, galpão, refeitórios, banheiros, maquinários, equipamentos de proteção individual), eles ainda sofrem com a degradação do trabalho (AMARO, 2016).

Fatores como a separação incorreta feita pela população faz os catadores ficarem expostos a perigos diretos (seringas, lâmpadas fluorescentes, vidros quebrados, etc.) e indiretos, que consiste em materiais biodegradáveis que, ao se decompor, atraem vetores. Outro agravante é o fato dessa atividade estar mais ligada a fatores humanos para o processo de separação dos resíduos, que é uma atividade demorada e depende da prática e habilidade do catador à atividade. Tudo isso acaba ocasionando a diminuição dos rendimentos da cooperativa (AMARO, 2016).

3.4 COLETA SELETIVA

Coleta seletiva é a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. (BRASIL, 2010). Consiste em fazer o recolhimento de materiais recicláveis (plásticos, papéis, vidros, metais e orgânicos) que de preferência já tenham sido separados na fonte geradora. Após ser realizada a separação por cor, tipo, densidade, tamanhos, e também a lavagem, secagem, prensagem e enfardamento dos recicláveis, esses materiais são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros (CEMPRE, 2014).

A coleta seletiva é um dos instrumentos e objetivos mais importantes da PNRS, já que é um facilitador para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (KLEIN, GONÇALVES-DIAS e JAYO, 2018), tendo como consequência o aumento da

vida útil de aterros sanitários e a diminuição de gastos com remediação de áreas degradadas devido o acondicionamento incorreto dos resíduos. Além de outras vantagens como melhoria das condições de saúde pública e ambientais do Município e a redução de custos com limpeza pública, já que um programa de coleta seletiva eficiente traz a população educação e conscientização ambiental tendo uma menor necessidade de intervenção do Estado (CEMPRE, 2014).

Também traz benefícios sociais, sendo eles, a geração de empregos devido a instalação e/ou ampliação de indústrias recicladoras, e o resgate social de pessoas de baixa renda com a criação de associações e cooperativas de catadores (CEMPRE, 2014). Desta forma, os catadores recebem os materiais em um local adequado para fazer a triagem, não necessitando caminhar durante horas ou ter que ir em lixões para encontrar materiais, reduzindo os riscos de acidentes (AMARO, 2016).

3.4.1 Execução da coleta seletiva

O sistema de coleta seletiva pode ser implantado em bairros, escritórios, escolas e quaisquer outros locais que facilitem a coleta de materiais recicláveis, sendo muito importante que este projeto esteja integrado com o sistema de limpeza pública do Município, que é o responsável por avaliar e adotar o melhor sistema que lhe for conveniente (CEMPRE, 2014).

Existem diversas formas de se operar um programa de coleta seletiva, sendo possível combinar diferentes metodologias, conforme o Município achar mais viável (CEMPRE, 2014). Segundo o CEMPRE (2014) as metodologias para a coleta seletiva são:

- a) Segregação total na fonte: feita pelo próprio morador que acondiciona os recicláveis separadamente no local adequado para armazenamento, a separação é feita conforme o modelo de seleção previamente adotado pelo município.
- b) Separação em centrais de triagem: A separação dos resíduos é feita em um galpão de triagem em que sua estrutura depende da dimensão do programa.

- c) Coleta multisseletiva: A coleta dos diferentes tipos de materiais recicláveis é feita simultaneamente com separação rigorosa entre todos os tipos enquanto ainda está na fonte geradora.

Há uma variedade de modelos de coleta seletiva, sendo recomendado estudar a melhor forma de implanta-lo, levando em consideração o mercado de compras de resíduos recicláveis e o plano municipal para a escolha do modelo ideal (BESEN *et al.*, 2017). O CEMPRE (2014) estabelece os seguintes modelos:

- a) Coleta seletiva porta a porta: Os moradores armazenam os recicláveis nas calçadas em depósitos distintos, que são recolhidos por veículos coletores que percorrem as residências em dias e horários específicos de acordo com o sistema implantado. Os materiais coletados são destinados a galpões de triagem e passam por uma segunda separação em uma esteira, “silos de ordenha” ou bancada.
- b) Coleta seletiva voluntaria: A população deposita espontaneamente os recicláveis em contêineres ou depósitos colocados em Pontos de Entrega Voluntária (PEVs).
- c) Postos de recebimento ou troca: Consiste em postos ou centros de recebimentos ou troca, que devem ter uma estrutura adequada para a circulação de automóveis e caminhões, facilitando o acesso para os moradores que pretendam depositar seus recicláveis ou que tenham perdido o dia programado para a coleta porta a porta.
- d) Catadores: Realizado por pessoas que trabalhem individualmente ou por associações e cooperativas.

Independente do modelo de coleta seletiva escolhido, é necessária a existência de uma área própria para a estocagem dos recicláveis. Neste ambiente os materiais irão passar por um processo de triagem, que consiste na separação manual dos recicláveis (CEMPRE, 2014).

Neste processo, os resíduos serão conduzidos por esteiras e separados continuamente por pessoas especializadas. Porém, quando a velocidade da esteira é insuficiente para suprir à quantidade de resíduos a ser separado recomenda-se a utilização de silos que irão resultar numa melhor produtividade no processo, e em casos em que a escala de materiais é reduzida, é recomendado apenas uma mesa para a separação (CEMPRE, 2014).

Os indicadores de sustentabilidade são uma importante ferramenta para avaliar uma situação existente e apontar caminhos a se seguir, visando a melhoria do desempenho (BESEN *et al.*, 2017). Desta forma, é recomendado usar os seguintes indicadores para o monitoramento do programa de coleta seletiva:

- Despesas com campanhas de educação;
- Velocidade média de coleta;
- Custo de operação do veículo coletor por hora;
- Quantidade de materiais recicláveis triados;
- Custo operacional de triagem;
- Custo operacional total da coleta seletiva;
- Receita com a venda dos recicláveis (CEMPRE, 2014).

3.4.2 Problemas na coleta seletiva

No ano de 2017, 3.923 Municípios apresentaram alguma iniciativa de coleta seletiva no Brasil, mas em muitos as atividades de coleta seletiva não abrangem a totalidade de sua área urbana. No sul do país, são 1.078 Municípios que apresentam iniciativas de coleta seletiva, representando 90,5% da região, e 113 Municípios que não apresentam nenhuma iniciativa (ABRELPE, 2018).

Já segundo o SNIS, dos 3.556 Municípios participantes do diagnóstico de 2017, foi observado a presença de coleta seletiva em apenas 1.256 Municípios, totalizando 22,5% dos Municípios do Brasil. O SNIS também verificou que para cada 10 kg de resíduos disponibilizados para a coleta, apenas 400 gramas são coletados de forma seletiva (SNIS, 2019). O que indica que muitos materiais que poderiam ser transformados e inseridos novamente na cadeia produtiva são desperdiçados, e que apesar da importância da coleta seletiva como geradora de emprego, renda e na preservação de recursos naturais, ela ainda precisa de muitos avanços (CONKE e NASCIMENTO, 2018).

A reciclagem de resíduos sólidos secos necessita ser organizada e hierarquizada, pois só assim é possível sua operacionalização. Desta forma a matéria prima para uso industrial precisa ter volume significativo, regularidade no fluxo de fornecimento e preço competitivo, pois se ela não cumprir esses requisitos não é viável

o investimento para a implantação em equipamentos especializados para a reciclagem. Também é importante que a matéria prima seja livre ao máximo de impurezas, já que a sujidade pode desvalorizar o material e inviabilizar seu uso (LUSSARI, 2016).

