



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS-ECOLOGIA
É BIODIVERSIDADE**

**IMPACTOS SOCIO-ECONÔMICO-AMBIENTAIS DA COLETA SELETIVA NO
MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU**

IAN BOCHARD TASISTRO

Foz do Iguaçu
2019



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA (ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS-ECOLOGIA É
BIODIVERSIDADE**

**IMPACTOS SOCIO-ECONÔMICO-AMBIENTAIS DA COLETA SELETIVA NO
MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU**

IAN BOCHARD TASISTRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Luciana Mello Ribeiro

Foz do Iguaçu

2019

IAN BOCHARD TASISTRO

**IMPACTOS SOCIO-ECONÔMICO-AMBIENTAIS DA COLETA SELETIVA NO
MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Luciana Mello Ribeiro
UNILA

Prof. Ana Alice Aguiar Eleutério
UNILA

Prof. Anne-Sophie Bertrand
PNI

Foz do Iguaçu, _____ de _____ de _____.

TERMO DE SUBMISSÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS

Nome completo do autor(a): _____

Curso: _____

Tipo de Documento	
(.....) graduação	(.....) artigo
(.....) especialização	(.....) trabalho de conclusão de curso
(.....) mestrado	(.....) monografia
(.....) doutorado	(.....) dissertação
	(.....) tese
	(.....) CD/DVD – obras audiovisuais
	(.....) _____

Título do trabalho acadêmico: _____

Nome do orientador(a): _____

Data da Defesa: ____ / ____ / ____

Licença não-exclusiva de Distribuição

O referido autor(a):

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que o detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a Universidade Federal da Integração Latino-Americana, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo.

Na qualidade de titular dos direitos do conteúdo supracitado, o autor autoriza a Biblioteca Latino-Americana – BIUNILA a disponibilizar a obra, gratuitamente e de acordo com a licença pública *Creative Commons Licença 3.0 Unported*.

Foz do Iguaçu, ____ de _____ de _____.

Assinatura do Responsável

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a minha mãe por ter me brindado a oportunidade de estudar fora do meu País e ter me apoiado em todos esses anos.

À minha namorada Aline por ter me acompanhado em esta jornada e por me fazer sentir como em casa mesmo estando tão longe, se tornando minha família

Ao Aldo por ter me ajudado sem medir esforços sempre que precisei algo

À minha família: Tía, Abuelos, Ale, Ulo, Papa, pelo carinho e apoio a distância

À minhas irmãs Anais, Denisse e Nicole

À “Los necios”: Broki, Freddy, Pollo, Lolo, Fac, Facu, Charlie e Vale pela amizade

À Professora Luciana por ter aceitado participar comigo deste projeto, e pelas orientações

Às professoras Ana e Anne-Sophie, por terem aceitado participar da minha banca

À equipe da Coleta Seletiva da SMMA: Rosani, Guilherme, Dyego, Nathiara, Cleidiane, Vladimir, pelo apoio na realização do trabalho

Ao Anderson e a COAAFI pela ajuda na disponibilização dos dados que fizeram possível este trabalho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 RESÍDUOS EM FOZ DO IGUAÇU.....	16
1.2 IMPORTÂNCIA DA COLETA SELETIVA	16
1.3 BENEFÍCIOS DA COLETA SELETIVA	17
1.4 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	17
1.5 COLETA SELETIVA NO BRASIL.....	19
1.6 HISTÓRIA DA COLETA SELETIVA EM FOZ DO IGUAÇU	20
1.7 PROGRAMA MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS FOZ DO IGUAÇU-PR.....	22
2 JUSTIFICATIVA.....	25
2.1 IMPORTÂNCIA CIENTÍFICA	25
2.2 IMPORTÂNCIA SOCIAL	25
3 PROBLEMA.....	26
4 OBJETIVOS.....	26
4.1 GERAL.....	26
4.2 ESPECÍFICOS.....	26
5 METODOLOGIA	26
5.1 CARACTERIZAÇÃO	26
5.2 ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA COLETA APOS O PRIMEIRO ANO	27
5.3 ESTUDO DOS IMPACTOS SOCIO-ECONÔMICO-AMBIENTAIS DA COLETA SELETIVA	28
5.4 METODOLOGIAS PARA O CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS GERADOS PELA RECICLAGEM.....	31
5.4.1 Viabilidade Econômica da Reciclagem	31

5.4.2 Benefício Líquido Social do Reaproveitamento	33
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
6.1 CARACTERIZAÇÃO	42
6.1.1 Funcionamento Atual da Coleta Seletiva	42
6.1.2 Unidades de Triagem (Barracões)	44
6.2 CONSEQUÊNCIAS DA COLETA APÓS O PRIMEIRO ANO	54
6.2.1 Quantidades Coletadas e Abrangência.....	55
6.2.2 Composição dos Resíduos que Chegam no Aterro	56
6.2.3 Materiais Comercializados no Primeiro Ano	62
6.4 IMPACTOS SOBRE O ATERRO SANITÁRIO	64
6.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA COLETA SELETIVA.....	66
6.4 BLSR PARA O MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU	73
6.4.1 Cálculo dos Gastos atuais e Efetivos de Coleta, Transporte e Disposição Final de Lixo Urbano (GCD), para Foz do Iguaçu.....	73
6.4.2 Cálculo dos Danos Ambientais Resultantes da Má Coleta e Disposição do Lixo Urbano (CA), para Foz do Iguaçu	74
6.4.3 Cálculo das Reduções de Custos Associados a Insumos Proporcionados pelo Reaproveitamento (GMI), para Foz do Iguaçu.....	77
6.4.4 Cálculo dos Gastos Associados ao Reaproveitamento (GAR), para Foz do Iguaçu.....	81
6.5 ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS ATUAIS E POTENCIAIS GERADOS PELA COAAFI	87
7 PERSPECTIVAS DA COLETA SELETIVA EM FOZ DO IGUAÇU.....	93
7.1 POTENCIAL TEÓRICO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS	96
7.2 QUALIDADE DOS MATERIAIS COLETADOS	100
7.3 COMERCIALIZAÇÃO DOS MATERIAIS.....	102