A falta de adesão da população à coleta seletiva é um dos fatores que dificultam a implantação de um sistema de reciclagem efetivo (MANNARINO, FERREIRA e GANDOLLA, 2015), pois a separação incorreta feita pela população acarreta na baixa eficiência da coleta seletiva e riscos à saúde e rotina de trabalho dos catadores (KLEIN, GONÇALVES-DIAS e JAYO, 2018).

A presença de resíduos impróprios no material separado à coleta seletiva expõe os catadores a diversos vetores, além de sobrecarregar os rejeitos, que às vezes chega a ultrapassar 50% do material coletado, implicando em um aumento de custos para o município e diminuição do desempenho e rendimento na segregação desses materiais pela cooperativa (KLEIN, GONÇALVES-DIAS e JAYO, 2018; AMARO, 2016). E quanto menor a eficiência nesse processo, maior será a quantidade de rejeitos gerados, já que resultará em um percentual elevado de materiais recicláveis incluídos nos rejeitos devido à segregação ineficiente (CEMPRE, 2014).

Outros fatores que dificultam um sistema de reciclagem efetivo são a insuficiência no desenvolvimento de um sistema de logística reversa pelo setor industrial, a falta de lugares adequados para o condicionamento dos resíduos recicláveis e as longas distâncias em que as indústrias de reciclagem se encontram dos centros geradores, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (MANNARINO, FERREIRA e GANDOLLA, 2015).

A oferta de materiais recicláveis depende, também, do preço de mercado, já que quanto maior o preço de mercado, maior será a oferta e menor será a quantidade de resíduos não aproveitados, porém, muitos materiais que poderiam ser reciclados acabam sendo considerados rejeitos pela falta de mercado para esses recicláveis na região onde a coleta seletiva é operada (BUQUE e RIBEIRO, 2015; CEMPRE, 2014).

Nota-se fundamental a educação ambiental para a população sobre as formas adequadas de separação e disposição dos resíduos recicláveis, já que informações básicas como: a necessidade de limpar embalagens, os cuidados ao condicionar materiais cortantes, quais tipos de resíduos devem ser destinados e os locais corretos para o armazenamento dos resíduos até a coleta, influenciam diretamente no desempenho da reciclagem desses resíduos segregados, devido a diminuição de

resíduos impróprios destinados a coleta seletiva (KLEIN, GONÇALVES-DIAS e JAYO, 2018).

3.4.3 Coleta Seletiva em Francisco Beltrão

O programa de coleta seletiva no Município foi implantado em abril de 2006, pela da Secretaria Municipal de Urbanismo em parceria com o Interact Clube de Francisco Beltrão e a Associação dos Catadores de Papel de Francisco Beltrão (Ascapabel). Inicialmente o programa foi inserido apenas no bairro Nossa Senhora Aparecida, sendo a Ascapabel responsável pelo processo de coleta, separação, prensagem e vendas dos resíduos recicláveis (RIGO, 2014).

No ano de 2007, o Município lançou o Programa Cidade Limpa e ampliou a coleta seletiva, com intenção de atender todo o perímetro urbano e 30% das comunidades rurais. Desta forma, foram destinados veículos a Ascapabel para realização da coleta, além da aquisição de 20 mil bolsas amarelas para que os moradores condicionassem os resíduos recicláveis destinados à coleta seletiva. A Associação dos Catadores de Papel ficou responsável pela coleta porta a porta, atendendo 17 dos 29 bairros do Município, os demais bairros eram atendidos por carrinheiros e recicladores particulares (RIGO, 2014).

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente, criada no ano de 2010, passou a ser a responsável pela coleta seletiva e coordenação dos resíduos sólidos urbanos no Município. No mesmo ano, a Secretaria colocou como meta que até o ano de 2012 a cobertura do perímetro urbano pela coleta seletiva porta a porta seria de 100% (até então a cobertura era de 62%). Em junho de 2012 a cobertura foi concluída (RIGO, 2014).

As comunidades do interior do Município têm seus resíduos recolhidos por caminhões de propriedade do Município com frequência que varia de uma semana a um mês, dependendo do tamanho e da distância até a comunidade. Em 2010, foram instalados Pontos de Entrega Voluntária (PEV) para armazenamento dos resíduos recicláveis, a partir de uma parceria da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e as associações das comunidades. Os PEV's facilitaram o acesso das comunidades a destinação dos resíduos gerados, além de resolver o problema que as comunidades

tinham com animais que rasgavam as embalagens espalhando os resíduos (RIGO, 2014).

Em 2018, a Ascapabel deixou de ser responsável pela coleta seletiva do município, que passou a ser realizada pela Marrecas Cooperativa de Reciclados (Marcop) a partir de agosto do mesmo ano (DE CARLI, 2019).

3.4.4 Marrecas Cooperativa de Reciclados – Marcop

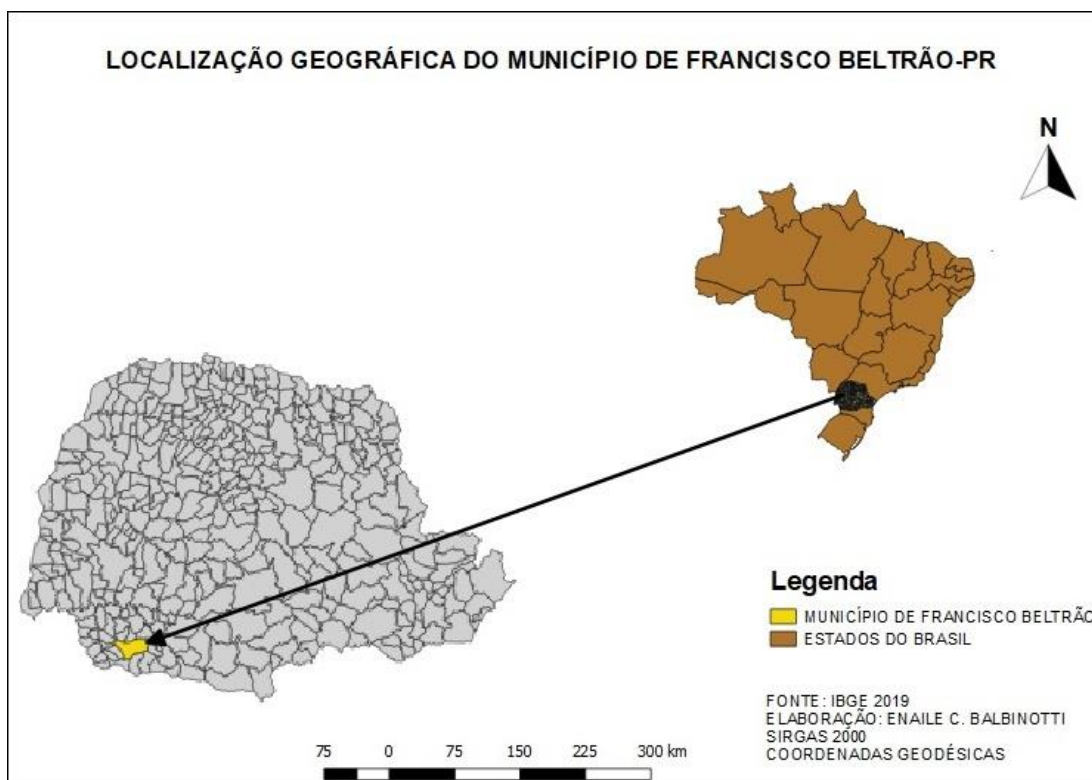
O Marrecas Cooperativa de Reciclados (Marcop) está localizado no bairro Luther King, sendo a atual responsável pela coleta seletiva no Município. A cooperativa começou a atividade em agosto de 2018 e ainda está passando por adaptações em seu processo devido ao curto tempo de operação na coleta seletiva do Município. Atualmente, a Marcop comercializa os seguintes materiais: papel branco; papel misto; papelão; tetrapack; plástico cristal; garrafinha PET branca; garrafa PET óleo; garrafa PET branca natural; garrafa PP; garrafa mista; sucatas plásticas; PVC; alumínio bloco; alumínio cabo; alumínio lata; alumínio panela; cobre misto; ferro; sucata metálica; EPS (isopor); vidro e óleo culinário usado (MARCOP, 2019).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E DO OBJETO DE ESTUDO

O Município de Francisco Beltrão está localizado na região sudoeste do Estado do Paraná (Figura 2), possuindo uma área de 735,111 km² e contando com uma população estimada de 91.093 mil habitantes (IBGE, 2019).

Figura 2 – Localização do Município de Francisco Beltrão



Fonte: IBGE, 2019

A Marcop está instalada em uma área de 6.000 m², tendo 1.034,32 m² de área construída. A cooperativa possui 57 cooperados, dos quais 20 realizam a coleta seletiva e o restante (37) realizam o trabalho no interior da unidade de triagem (MARCOP, 2019).

A cooperativa possui duas esteiras de triagem horizontais, duas esteiras inclinadas, três prensas verticais, uma balança vertical, uma mesa estacionária, conjunto de big bags, carrinhos transportadores de big bags, um equipamento de termofusão de EPS (isopor), cinco veículos coletores (sendo quatro concedidos pelo município e um de propriedade da Marcop) e uma pick-up (MARCOP, 2019).

A coleta de resíduos recicláveis é realizada em diferentes rotas durante seis dias da semana, em cada dia a coleta é realizada em um conjunto de bairros do perímetro urbano do Município, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Calendário da coleta seletiva em Francisco Beltrão

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Vila Nova	N. Sra. Aparecida	Jd. Itália I	Cristo rei	Industrial	Pres. Kennedy
Miniguaçu	Nova Petrópolis	Jd. Itália II	São Miguel	São Cristóvão	Luther King
Jd. Seminário	Cango	Júpiter	São Francisco	Água branca	Centro
Lot. Rios	Guanabara	Jd. Primavera	Novo mundo	Ambev	
Lot. Pinheiros	Pe. Úrico	Sadia	Aeroporto	APAE	
Pinheirão	Lago das torres	Lot. Marchiori	Bom pastor	Monte – rei	
Pinheirinho	Centro	Beija flor	Centro		
Virginia		Marrecas			
Cantelmo		Alvorada			

Fonte: Autoria própria, 2019. Com base nos dados da Secretária Municipal do Meio Ambiente

A cooperativa não possui balança rodoviária para pesagem dos veículos carregados com os resíduos recicláveis coletados. Desta forma, não é feita a quantificação/pesagem (kg) dos resíduos que entram na cooperativa.

No entanto, após a triagem os resíduos recicláveis são estocados, geralmente enfardados, até a quantidade ideal a venda, então são pesados em balança tipo plataforma. Os rejeitos são pesados da mesma forma quando encaminhados ao aterro sanitário municipal.

Assim, a estimativa da quantidade (kg) de resíduos recebidos 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.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para a caracterização dos resíduos foram realizadas amostragem nos dias 05, 07 e 09 de agosto de 2019, e nos dias 27, 29 e 31 de agosto de 2019, contemplando todo o calendário de coletas realizadas pela cooperativa, de segunda a sábado. A definição das coletas de amostras na primeira e na última semana do mês de agosto, ocorreu devido a variação de consumo da população ao longo do mês.

Diariamente a cooperativa coleta, em média, cinco caminhões de resíduos, contendo aproximadamente 16 m³ cada. O transbordo e a triagem dos resíduos são

realizados em duas unidades, na cooperativa localizada no bairro Luther King, e em um centro de triagem localizado no bairro Pinheirinho, inviabilizando a possibilidade de uma ampla amostragem. Desta forma, a caracterização foi realizada por meio de amostragem dos resíduos coletados em uma das rotas do dia, contemplando os bairros apresentados na Tabela 2. Os resíduos coletados nas rotas apresentadas são destinados a unidade de triagem do bairro Luther King.

Tabela 2 – Bairros abrangidos durante o estudo

Dia	Rota/Bairro
05/08/2019	Centro à Vila Nova; Lado esquerdo da Cidade Norte (sentido Centro até Sadia)
07/08/2019	Cango e Nortão (Cidade Norte)
09/08/2019	São Miguel
27/08/2019	Centro
29/08/2019	Centro
31/08/2019	Centro

Fonte: Autoria própria, 2019

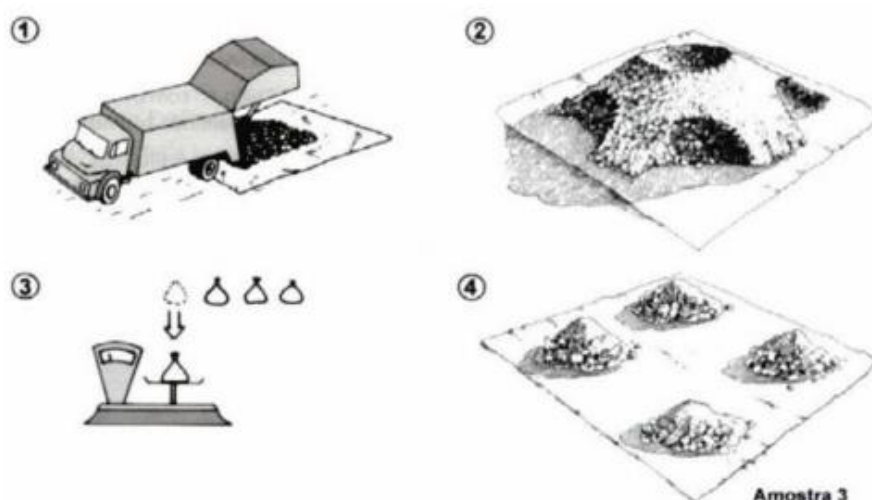
A gravimetria dos resíduos foi realizada com base no estudo de Lima, *et al.* (2018) tendo como referência a metodologia de CEMPRE (2010). Neste contexto, os resíduos coletados nos bairros, foram despejados no pátio da empresa formando um monte (Figura 3), em seguida, foram coletadas amostras em quatro pontos do monte, três nas laterais e uma no topo, conforme indicado na Figura 4.

Figura 3 – Resíduos despejados no pátio da empresa após coleta



Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 4 – Amostragem para análise gravimétrica



Fonte: CEMPRE, 2010

Após o descarregamento do caminhão, foi retirada uma amostra de 2000 L de resíduos. Para a aferição do volume amostrado, o resíduo foi depositado em uma caixa de madeira com volume igual a 2,00 m³ (Figura 5).

Figura 5 – Caixa de madeira com a amostra de 2000 L



Fonte: Autoria própria, 2019

A amostra de 2000 L foi depositada em duas big bags e pesada em balança tipo plataforma, em seguida, passou pelo processo de triagem convencional realizados pelo trabalhadores da cooperativa, de acordo com a categoria adotada regularmente na segregação. Essa etapa do processo foi cronometrada e anotado o

número de funcionários realizando o procedimento, para estimar a produtividade e servir de critério nas demais análises.