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA O FUTURO.....	104
8.1 ACOMPANHAMENTO CONSTANTE DAS TAXAS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS	104
8.2 ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA POPULAÇÃO SOBRE MOTIVAÇÕES E BARREIRAS PARA A PARTICIPAÇÃO NO PROGRAMA	105
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Gastos efetivos com a gestão de resíduos sólidos, GCD MOTTA.....	35
Tabela 2. Gastos com a Gestão de Resíduos Sólidos, GCD RODRIGUEZ	36
Tabela 3. Déficit de custos de gestão de resíduos sólidos no Brasil, CA MOTTA.....	37
Tabela 4. Déficit de custos de gestão de resíduos sólidos, CA VIEIRA.....	37
Tabela 5. Benefício líquido da reciclagem em relação à reduções nas emissões de GEEs, IPEA.....	39
Tabela 6. Benefício líquido da reciclagem em relação à perda de biodiversidade e produtos não madeireiros, IPEA.	39
Tabela 7. Redução de custos associados a consumo de insumos, energia e água, GMI RODRIGUEZ.....	40
Tabela 8. Etapas e abrangência do programa.....	56
Tabela 9. Quantidade estimada de materiais destinados ao Aterro Sanitário (t/ano)...	57
Tabela 10. Porcentagens de materiais recicláveis destinadas ao Aterro Sanitário por Bairro.....	59
Tabela 11. Total de materiais comercializados no primeiro ano (04/2018-03/2019)....	62
Tabela 12. Papel/Papelão comercializados no primeiro ano.	63
Tabela 13. Plásticos comercializados no primeiro ano.	63
Tabela 14. Metais comercializados no primeiro ano.	64
Tabela 15. Exemplos de danos ambientais nos processos de geração de energia.	67
Tabela 16. Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia.	68
Tabela 17. Estimativa dos Benefícios ambientais associados a redução da emissão de GEEs.....	69
Tabela 18. Estimativa dos Benefícios ambientais associados à redução perda da Biodiversidade e produtos não madeireiros.	69
Tabela 19. Estimativa total dos Benefícios Ambientais devido às reduções do processo da reciclagem.....	70
Tabela 20. Benefícios ambientais gerados pelo Programa de Coleta Seletiva em Foz de Iguaçu Paraná.....	70

Tabela 21. Metodologias de valoração ambiental.....	71
Tabela 22. Gasto com coleta regular de resíduos na cidade de Foz do Iguaçu, GCD Foz do Iguaçu.	73
Tabela 23. Custos ambientais associados a redução da emissão de GEEs, atualizado.	75
Tabela 24. Benefícios ambientais associados à redução perda da Biodiversidade e produtos não madeireiros, atualizado.	76
Tabela 25. Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia, atualizado.	77
Tabela 26. Cálculo CA Hipótese 2 para Foz do Iguaçu.	77
Tabela 27. Preço das sucatas para municípios do Paraná- Relatórios CEMPRE.	78
Tabela 28. Cálculo da média pros valores dos Plásticos.....	79
Tabela 29. Média dos preços de venda da COOAFI-agosto 2019.	79
Tabela 30. Cálculo para os valores dos Papéis CEMPRE, 2017-2019.....	80
Tabela 31. Média dos preços de venda da COOAFI-agosto, 2019.	80
Tabela 32. Estimativa benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos.....	81
Tabela 33. Distância e tempo para o preenchimento de uma carga.....	82
Tabela 34. Cálculo GAR para Foz do Iguaçu.	83
Tabela 35. Quantidade de materiais recicláveis comercializados pela COAAFI desde abril 2018 até março de 2019.....	84
Tabela 36. Cálculo BLSR para Foz do Iguaçu.....	84
Tabela 37. Benefícios gerados pela Coleta Seletiva no primeiro ano.....	88
Tabela 38. Benefícios potenciais da Coleta Seletiva.	89
Tabela 39. Porcentagem de aproveitamento por material.	89
Tabela 40. Perdas diretas da COAAFI.....	91
Tabela 41. PTG para a projeção.....	97
Tabela 42. Materiais recuperados com 35% PTG.	100
Tabela 43. Insumos poupados.....	100
Tabela 44. Recursos poupados dos cofres públicos.....	100

BOCHARD, Ian. **Impactos Socio-Econômico-Ambientais da Coleta Seletiva no Município de Foz Do Iguaçu**. 2019.pags. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019.