Após o processo de triagem foi realizada a análise gravimétrica dos rejeitos conforme IBAM (2001), na qual, os materiais foram colocados na caixa de madeira (Figura 6a e 6b). Posteriormente os rejeitos foram separados por tipo de material, para então, serem classificados de acordo com a causa que gerou a rejeição (Figura 7). Após a separação cada grupo de rejeito foi pesado e seu peso foi dividido pelo peso total da amostra, calculando a composição gravimétrica em termos percentuais.

Figura 6 – Rejeitos segregados no processo de triagem



Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 7 – Rejeitos separados por tipo de material



Fonte: Autoria própria, 2019

Os resíduos recicláveis foram separados por categorias durante o processo de triagem, conforme apresentado na Tabela 3. Desta forma, para realizar a análise gravimétrica desses resíduos foi necessário apenas pesá-los, para então, dividir seu peso pelo peso total da amostra e definir a composição gravimétrica percentual.

Tabela 3 – Categorias para análise gravimétrica dos resíduos recicláveis

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: Autoria própria, 2019

Por meio da análise gravimétrica foi possível diagnosticar as quantidades de cada tipo de rejeito destinado à cooperativa, para então, identificar as causas da geração desses materiais e elaborar estratégias para redução.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DA GERAÇÃO DE REJEITO

Na identificação das causas que levaram os resíduos destinados como recicláveis a serem classificados como rejeitos, foram realizadas entrevistas abertas com o responsável pelo processo de triagem. Por meio da entrevista, foram criados os grupos ou categorias de acordo com as causas que motivaram a rejeição dos resíduos, conforme indicado no item anterior.

4.4 ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DOS REJEITOS

As estratégias para a redução da geração de rejeitos foram elaboradas considerando as três principais causas (grupos) de rejeitos, fundamentadas nas três maiores quantidades de rejeitos identificados na gravimetria.

As propostas das estratégias foram desenvolvidas considerando as seguintes linhas de ação: estratégias de mercado, com identificação de novas parcerias na comercialização de recicláveis; educação ambiental, voltada a população responsável pela segregação inicial dos resíduos; orientação aos colaboradores da cooperativa quanto ao processo de triagem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ENCAMINHADOS À COOPERATIVA

A Tabela 4 apresenta os resultados das análises dos seis dias de pesquisa. No entanto, no primeiro dia de análise ocorreram alguns erros, entre eles, a falta da pesagem da amostra total de resíduos, e durante a triagem alguns materiais recicláveis da amostra foram misturados com os demais materiais da cooperativa, resultando em valores excessivos de papelão (10,4kg) e sacolas plásticas (11,2kg), conforme observado na Tabela 5.

Por conta disso, o primeiro dia de análise foi excluído da composição gravimétrica geral e da composição gravimétrica dos recicláveis. Na composição gravimétrica dos rejeitos, não ocorreram erros, assim as análises foram realizadas considerando os 6 dias de estudo.

Tabela 4 – Resultados das análises durante o período de estudo

Data	Dia da semana	Volume amostrado (L)	Amostra total (kg)	Amostra reciclável (kg)	Amostra rejeito (kg)
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	74,6

Fonte: Autoria própria, 2019

Tabela 5 – Quantidade (Kg) de papelão e sacolas destinadas a cooperativa durante o estudo

DIA	1	2	3	4	5	6
Papelão	10,4	6,4	5	5	3,2	6,6
Sacola plástica	11,2	4	4	3,4	3,6	4,2

Fonte: Autoria própria, 2019

A partir da composição gravimétrica dos resíduos destinados à cooperativa, pode-se notar que há uma destinação de 28% de rejeitos e, segundo a Pesquisa Ciclossoft realizada pelo Cempre (2018), que reúne informações sobre os programas de coleta seletiva do Brasil, a média de rejeito presentes na coleta seletiva é de 24%,

o qual é considerado uma porcentagem ainda elevada. Desta forma, nota-se que o índice observado durante a pesquisa, está acima da média nacional.

5.1.1 Caracterização Dos Resíduos Recicláveis

Na determinação das quantidades de resíduos recicláveis das amostras, foi realizada a pesagem após triagem. Além disso, realizou-se a subtração do peso do rejeito da amostra, do peso total da amostra, como precaução, uma vez, que alguns materiais foram condicionados em locais inadequados durante a triagem.

A Tabela 6, apresenta a gravimetria dos resíduos recicláveis conforme a separação realizada na cooperativa. A nomenclatura dada aos resíduos está de acordo com os termos utilizados pelos trabalhadores da triagem.

Tabela 6 – Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis realizada na cooperativa

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 e PET branca	2,96	7,5%
Caixa leite	2,72	6,9%
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%
Garrafa óleo	0,28	0,7%
Isopor	0,08	0,2%
Pote margarina	0,04	0,1%
Tampa	0,04	0,1%
Total	39,24	100,0%

Fonte: Autoria própria, 2019

Para melhor interpretação dos dados, os resíduos recicláveis foram organizados em categorias, conforme Tabela 7. Na Tabela 8, é possível analisar a composição gravimétrica com os dados organizados nas categorias.

Tabela 7 – Categorias da análise gravimétrica dos resíduos recicláveis

Categorias	Subcategorias
Papel/Papelão	Papelão; Papel misto; Papel branco.
Plástico	Sacolas; Cristal; Copo descartável; Balde/Bacia; PEAD; PET; PET óleo; Pote margarina; Tampas de potes e de garrafas; EPS.
Longa vida	Caixa de leite, de suco e bebidas em geral.
Latinha	Latas de alumínio
Lata	Sucatas de ferro
Erro	Materiais condicionados em locais errados durante a triagem

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

Fonte: Autoria própria, 2019

Tabela 8 – Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis

Material	Quantidade (Kg)	Composição Gravimétrica (%)
Papel/Papelão	14,08	36%
Plástico	12,48	32%
Erro	5,28	13%
Vidro	3,52	9%
Longa vida	2,72	7%
Latinha	0,64	2%
Lata	0,52	1%
Total	39,24	100%

Fonte: Autoria própria, 2019

Desta forma, é possível identificar que os resíduos recicláveis papeis/papelão e os plásticos, são os materiais em maior quantidade destinado à cooperativa e identificados na triagem. Na Tabela 9 pode-se observar a variedades de plásticos segregados na triagem

Tabela 9 – Composição gravimétrica dos plásticos

Material	Quantidade (Kg)	Composição Gravimétrica (%)
Sacolas	3,84	30,77%
PET	3,52	28,21%
Cristal	1,80	14,42%
PEAD	1,20	9,62%
Copo descartável	1,00	8,01%
Balde/bacia	0,68	5,45%
PET óleo	0,28	2,24%
Isopor	0,08	0,64%
Pote margarina	0,04	0,32%
Tampa	0,04	0,32%
Total	12,48	100%

Fonte: Autoria própria, 2019

Os plásticos com a maior comercialização pela cooperativa são as sacolas, cristal e PET (Figura 8, 9 e 10), apresentando uma massa média de 3,84 Kg, 3,52 Kg e 1,8 kg, respectivamente.

Figura 8 – Sacolas plásticas

Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 9 – Plástico cristal

Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 10 – PET e PET verde

Fonte: Autoria própria, 2019

5.1.2 Caracterização dos Rejeitos

A Tabela 10, apresenta a composição gravimétrica dos rejeitos encaminhados à cooperativa, pode-se observar que o maior percentual de rejeito encaminhados à coleta seletiva/triagem são os materiais orgânicos. Como esses materiais não devem ser destinados à cooperativa, a categoria está classificada no grupo erro na segregação pelo gerador. Na Tabela 11, pode-se observar a variedade dos resíduos orgânicos encontrados durante o estudo.

Tabela 10 – Composição gravimétrica dos rejeitos destinados à cooperativa

Material	Quantidade (Kg)	Composição Gravimétrica (%)
Orgânico	7,17	44,4%
Plástico	3,72	23,0%
Erro 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%
Erro	0,57	3,5%
TOTAL	16,13	100,0%

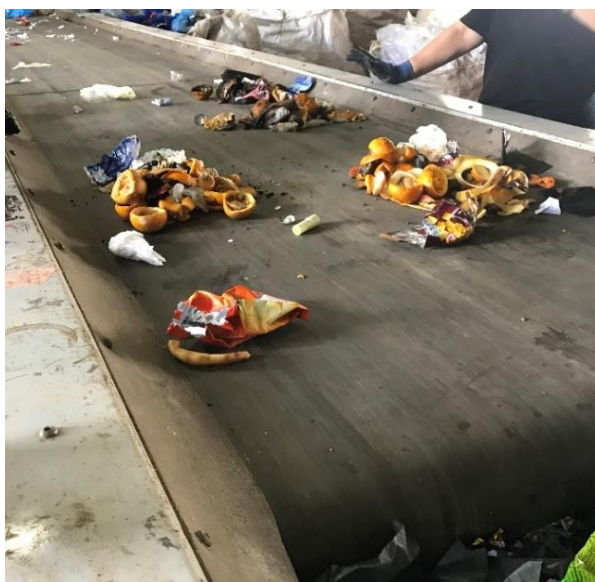
Fonte: Autoria própria, 2019

Tabela 11 – Composição gravimétrica da categoria orgânico encontrado nos rejeitos

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	0,5%
TOTAL	7,17	100%

Fonte: Autoria própria, 2019

Os maiores percentuais dos rejeitos orgânicos encaminhados inadequadamente pela população são os restos de alimentos (Figura 11), papel guardanapo e papel higiênico, especialmente os contaminados com alimentos, gordura e dejetos humanos. A presença destes resíduos, além de causar mal cheiro, expõe os cooperados à riscos biológicos, devido aos fungos e bactérias presentes nestes materiais (GUTBERLET, *et al.*, 2016).

Figura 11 – Restos de alimentos presentes na esteira

Fonte: Autoria própria, 2019

O estudo realizado por Gutberlet, *et al.* (2016), em 6 cooperativas e associações da região metropolitana de São Paulo, também constatou que os materiais coletados vêm contaminados, com resíduos de alimentos, expondo os trabalhadores à contaminação biológica e/ou química. Além de apontar que a

contaminação dos recicláveis resulta na proliferação de ratos, pombos e insetos em grandes quantidades nas cooperativas podendo ser vetores de doenças.

As fraldas descartáveis e as esponjas, apesar de apresentarem condições técnicas de reciclagem, foram considerados orgânicos, por não terem outro encaminhamento por parte da cooperativa. Além disso, no caso das fraldas descartáveis, existe a presença de material orgânicos, o que, apesar de estar em pequena quantidade, também é um grande fator de risco à saúde dos trabalhadores.

Observou-se que as maiores incidências de rejeitos, em especial o orgânico, ocorreu após o final de semana, identificado nas coletas realizadas na segunda e terça-feira, conforme observado na Tabela 12. Esta condição ocorre, possivelmente, devido à população realizar suas refeições, predominantemente em casa, durante este período. Também foi observado maior incidência de rejeitos provenientes do centro, sendo inclusive, relatado durante entrevista com o funcionário da Secretaria de Meio Ambiente, Edimar Estadler, como o bairro que realiza a destinação mais incorreta à coleta seletiva.

A elevada taxa de rejeito orgânico, resultou em dificuldades de separação dos demais materiais, que estavam em tamanhos pequenos e contaminados. Desta forma, foi necessária a criação da categoria restos. Assim, esta categoria contém materiais orgânicos, saches de alimentos, papéis picados e demais materiais com pequena granulometria.

Tabela 12 – Quantidade de resíduo orgânico destinado à coleta seletiva

Data	Dia da semana	Orgânico (Kg)
05/08/2019	Segunda-feira	13,2
07/08/2019	Quarta-feira	2,1
09/08/2019	Sexta-feira	8
27/08/2019	Terça-feira	9,2
29/08/2019	Quinta-feira	5,3
31/08/2019	Sábado	5,6

Fonte: Autoria própria, 2019

A segunda maior porcentagem de rejeitos foram os plásticos (Tabela 10). A Tabela 13, apresenta detalhadamente a variedade de plásticos que foram considerados rejeitos. Nota-se que a maior destinação à cooperativa é de plásticos secos.

Os plásticos secos, nomenclatura dada pela cooperativa, consistem em embalagens plásticas flexíveis que rasgavam facilmente, sendo essa a verificação utilizada na triagem. Desta forma, plásticos flexíveis que não esticam, e sim rasgam, são considerados rejeitos. Esses plásticos, assim como os plásticos laminados, segundo entrevista realizada com o Edimar Estadler, não são comercializados pela cooperativa devido à falta de comprador na região.

Tabela 13 – Composição gravimétrica da categoria plástico encontrado nos rejeitos

Material	Quantidade (Kg)	Composição Gravimétrica (%)
Plástico seco	1,90	51,1%
Plástico 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: Autoria própria, 2019

As embalagens plásticas devem apresentar um código identificando o tipo de resina utilizada na sua composição, para assim facilitar a recuperação das embalagens descartas como resíduo (COLTRO e DUARTE, 2013). Segundo os autores, em levantamento de dados sobre os símbolos de identificação em embalagens plásticas flexíveis, identificou-se que, metade das embalagens avaliadas não apresentavam a identificação do plástico utilizado em sua composição. Ou apresentavam a identificação de forma incorreta, o que dificulta a reciclagem desses materiais.

As embalagens laminadas são formadas por sobreposição de materiais como filmes plásticos, metalizados e/ou papéis, podendo também ser denominadas multicamadas. Uma embalagem laminada muito utilizada para embalar alimentos, principalmente salgadinhos e biscoitos, é o filme de polipropileno biorientado (BOPP), uma vez que suas propriedades mecânicas garantem rigidez, barreira a gases. Além de alta resistência a variação de temperatura, ampliando a variedade de produtos que podem ser embalados em uma mesma embalagem (AUMILLER, *et al.*, 2014; LANDIM, *et al.*, 2016 e MACIEL, *et al.*, 2018).

Essas propriedades, tornam os plásticos multicamadas difícil de reciclar, sendo a comercialização uma dificuldade apresentada por cooperativas de reciclagem, devido falta de compradores, baixos preços de venda e poucas informações referente a soluções tecnológicas (MACIEL, *et al.*, 2018).

Porém, esses materiais são passíveis de reciclagem, conforme estudo realizado por Maciel, *et al.* (2018), o qual apresentou a transformação dos resíduos de BOPP em placa de sinalização, indicando, também, a possibilidade da produção de tijolos, telhas e meio-fio para loteamento.

As bandejas de EPS não são comercializados pela cooperativa, devido à falta de comprador na região. Na área técnica-científica de polímeros são utilizados diversos termos técnicos, sendo um deles a espuma de poliestireno ou poliestireno expandido (EPS), mais conhecido no Brasil como Isopor®, o qual é uma marca registrada da Knauf Isopor Ltda (CANEVAROLO, 2002; EPS BRASIL, 2019)

O EPS é um material não biodegradável, apesar disso, ele não contamina quimicamente o solo, o ar ou a água. Porém, por ser um material que ocupa muito espaço devido sua baixa densidade, pode ser um problema ambiental se não for reciclado. O grande volume que esses resíduos ocupam e sua baixa biodegradabilidade dificulta o seu transporte e a disposição em aterros (GARCÍA, *et al.*, 2009 e SCHMIDT, *et al.*, 2011).