RESUMO

A grande geração de resíduos a nível mundial representa um dos maiores problemas da atualidade. Neste contexto, a coleta seletiva surge como uma ferramenta para atenuar este problema. Com uma boa gestão, a coleta seletiva tem a capacidade de gerar grandes impactos nos âmbitos social, econômico e ambiental. Por exemplo, através da separação e coleta de materiais recicláveis (plástico, metal, vidro e papel), se faz possível o reaproveitamento dos mesmos, gerando benefícios para o meio ambiente, de forma que há uma diminuição na necessidade de utilização de matérias primas e na emissão de gases de efeito estufa. Também, ao reduzir a quantidade de materiais destinados aos aterros sanitários, aumenta a sua vida útil além de gerar uma economia com os custos de operação. Ao mesmo tempo a comercialização destes materiais traz benefícios econômicos e sociais para as cooperativas de catadores de materiais recicláveis e para os municípios como um todo. Sendo assim, o objetivo de este trabalho foi o de gerar dados sobre os impactos gerado pelo Programa de Coleta Seletiva de Foz do Iguaçu, ressaltando a importância deste tipo de programa, permitindo identificar suas deficiências, estabelecer metas e estudar cenários futuros. Mediante o estudo do Benefício Social Líquido do Reaproveitamento (Motta, 2006) foi possível estimar um ganho médio pro município de entre R\$ 995-1092 por cada tonelada de material recolhido pela coleta seletiva. Também foi possível estimar em mais de R\$ 80.000 os benefícios ambientais gerados no primeiro ano de funcionamento da Coleta Seletiva.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos. Reciclagem. Resíduos Sólidos Recicláveis. Reaproveitamento. Cooperativas de reciclagem.

BOCHARD, Ian. **Impactos Socio-Económico-Ambientales de la Recolección Selectiva en la Municipalidad de Foz Do Iguaçu**. 2019.pags. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019.

RESUMEN

La gran generación de residuos en todo el mundo representa uno de los mayores problemas de nuestro tiempo. En este contexto, la recolección selectiva surge como una herramienta para mitigar este problema. Con una buena gestión, la recolección selectiva tiene la capacidad de generar grandes impactos en los ámbitos social, económico y ambiental. Por ejemplo, a través de la separación y recolección de materiales reciclables (plástico, metal, vidrio y papel), es posible reutilizarlos, generando beneficios para el medio ambiente, de manera que se reduce la necesidad de utilizar materias primas y la emisión de gases de efecto invernadero. Además, al reducir la cantidad de materiales destinados a los vertederos sanitarios, aumenta su vida útil y genera ahorros en los costos de operación. Al mismo tiempo, la comercialización de estos materiales aporta beneficios económicos y sociales a las cooperativas de recolectores de materiales reciclables y a los municipios como un todo. Así, el objetivo de este trabajo fue generar datos sobre los impactos generados por el Programa de Recolección Selectiva de Foz do Iguaçu, destacando la importancia de este tipo de programas, permitiendo identificar sus deficiencias, fijar metas y estudiar escenarios futuros. A través del estudio del Beneficio Social Neto de la Reutilización (Motta, 2006) fue posible estimar una ganancia promedio para el municipio de entre R\$ 995-1092 por cada tonelada de material recolectado a través de la recolección selectiva. También fue posible estimar los beneficios ambientales generados en el primer año de operación de la Colecta Selectiva en más de R\$ 80.000.

Palabras Clave: Gestión de Residuos Sólidos. Reciclaje. Residuos Sólidos Reciclables. Reutilización. Cooperativas de reciclaje.

BOCHARD, Ian. **Socio-Economic and Environmental Impacts of Selective Collection in the Municipality of Foz Do Iguaçu**. 2019.pags. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019.

ABSTRACT

The great generation of waste all over the world represents one of the greatest problems of our time. In this context, selective collection emerges as a tool to mitigate this problem. With good management, selective collection has the capacity to generate great social, economic and environmental impacts. For example, through the separation and collection of recyclable materials (plastic, metal, glass and paper), it is possible to reuse them, generating benefits for the environment, thus reducing the need to use raw materials and the emission of greenhouse gases. In addition, reducing the amount of materials going to sanitary landfills increases their lifespan and generates savings in operating costs. At the same time, the marketing of these materials brings economic and social benefits to cooperatives of recyclable material collectors and municipalities as a whole. Thus, the objective of this work was to generate data on the impacts generated by the Selective Collection Program of Foz do Iguaçu, highlighting the importance of this type of programs, allowing to identify their deficiencies, set goals and study future scenarios. Through the study of the Net Social Benefit of Reuse (Motta, 2006) it was possible to estimate an average gain for the municipality of between R\$ 995-1092 for each ton of material collected through selective collection. It was also possible to estimate the environmental benefits generated in the first year of operation of Selective Collection at over R\$ 80,000.

Keywords:Solid Waste Management. Recycling. Recyclable Solid Waste. Reuse. Recycling cooperatives.