Segundo Edimar Estadler, as bandejas e marmitas de EPS, assim como os copos de EPS (Figura 12a e 12b), possuem comercialização limitada na região, além disso, precisam cumprir alguns critérios para comercialização, devendo estarem limpos e não conter corantes (cor). Porém, os EPS são totalmente recicláveis, seus rejeitos podem ser processados por molde de compressão em blocos de EPS novamente ou transformados em solados plásticos para calçados, reaproveitados na construção civil ou para gerar eletricidade/aquecimento através da combustão direta (SCHMIDT, *et al.*, 2011; TERMOTÉCNICA, 2019; EPS BRASIL, 2019).

Figura 12 – Copos de EPS e marmitas/bandejas de EPS encontrados nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

Algumas empresas já desenvolvem programas com a finalidade que recolhem o EPS pós-consumo, em pontos de coleta voluntária das cidades, reciclando o material (KNAUF, 2019 e TERMOTÉCNICA, 2019).

Identificou-se também, a existência de um equívoco por parte da população, em relação a destinação de sachês de condimentos. Possivelmente, os consumidores encaminham os sachês à reciclagem, por serem de plástico, porém, atualmente não há comercialização para estes materiais. Além de que, ao misturar esse material aos resíduos recicláveis, ele pode contaminar os demais, devido ao conteúdo orgânico presentes nos mesmos, sendo assim, sua destinação à cooperativa é incorreta.

Durante entrevista com Edimar Estadler, foi relatado que a sujeira, dos materiais recicláveis em geral, não era um problema, pois os resíduos eram lavados, porém observou-se que as sacolas plásticas (brancas e coloridas) e cristais (sacolas plásticas transparentes) sujos (Figura 13) não eram recolhidos durante a triagem, devido a possibilidade de contaminação dos demais que serão comercializados.

Figura 13 – Sacola e cristais sujos encontrados nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

Em relação às capsulas de café, o entrevistado afirmou que elas podem ser recicladas, porém, como identificado nas análises, uma quantidade muito pequena é destinada à cooperativa, tornando-se inviável sua comercialização.

Recomenda-se que os materiais não recicláveis não sejam enviados a cooperativa. Assim, a categoria “plástico” apresentada como rejeito, se encaixa nos grupos de falta de comércio e erro na segregação pelos geradores.

Em relação aos papéis considerados rejeitos, observou-se uma taxa elevada, de 82%, de papel picado destinado à coleta seletiva, que apesar de serem materiais recicláveis, esta categoria não foi classificada no grupo falha na triagem, pois devido ao tamanho dos materiais e a velocidade da esteira, torna-se inviável recolher todos esses papéis.

Os papéis não recicláveis, com um índice de 18%, são compostos, em sua maioria, por papel carbono, papéis metalizados e plastificados. Entretanto, é pequena a quantidade de papéis não recicláveis, exceto no último dia de análise, que houve uma quantidade elevada deste material em relação aos outros dias. Identificou-se grande quantidade de papéis que poderiam ser reciclados, considerados rejeitos, devido à presença de plásticos, conforme observado na Figura 14.

Figura 14 – Embalagem com dois tipos de materiais



Fonte: Autoria própria, 2019

Para encaminhar esse papel para comercialização, é necessário separá-lo da parte plástica (que não é reciclável), o que atrapalha a produtividade durante a triagem, desta forma eles acabam sendo considerados rejeitos.

De acordo com o apontado, grande quantidade de papel é encaminhada à cooperativa e considerado rejeito, devido a características peculiares. Desta forma, esta categoria encaixa-se no grupo erro na segregação pelo gerador.

Também foi observado a destinação de tecidos e calçados, e apesar de não estarem presente em uma taxa elevada, esses materiais foram encontrados durante todos os dias do estudo.

Outras variedades de resíduos também foram identificadas, porém devido a pequena quantidade e a falta de uma balança de precisão durante o estudo, esses materiais foram classificados na categoria outros (Tabela 10) e na categoria plásticos diversos (Tabela 13).

Nas categorias plásticos diversos e outros, identificou-se a presença de resíduos perigosos, como lâmpadas, toner de impressora, pilhas (Figuras 15 e 16). Além de medicamentos, e presença de resíduos hospitalares, como bolsa de água para injeção, lancetas para hgt e agulha caneta (Figuras 17, 18 e 19). Estes resíduos apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, por apresentarem características como: inflamabilidade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade, devendo ser encaminhados para os destinos corretos (BRASIL, 2004a).

Estes materiais não devem ser destinados à coleta seletiva e muito menos ao aterro sanitário, já que segundo determina a PNRS, em seu Art. 33 os distribuidores e comerciantes de agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes, são obrigados a implantar a logística reversa de seus materiais (BRASIL, 2010a).

Figura 15 – Toner de impressora e lâmpada



Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 16 – Pilhas encontradas nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 17 – Bolsa de água para injeção encontrada nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 18 – Lancetas para hgt e agulha caneta encontrados nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 19 – Agulha presente nas lancetas para hgt e agulha caneta



Fonte: Autoria própria, 2019

Em relação aos resíduos de saúde, a ANVISA determinou, através da RDC nº 306/04, que todos os geradores desses resíduos têm a responsabilidade de elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Garantindo assim a segregação adequada, visando evitar a contaminação dos resíduos comuns e reduzir riscos à saúde ocupacional (BRASIL, 2006 e ZAJAC, *et al.*, 2016).

Outros materiais segregados de forma incorreta encontrados nestas categorias foram resíduos da área de saúde, como luvas, toucas descartáveis e modelo de gesso dentário (Figura 20 e 21). Além de esmaltes, pasta de dente, isqueiro, CDs, peças de equipamentos eletrônicos, canetas e resíduos grudados com fita. Evidenciando uma variedade de materiais em que a população não sabe a forma correta de descartar e acabam sendo destinados à coleta seletiva.

Figura 20 – Toucas cirúrgica descartáveis encontradas nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 21 – Modelo de gesso encontrado nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

Durante as entrevistas, foi possível diagnosticar que alguns desses resíduos poderiam ser reciclados, porém possuem materiais diferentes em sua composição, que devem ser separados durante a triagem, como por exemplo a caneta, em que é necessário tirar o cartucho de dentro da mesma, ou a resistência do chuveiro (Figura 22), onde é necessário separar a parte metálica. No entanto, a realização desta separação atrapalha o processo de triagem, e conseqüentemente a produtividade dos

trabalhadores, o mesmo vale para os resíduos grudados com fita (Figura 23), no qual todos foram destinados como rejeito por ser inviável separá-los.

Figura 22 – Resistência de chuveiro encontrado nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

Figura 23 – Resíduos grudados com fita encontrados nos rejeitos



Fonte: Autoria própria, 2019

A segregação incorreta dos materiais e sua destinação à coleta seletiva prejudica a produtividade da triagem. Foi constatado que cada trabalhador, operando na esteira, realizou a triagem de 15,9 Kg/h de materiais, sendo que diversas vezes era necessário parar a esteira para recolher pequenos materiais. Evidenciando que o excesso de rejeitos e materiais segregados de forma incorreta atrapalha a produtividade da triagem.