1 INTRODUÇÃO

1.1 RESÍDUOS EM FOZ DO IGUAÇU

Como era comum no Brasil e em toda a América Latina nas décadas de 80-90, a disposição final dos resíduos não era um item de importância nas cidades, sendo esta geralmente realizada no que se conhece atualmente como lixões a céu aberto. A partir do dia 2 de agosto de 2010 a Lei nº12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo um dos principais pontos desta política a extinção dos lixões. A partir desse momento a forma de disposição correta dos resíduos recomendada passou a ser a implantação de Aterros Sanitários. Diferente dos lixões, os Aterros Sanitários atendem as obrigações previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos, prevendo a captação dos gases e protegendo tanto o solo como os lençóis freáticos do escoamento de chorume, mediante a implantação prévia de uma manta impermeabilizada. No caso de Foz do Iguaçu, o Aterro Sanitário foi construído sobre o antigo lixão, contando com uma área de dois hectares (ANTUNES, E. M. et al).

A quantidade de resíduos que chegam no aterro vem aumentando de forma constante, chegando a 88.832,655 toneladas no ano de 2018. Desta forma vemos como iniciativas que trabalhem com a segregação do lixo na sua origem permitem não só uma diminuição do lixo que é enviado na sua disposição final pro Aterro Sanitário, e conseqüentemente a extensão da sua vida útil, mas que também possibilita a reciclagem dos materiais (SILVA,C.C. 2014). Ao mesmo tempo a implantação da Coleta Seletiva também traz como benefícios a geração de renda e a economia de recursos naturais.

1.2 IMPORTÂNCIA DA COLETA SELETIVA

Longe de se tratar apenas do recolhimento de materiais recicláveis, a Coleta Seletiva faz parte de um grande ciclo de processos que começa na produção dos materiais e termina com a volta desse material na forma de material reciclado para a indústria, onde será novamente comercializado.

Após os distintos produtos serem consumidos, os materiais recicláveis nestes presentes podem seguir 2 caminhos(CONKE; NASCIMENTO 2018): em primeiro lugar estes podem ser destinados incorretamente, acabando assim em lugares indevidos

como ruas, rios, e, se estes forem colocados junto ao lixo domiciliar, em aterros sanitários, sendo assim, seguindo este caminho, estes materiais podem gerar poluição e no melhor dos casos serão desperdiçados e ocuparão espaços em aterros sanitários. Por outro lado, estes materiais podem ser segregados na fonte e disponibilizados para os programas de coleta seletiva possibilitando assim a geração de diversos benefícios ambientais, económicos e sociais.

Apesar dos benefícios da implantação da Coleta Seletiva, é apontado que as prefeituras e organizações de catadores possuem dificuldades para prestar o serviço da coleta seletiva com uma justa remuneração (BESEN et al. 2014). Atualmente o órgão que é encarregado de obter informações sobre a situação da Coleta Seletiva nos municípios é o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) que na sua última publicação em 2017, menciona que a Coleta Seletiva ainda não é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros. Nesse último relatório surpreende saber que apenas 22,5% dos municípios brasileiros contam com Coleta Seletiva, sendo importante mencionar que também existem 36,2% de municípios sem informação, destacando mais uma vez a importância de se estudar esses programas.

1.4 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Em relação ao marco legal dos programas de coleta seletiva, a Coleta seletiva é definida na Política Nacional de Resíduos Sólidos como: Coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. A política nacional de resíduos tem como objetivo reunir os princípios, instrumentos, metas e ações para uma gestão de resíduos adequada.

O Artigo 8 do capítulo III, define que a coleta seletiva é um dos instrumentos do PNRS, assim como incentiva a criação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis. No Artigo 16 sobre os planos estaduais se estabelecem a presença da Coleta Seletiva como um dos requisitos para a solicitação de recursos a união, sendo assim colocada como grande prioridade na elaboração dos planos estaduais. Além disso no Artigo 18 sobre os planos municipais de resíduos se estabelece que os municípios que

implantarem o programa de Coleta Seletiva que inclua a participação de cooperativas de catadores formado por pessoas de baixa renda serão priorizados no acesso aos recursos da união. Ao mesmo tempo que é definida a implantação da coleta seletiva como conteúdo mínimo, na elaboração do plano municipal, com o objetivo de reduzir a quantidade de rejeitos que são encaminhados por exemplo para os aterros sanitários.

Com respeito as responsabilidades dos consumidores, no Artigo 35 é citado que sempre que houver um sistema de coleta seletiva estabelecido pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, há uma obrigação de acondicionar adequada e diferenciadamente os resíduos sólidos gerados, assim como disponibilizar os reutilizáveis e recicláveis para a coleta. Assim como de acordo ao artigo 36, quando houver um PMGIRS cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos o estabelecimento da coleta seletiva. Por último, também é mencionado o estímulo à pesquisa voltada para a integração dos catadores nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos assim como o estabelecimento de programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem de resíduos sólidos.

1.3 BENEFÍCIOS DA COLETA SELETIVA

Em relação aos benefícios da Coleta Seletiva, por exemplo, em 2010, em uma pesquisa do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) foi apresentado que os benefícios potenciais da reciclagem, no caso de que os resíduos recicláveis atualmente encaminhados para lixões ou aterros fossem de fato reciclados, seria de aproximadamente 8 bilhões anuais de reais. Outro estudo na cidade de Rio de Janeiro mostrou como atualmente as 33 cooperativas que realizam a Coleta Seletiva no estado poupam 1 milhão de reais anuais aos cofres públicos (RIBEIRO et al 2014). Ao mesmo tempo outras vantagens da Coleta Seletiva são: a redução do uso de matéria prima virgem e todos os recursos poupados em consequência; a economia de energia se compararmos os custos de reprocessamento de materiais com os custos de extração e processamento primário (RIBEIRO; BESEN, 2007; Apud WAITE, 1995) entre muitos outros.

Assim, para que estes benefícios que a reciclagem gera sejam aproveitados, é imprescindível o bom funcionamento dos programas de coleta seletiva e as cooperativas de reciclagem, que são quem possibilita que os materiais recicláveis cheguem nas indústrias de reciclagem. Como último ponto, também é importante destacar o papel social da Coleta Seletiva, que assim como determinado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), procura priorizar a participação de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis de baixa renda.

1.5 COLETA SELETIVA NO BRASIL

A coleta seletiva, se trata de um fenômeno relativamente recente no Brasil, sendo que as primeiras experiências registradas aconteceram em Niterói, no Rio de Janeiro, no ano de 1985 pelo professor Emilio Eigenheer, que após estudar na Alemanha trouxe a ideia consigo (CEMPRE, 2015). Outra das primeiras iniciativas pode ter sido a de Florianópolis, que surgiu em meados do ano de 1986, durante discussões de como acabar com o lixão (RODRIGUEZ, 2014). Como é possível observar, lugares onde o problema dos resíduos ficou evidente mais rapidamente, seja pelo grande número da população ou pelo espaço reduzido para o planejamento, foram os primeiros a implementar soluções para o problema dos resíduos.

De acordo com os dados obtidos, no início da década, no ano 2010, dos 5.565 municípios existentes, 57,6% destes apresentavam alguma forma de coleta seletiva (ABRELPE, 2010), porém, apesar de uma porcentagem que pode parecer bastante significativa, em muitos dos casos se trata apenas da disponibilização de alguns pontos voluntários de entrega ou pequenos convênios. Tanto que, em outra pesquisa realizada pelo CEMPRE (2010), que considerou apenas programas Municipais de Coleta Seletiva, encontrou-se apenas 443 municípios com coleta seletiva, sendo os mais representativos programas com Coleta Seletiva porta-a-porta (78%).

A partir do ano de 2010 e com a elaboração do Plano Nacional de Gestão de Resíduos, a coleta seletiva passou a ter uma maior importância a nível municipal, tanto que o número de programas municipais se triplicou, alcançando 1227 municípios no ano de 2018 (CEMPRE, 2018). A quantidade total de municípios com algum tipo de coleta

seletiva também tem mostrado um incremento, indo de 57,6% para 70,4% (ABRELPE, 2017). Por outro lado, o que não tem mudado muito é a localização destes municípios com coleta seletiva, que se concentram nas regiões Sul e Sudeste, atualmente alcançando quase 90% dos municípios, enquanto que nas outras regiões do país, a porcentagem baixa para 50% (ABRELPE, 2017).

1.6 HISTÓRIA DA COLETA SELETIVA EM FOZ DO IGUAÇU

Até que fosse formalizado o programa de Coleta Seletiva em Foz do Iguaçu no ano de 2018, a mesma passou por diversas etapas. Antes da construção do Aterro Sanitário da cidade de Foz do Iguaçu, existiam muitos catadores que retiravam diretamente do lixão o seu sustento (Figura 1), ou seja, materiais recicláveis para posterior venda. Com o fechamento deste lixão e o apoio da prefeitura se formou em 2001 o que hoje conhecemos como COAAFI-Cooperativa dos Agentes Ambientais de Foz do Iguaçu (com esse nome a partir de 2003). A partir desse ano houve a implantação do programa Municipal de Coleta Seletiva, tendo como parte da sua infraestrutura centros para triagem de materiais recicláveis, onde os materiais coletados eram triados, prensados e comercializados, sendo que a renda dos catadores era o resultado da venda dos materiais recicláveis que era repartido igualmente. Neste período também foi estimada a presença de 850 catadores autônomos trabalhando com recicláveis na cidade.

Figura 1. Condições de trabalho antes do Programa de Coleta Seletiva.



Fonte: PMSB, 2012.

Com o estabelecimento da iniciativa de Coleta Seletiva (Figura 2), os materiais eram coletados dos grandes geradores como hotéis e escolas, mediante 240 PEVs- Pontos Voluntários de Entrega, e a coleta era realizada mediante um caminhão especializado (PMSB, 2012).

Figura 2. Sistema de Pontos Voluntários de Entrega, 2001.



Fonte: PMSB, 2012

A partir do ano 2005, começaram a executar a coleta porta a porta com carrinhos nos arredores dos centros de triagem (Figura 3), e começou a se coletar dos grandes geradores com seus 3 novos caminhões, assim como também foram desenvolvidos cursos de capacitação e novos centros de triagem (CTs), porém a coleta porta a porta não conseguiu abranger toda a cidade. .

Figura 3. Coleta Seletiva porta a porta com carinhos elétricos, 2011.



Fonte: MNCR, 2011.