A Tabela 14, apresenta a variedade de resíduos recicláveis que foram considerados rejeitos devido ao erro na triagem. As categorias alumínio, papel e metal foram destinadas como rejeitos, em sua maioria, devido ao seu pequeno tamanho. Já em relação aos plásticos e vidros, muitos passaram devido a desatenção, ou devido à falta de conhecimento dos cooperados em relação a esses materiais.

Tabela 14 – Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis destinados como rejeitos devido ao erro 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: Autoria própria, 2019

O acondicionamento e separação inadequada dos resíduos sólidos por parte da população resulta na baixa eficiência da coleta seletiva, diminuindo o desempenho no processamento e segregação desses materiais. Essa baixa eficiência, resultará em mais materiais recicláveis incluídos nos rejeitos, aumentando, assim, o percentual de rejeitos gerados (KLEIN, GONÇALVES-DIAS e JAYO, 2018; CEMPRE, 2014).

Desta forma, evidenciou-se durante o estudo que se a quantidade de rejeitos fosse menor, ou se os materiais recicláveis, como o papel ou materiais com duas ou mais composição, fossem devidamente segregados, resultaria em uma menor taxa de recicláveis sendo destinados como rejeitos.

5.2 ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DOS REJEITOS

Na Tabela 15, apresenta-se a relação dos principais grupos de rejeitos e os tipos de materiais encontrados na composição gravimétrica.

Tabela 15 – Relação entre os grupos de rejeição e os materiais encontrados na análise gravimétrica

Grupos de rejeição	Materiais encontrados
Erro na segregação pelo gerador	Orgânico
	Plástico
	Papel
	Tecidos e Calçados
	Outros
Erro na triagem	Erro na triagem
Falta de comércio	Plástico

Fonte: Autoria própria, 2019

O grupo *erro na segregação pelo gerador* é o que precisa de mais atenção, devido à grande quantidade de materiais encontrados. Acredita-se que esse alto índice ocorra devido à falta de conhecimento da população sobre a forma correta de segregar esses resíduos, ou pela falta de comprometimento. Desta forma, a principal estratégia deve ser o investimento em educação ambiental para a população, tendo enfoque na área central do município, uma vez que, é a região da cidade onde a segregação apresenta o maior problema.

O Ministério do Meio Ambiente estabelece que para a efetiva execução da coleta seletiva é fundamental a implantação de um projeto de mobilização social e educação ambiental. Por meio dessas ações, é possível levar o programa de coleta seletiva à população, mostrando como é realizada a coleta dos resíduos orientando a forma correta de segregar e acondicionar esses resíduos, sendo um importante instrumento de mudança dos hábitos populacionais (BRASIL, 2010c).

Para melhor compreensão de como a educação ambiental deve ser abordada, seria recomendável realizar um estudo sobre quais são os entendimentos em que a população possui em relação à coleta seletiva e à variedade de materiais recicláveis. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, é importante que a educação ambiental seja um processo permanente, pois campanhas isoladas são pouco eficientes (BRASIL, 2010b).

Observou-se que a grande taxa de materiais recicláveis destinados de forma incorreta, resultou em um alto percentual de rejeitos, devido à inviabilidade da triagem correta. Evidenciando a necessidade de criar estratégias junto à população, sobre a melhor forma de destina-los à coleta seletiva. Por exemplo, recomendar a população a não picar papéis e em caso de extrema necessidade de pica-los, enviar estes materiais separados dos demais.

A população possui muitas dúvidas sobre quais materiais são recicláveis, quais devem ser destinados a sistemas de logística reversa e quais devem ser destinados como rejeitos. Essa incerteza também se deve as alterações que ocorrem na cooperativa quanto a comercialização dos materiais recicláveis, considerando que, no intervalo entre a realização da análise e as entrevistas, a bandeja de isopor passou a ser comercializada.

Klein, Gonçalves-Dias e Jayo (2018), realizaram uma pesquisa exploratória em 34 municípios da Bacia do Alto Tietê, para analisar a utilização das tecnologias de

informação e comunicação, em especial a internet, como instrumento de apoio à gestão de resíduos sólidos urbanos, constatando que a grande maioria dos municípios não disponibilizam as devidas informações na internet, ou fazem de forma precária. Concluindo que a falta de informação adequada à população implicava diretamente aos acidentes de trabalhos que ocorrem com os catadores que atuam nas cooperativas de reciclagem, reduzindo o desempenho da coleta seletiva e da reciclagem, aumentando a quantidade de rejeitos.

Sendo assim, seria recomendável criar uma plataforma online de fácil acesso, onde a população pudesse tirar suas dúvidas e para atualização dos dados sobre os materiais comercializados pela cooperativa. A adoção de tecnologias de informação e comunicação, em especial a internet, é uma importante ferramenta, pois orienta o cidadão à correta forma de segregar e acondicionar os resíduos, orientando quais devem ser destinados à coleta seletiva, sendo um mecanismo essencial de promoção da educação ambiental (KLEIN, GONÇALVES-DIAS e JAYO, 2018).

Em relação ao grupo *falta de comércio*, observou-se que há uma grande geração de plásticos secos e plásticos metalizados. As embalagens plásticas são muito utilizadas pela população, possuem alta rotatividade, sendo descartadas logo após o consumo (COLTRO e DUARTE, 2013). A massa média dos rejeitos de plásticos secos (1,9 Kg) destinados à cooperativa apresentou um índice maior que o cristal comercializado pela cooperativa (1,8 Kg), o que evidencia que esse material é passível de ser comercializado.

No entanto, o sucesso na reciclagem desses materiais está diretamente relacionado com aspectos culturais, políticos e socioeconômicos, entres eles, a implementação de empresas recicladoras; o desenvolvimento de tecnologias e o incentivo para projetos de reciclagem (FORLIN e FARIA, 2002). Desta forma, recomenda-se, além da identificação de novas parcerias, o incentivo a pesquisas científicas em relação a reciclagem destes materiais buscando novas técnicas de reciclagem, estimulando assim, a abertura de novas empresas recicladoras na região.

Em relação ao grupo *erro na triagem*, evidenciou-se que o principal motivo para materiais recicláveis estarem sendo destinados como rejeitos é devido a segregação incorreta feita pela população, sobrecarregando os rejeitos destinados à cooperativa. Isto também foi evidenciado no estudo de Silva, *et al.*, que realizou uma pesquisa exploratória para tornar evidente os obstáculos enfrentados pelos catadores do município de Pelotas. Onde o principal problema citado pelos mesmos foi o

recebimento de resíduos inadequados, resultando assim, em dificuldades para segregar os materiais, tornando nítido o descaso da população quanto ao correto descarte de resíduos orgânicos e/ou de serviços de saúde. Desta forma, nota-se, mais uma vez, a importância do investimento em educação ambiental.

Durante a análise da produtividade do processo de triagem observou-se que algumas vezes os cooperados apresentavam dúvidas em relação ao material, se ele era reciclável ou não. Apesar de ocorrer poucas vezes, isso também sobrecarrega os rejeitos, além de prejudicar na produtividade. Desta forma, recomenda-se que ocorra um maior monitoramento por cooperados com mais conhecimento em relação aos materiais, e a elaboração de um treinamento, para ser feito de forma periódica.

6 CONCLUSÃO

A partir da caracterização dos resíduos sólidos urbanos encaminhados a cooperativa foi possível perceber que a média de rejeitos presentes na coleta seletiva realizada na Marcop (28%), é maior que a média nacional (24%). Na composição gravimétrica dos rejeitos evidenciou-se uma taxa elevada de resíduos orgânicos sendo destinada à cooperativa, o qual é um fator de risco aos trabalhadores, por expô-los à riscos biológicos e atrair vetores.