1.7 PROGRAMA MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS FOZ DO IGUAÇU-PR

Devido as novas exigências do PNGRS em relação a coleta seletiva e as grandes quantidades de materiais recicláveis destinadas ao aterro sanitário, com os custos tanto econômicos quanto ambientais que isto traz, no ano de 2017 se formaliza o Programa Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Recicláveis de Foz do Iguaçu. Este projeto teve como principal motivação a crescente preocupação com a sustentabilidade e tinha como principais objetivos o atendimento porta a porta da coleta seletiva em 100% das residências e a inclusão social dos catadores.

Durante os estudos prévios realizados para este projeto, foi constatado pela Prefeitura, o mal estado das estruturas dos barracões devido à falta de manutenção e também de uma política efetiva para gerir esses processos. Dentre os motivos pelos quais o programa inicial não teve os resultados esperados foram citados: a falta de um programa porta a porta de coleta seletiva; grande número de catadores autônomos não

associados à Cooperativa; falta de participação dos moradores, que não separam seus resíduos recicláveis dos rejeitos; falta de confiança por parte dos catadores ao projeto, o que faz com que prefiram continuar sendo autônomos e a falta de capacitação e organização (PMFI, 2017).

Sendo assim, esse projeto da prefeitura teve como objetivos específicos:

- “1. Estruturar os centros de triagem de materiais recicláveis com reforma e ampliação das estruturas existentes, aquisição de equipamentos e caminhões;
2. Efetivar Convênio com a COAAFI e o plano de trabalho para coleta, triagem, prensagem, armazenamento e comercialização de resíduos e definir remuneração por tonelada para os Catadores para estimular ainda mais a produção e organização administrativa;
3. Planejar, Incentivar e implementar Políticas Públicas para a correta destinação dos Resíduos e a Cadeia da logística reversa no município;
4. Fiscalizar a operacionalização do plano de trabalho estabelecido do programa municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos;
5. Inclusão e formação permanente dos catadores/as, garantindo maior autonomia e condições de Trabalho dignas a esses trabalhadores;
6. Auxiliar na expansão da cadeia produtiva da reciclagem por meio de Centrais de produção e comercialização e combater a exploração dos atravessadores;
7. Promover orientação para a gestão de resíduos para público escolar e comunidade em geral acessibilizando

informações sobre separação e destinação correta dos resíduos gerados individual e coletivamente e seus impactos na qualidade de vida da população;

8. Promover e consolidar parcerias entre Poder Público, Instituições de Ensino, setor produtivo e sociedade civil, para programas, projetos e ações de sensibilização e alternativas para Repensar, Reutilizar e Reciclar, que favoreçam o desenvolvimento qualitativo das atividades de coleta e destinação final dos resíduos sólidos recicláveis e outros” (PMFI, 2017).

Este mesmo projeto também apresentou metas em relação à Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem. Essas metas se dividiam em Área Técnica, Área ambiental, Econômica e Social. Devido a que estas metas se encontram relacionadas diretamente com o propósito deste estudo, foram estudadas mais a fundo.

- 1- Na área técnica, os objetivos estabelecidos foram o aumento progressivo tanto da abrangência da coleta em número de habitantes quanto da quantidade de recicláveis coletados.
- 2- Na área ambiental, o principal objetivo era a diminuição da quantidade de recicláveis destinado ao Aterro Sanitário.
- 3- Na área econômica, a diminuição de geração per capita de resíduos e o aumento dos materiais recicláveis comercializados.
- 4- Na área social, o objetivo era o do aumento do número de catadores inseridos na Cooperativa.

Este projeto, deu origem ao Programa Municipal de Coleta Seletiva atual, que se encontra em atividade desde o mês de abril de 2018, e que será o nosso caso de estudo. Para a oficialização do programa foi assinado um termo de Colaboração, que estabeleceu o convênio entre a COAAFI e a prefeitura para a realização da Coleta Seletiva no município.

2 JUSTIFICATIVA

2.1 IMPORTÂNCIA CIENTÍFICA

A partir do primeiro ano de funcionamento é possível estudar os impactos da Coleta Seletiva tem gerado, mediante a análise dos dados obtidos em relação aos materiais coletados e comercializados será possível levantar questões sobre os impactos que a coleta seletiva gera, desde alguns bem conhecidos como os ganhos econômicos e inclusive os impactos ambientais. Partindo de metodologias conhecidas que avaliam os benefícios proporcionados pela reciclagem, serão gerados dados inéditos para a cidade de Foz do Iguaçu. Também serão propostas correções para poder aplicar estas metodologias, as quais foram elaboradas a muitos anos atrás e não são adequadas se aplicar diretamente. A proposta é a de trazer um panorama geral sobre o primeiro ano da Coleta Seletiva, focando nos seus benefícios econômicos e ambientais, assim como a possibilidade de gerar cenários futuros para o programa.

2.2 IMPORTÂNCIA SOCIAL

A partir do ano 2018 começou o programa de Coleta Seletiva na cidade de Foz do Iguaçu, porém ainda há uma grande necessidade de estudar os impactos deste programa, tanto na área econômica quanto ambiental e social. Isto serve como uma medida para ressaltar a importância de programas de coleta seletiva e aportar dados para a melhoria do mesmo. Sendo esses primeiros anos da coleta seletiva na cidade uma grande oportunidade de estudar esses impactos, assim como seu desenvolvimento.