A segunda maior porcentagem de rejeitos foram os plásticos, sendo que os materiais mais encontrados nesta categoria (plástico seco e plástico metalizado), são suscetíveis à reciclagem, porém não são comercializados devido à falta de comprador na região. Em relação aos materiais recicláveis comercializados pela cooperativa que eram considerados rejeitos devido ao erro na triagem, observou-se que muitos passaram devido ao pequeno tamanho ou à desatenção dos cooperados.

Foi possível identificar que a maior causa da geração de rejeitos entre os resíduos recicláveis é devido a *segregação incorreta realizada na fonte geradora*. Desta forma, a principal estratégia deve ser o investimento em educação ambiental para a população, com enfoque na região central, onde apresenta o maior problema. Sendo recomendável criar uma plataforma online de fácil acesso, para atualização de dados e esclarecimentos da população.

Em relação ao grupo *falta de comercio*, a implementação de empresas recicladoras e o desenvolvimento de novas tecnologias é fundamental para o sucesso da reciclagem das embalagens plásticas, recomendando o incentivo a pesquisas científicas buscando novas técnicas de reciclagem, visando estimular a abertura de novas empresas recicladoras na região. O *erro na triagem*, ocorre principalmente devido à sobrecarga de rejeitos destinados à coleta seletiva, porém, observou-se que as dúvidas dos cooperados em relação aos materiais também era um motivo da geração de rejeito, por isso, recomenda-se um maior monitoramento e a elaboração de treinamentos periódicos.

Recomenda-se estudos futuros sobre quais são os entendimentos que população possui em relação à coleta seletiva, além de um estudo mais aprofundado sobre a produtividade da triagem, e também, a realização de melhorias logísticas dos processos realizados na cooperativa. Por fim, recomenda-se realizar a mesma metodologia aplicada neste trabalho, por um período de tempo mais longo, tanto na

cooperativa, como no centro de triagem do Município, resultando assim em dados mais concretos sobre a realidade da coleta seletiva de Francisco Beltrão.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo. 2018.

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. Cap. 17, p. 233-248.

AUMILLER, A. et al. Análise do Processo Produtivo de Filmes Poliméricos Utilizando a Metodologia de Produção Mais Limpa. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET**, Santa Maria, 2014.

BELTRAME, T. F.; LHAMBY, A. Coleta Seletiva: percepção e conhecimento sobre o tema - uma pesquisa exploratória. **Revista Monografias Ambientais - REMOA**, Santa Maria, 2013.

BESEN, G. R. et al. **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade**. 1ª. ed. São Paulo: Faculdade de Saúde Publica, 2017.

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

BRASIL. **Norma Brasileira nº 10007 - Amostragem de resíduos sólidos**. [S.l.]. 2004b.

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.

BRASIL. **Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010**. Brasília. 2010b.

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

BUQUE, L. I. B.; RIBEIRO, H. Panorama da coleta seletiva com catadores no município de Maputo, Moçambique: desafios e perspectivas. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, 2015. 298-307.

CAMPANI, D. B. A política nacional de resíduos sólidos e a sustentabilidade de nossa sociedade. 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. Cap. 1, p. 13-21.

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

CEMPRE. Guia da Coleta Seletiva de Lixo. **CEMPRE**: Compromisso Empresarial Para Reciclagem, 2014. Disponível em: <<http://cempre.org.br/>>. Acesso em: 16 Maio 2019.

CEMPRE. Review 2019. **CEMPRE**: Compromisso Empresarial Para Reciclagem, 2019. Disponível em: <<http://cempre.org.br>>. Acesso em: 16 Maio 2019.

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

COLTRO, L.; DUARTE, L. C. Reciclagem de Embalagens Plásticas Flexíveis: Contribuição da Identificação Correta. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Paulo, 2013.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. D. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2018.

DE CARLI, M.A.B. **Marco Antônio Báu De Carli**: entrevista [2019]. Entrevistadora: Enaile Coelho Balbinotti. Francisco Beltrão, 2019. Entrevista concedida para elaboração do trabalho de conclusão de curso da entrevistadora

FORLIN, F. J.; FARIA, J. D. A. F. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, 2002.

GARCÍA, M. T. et al. Recycling extruded polystyrene by dissolution with suitable solvents. **Journal of Mater Cycles Waste Management**, 2009.

GONÇALVES, M. D. A.; VALE, M. M. D. A. A. V. D. Q. D.; GONÇALVES, A. H. Um estudo comparado entre a realidade brasileira e portuguesa sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos. **Sociedade & Natureza**, 2016.

GUTBERLET, J. et al. 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. **Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, 2016.

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

IBGE. Panorama Francisco Beltrão. **IBGE**, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama>>. Acesso em: 30 Maio 2019.

IPEA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IPEA. 2012.

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**, 2018.

KNAUF. **Knauf Isopor**, 2019. Disponível em: <<https://www.knauf-isopor.com.br/>>. Acesso em: 14 Novembro 2019.

LANDIM, A. P. M. et al. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, 2016.

LIMA, P. G. et al. Análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de um aterro sanitário. **BIOENG**, 2018.

LUSSARI, W. R. Os desafios do grupo de apoiadores frente à orientação de um grupo de cooperados. In: AMARO, A. B.; VERDUM, R. **Política Nacional de Resíduos Sólidos e suas Interfaces com o espaço geográfico**. Porto Alegre: Letra1, 2016. p. 275-284.

MACIEL, J. P. et al. 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.

MAGNI, A. A. C.; GÜNTHER, W. M. R. Cooperativas de catadores de materiais recicláveis como alternativa à exclusão social e sua relação com a população de rua. **Saúde e Sociedade**, 2014.

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**, 2015.

MARCOP. **Marrecas Cooperativa de Reciclados**: entrevista [2019]. Entrevistadora: Enaile Coelho Balbinotti. Francisco Beltrão, 2019. Entrevista concedida para elaboração do trabalho de conclusão de curso da entrevistadora.

MONTEROSSO, E. P. Política nacional de resíduos sólidos: o olhar crítico de um gestor público. 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. Cap. 2, p. 22-30.

O que é EPS? **EPS Brasil**, 2019. Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>>. Acesso em: 12 Novembro 2019.

OCB. Propostas para um Brasil mais cooperativo. **Sistema OCB**, 2018. Disponível em: <<https://www.ocb.org.br/publicacoes>>. Acesso em: 02 Junho 2019.

REZENDE, J. H. et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2013.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos Sólidos: Problema ou Oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2009.

RIGO, V. **Análise do processo de gerenciamento de resíduos sólidos no município de Francisco Beltrão/PR a partir da década de 1970**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Francisco Beltrão. 2014.

SCHMIDT, P. N. S. et al. Flexural Test On Recycled Polystyrene. **Procedia Engineering**, 2011.

SILVA, M. S. D. et al. Avaliação gravimétrica dos resíduos de serviços de saúde no município de Rondonópolis (MT) Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal - PB, 2015.

SILVA, P. L. C. et al. Dificuldades enfrentadas no cotidiano de trabalho em cooperativas de triagem de material reciclável. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, 2018.

SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos - 2017**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília. 2019.

TERMOTÉCNICA. Sustentabilidade. **Termotecnica**, 2019. Disponível em: <<http://www.termotecnica.ind.br/sustentabilidade-reciclagem-de-eps/>>. Acesso em: 14 Novembro 2019.

ZAJAC, M. A. L. et al. 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**, São Paulo, 2016.