A coleta seletiva não apenas possui grandes impactos sobre a economia e o meio ambiente, mas também consiste na renda básica de muitas pessoas, que serão diretamente beneficiadas pelo bom funcionamento do programa. E é por isto que a geração de dados nesse período inicial pode ser de muita importância para o bom desenvolvimento do programa na cidade. A partir destes dados é possível aportar informações sobre a gestão e contribuir trazendo preocupações para o futuro, assim como contribuindo com uma outra perspectiva ao estudo dos custos e benefícios gerados pelo programa.

3 PROBLEMA

Após um ano da implantação da Coleta Seletiva na Cidade de Foz do Iguaçu, quais são os impactos socio-econômico-ambientais que ela gera?

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Avaliar quais os impactos socio-econômico-ambientais da coleta seletiva no Município de Foz do Iguaçu.

4.2 ESPECÍFICOS

- I. Caracterizar o processo de coleta seletiva do município de Foz do Iguaçu desde 2018.
- II. Identificar os resultados já alcançados.
- III. Avaliar os impactos sociais, econômicos e ambientais ocorridos até o momento. Impactos refere-se aos benefícios que são gerados pelo programa assim como as diferenças entre custos e benefícios que este traz.
- IV. Projetar cenários futuros.
- V. Apresentar propostas de melhoria.

5 METODOLOGIA

5.1 CARACTERIZAÇÃO

Nessa primeira etapa foi estudado como a Coleta Seletiva funciona no município de Foz do Iguaçu. Sendo assim para a sua caracterização foram analisados aspectos gerais sobre o seu funcionamento, assim como o processo histórico da mesma. Foram descritos aspectos gerais como a periodicidade, regime de coleta, orientações para a população e destinação dos materiais. Também foi analisada sua infraestrutura tanto humana: número de empregados, funções e renda, quanto física (caminhões, centros de triagem). Para a obtenção destas informações foram analisados todos os documentos oficiais assim como documentos e relatórios disponibilizados pela PMFI e COAAFI. De estes relatórios os principais foram os relatórios mensais de coleta de materiais e venda

de materiais que foram disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu (PMFI), os mesmos são enviados á Secretaria do Meio Ambiente (SMMA) pela Cooperativa dos Agentes Ambientais(COAAFI) como parte do acordo de prestação de serviços de coleta seletiva que eles tem com o município. Foi feito um analise documental destes documentos nos quais constam as quantidades dos distintos tipos de materiais coletados e comercializados por mês, os quais foram agrupados em 5 grupos: Alumínio, Aço, Papel/Papelão, Plástico e Vidro para a maioria dos cálculos, assim como foram realizada meias pros preços de venda.

5.2 ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA COLETA APOS O PRIMEIRO ANO

Após 12 meses que o programa começou a trabalhar, foi estudado quais foram os resultados da implantação da coleta. Nesta seção foi mostrado quais tem sido os efeitos da coleta seletiva até o momento, em relação à porcentagem de cobertura, quantidade de materiais que deixaram de ir pro aterro sanitário e a proporção destes. Também consequências em relação à composição dos resíduos dos distintos bairros. Será que a Coleta Seletiva gerou uma mudança na composição do lixo que chega no aterro?

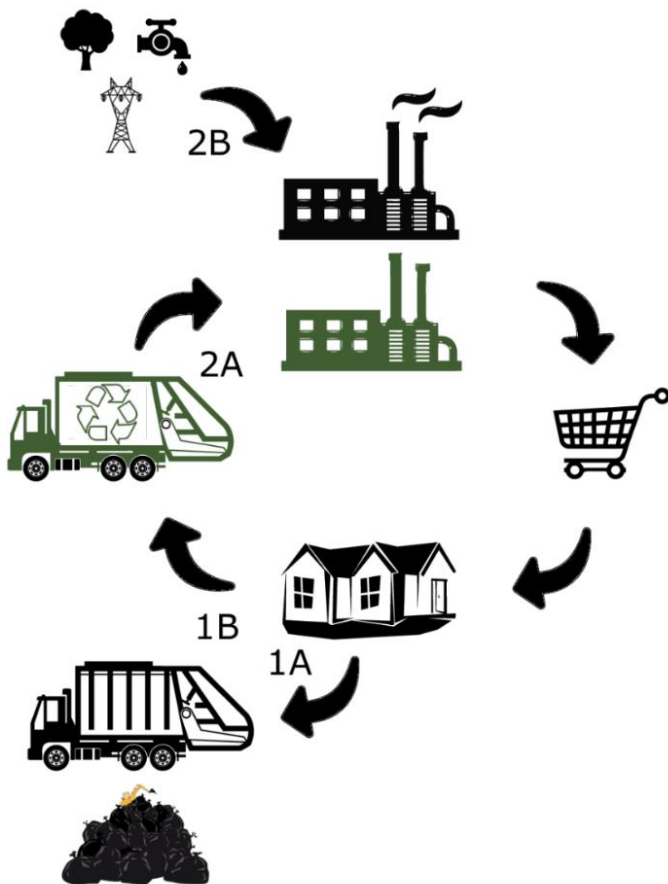
Para estudar as diferenças na composição do lixo dos diferentes bairros, o estudo foi baseado nos resultados da Caracterização dos Resíduos 2019 (PMFI, 2019), disponível no Plano Municipal de Saneamento Básico. Este documento estudou a composição dos resíduos que chegam no aterro sanitário em distintos pontos da cidade, sendo em total 14 áreas estudadas, que são definidas como rotas, cada uma correspondendo a um distinto bairro/região da cidade. A partir destes 14 pontos, foi identificado a qual bairro estas rotas pertenciam para assim poder identificar quais destes bairros tinham, na data na que foi a PMFI fez o estudo, serviço de coleta seletiva. Assim as 14 rotas de coleta amostradas foram divididas em dois grupos, um pertencente a bairros com serviço de coleta seletiva pela cooperativa COOAFI, e outro onde a Coleta Seletiva ainda não tinha sido implantada. Após a obtenção das medias dos materiais sendo Plástico, Papel/Papelão, Metal, Vidro os Recicláveis e por outro lado os Rejeitos, destinados ao aterro sanitário em cada um destes dois grupos, foi feita a comparação direta e testada a significância do resultado mediante um teste estatístico. Estes processos são apresentados através de tabelas e gráficos. Ao igual que na seção

anterior estes dados foram obtidos mediante a análise documental dos relatórios mensais de quantidades coletadas e comercializadas pela COAAFI, disponibilizados pela PMFI. Para a comparação das medias obtidas para cada um dos grupos foi realizado um Teste T não pareado, para testar a significância estatística dos resultados.

5.3 ESTUDO DOS IMPACTOS SOCIO-ECONÔMICO-AMBIENTAIS DA COLETA SELETIVA

A metodologia pela qual foram estudados os impactos socio-econômico-ambientais da Coleta Seletiva segue o esquema da Figura 5, sobre o ciclo dos materiais recicláveis.

Figura 5. Esquema metodológico, ciclo dos materiais recicláveis.



Fonte: Elaboração própria

No ponto N° 1 é onde se estabelece o ponto de partida para a análise dos impactos. Em primeiro lugar, é o cidadão que decide qual vai ser o destino desse material, por um lado ele pode não separar corretamente este material (1A), e, portanto, sua disposição final será no Aterro Sanitário, sendo este um fim inadequado para um material reciclável. Quando este é o caso dizemos que há uma economia perdida pela não reciclagem deste material, devido ao desperdício das possibilidades de reaproveitamento do material, que, voltando para a indústria iria gerar economias no processo produtivo, tanto na energia quanto matéria-prima e água. Desta forma as indústrias precisaram extrair e utilizar uma maior quantidade de recursos e matéria prima (2B). Para estudar estas perdas, e quais seriam os benefícios potenciais, caso eles fossem reaproveitados, foram aplicados os métodos de MOTTA (2006), CALDERONI (1999) e DUSTON (1993), para o município de Foz do Iguaçu. Estes métodos tentam estimar de distintas formas os ganhos que são gerados mediante o reaproveitamento ou reciclagem dos distintos tipos de materiais recicláveis.

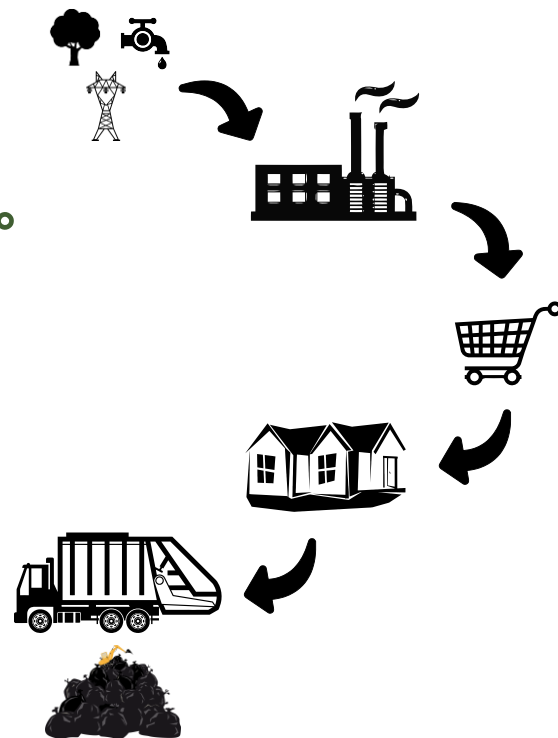
Por outro lado, os materiais podem ser corretamente separados (1B) e então coletados pela Coleta Seletiva. Uma vez que eles são coletados pela Coleta Seletiva eles entram no ciclo da reciclagem (2A), passando por diversas etapas desde a triagem, comercialização da sucata até a reciclagem. Assim, seguindo esse caminho são gerados vários impactos, ambientais, econômicos e sociais. Por exemplo, a possibilidade de não precisar de novas matérias-primas gera economias nos processos produtivos, sendo considerado assim um benefício econômico. Por outro lado a necessidade de menor quantidade energética para a produção dos materiais a partir da reciclagem, e não de matérias primas virgens gera tanto impactos econômicos, pela diminuição da necessidade energética, assim como também todos os benefícios ambientais que derivam dessa menor necessidade energética, como diminuição nas emissões de gases de efeito estufa, poluição, perda da biodiversidade, entre outros. Sendo assim para estimar todos esses impactos foram utilizadas principalmente as metodologias propostas por MOTTA (2006) e IPEA (2010).

Resumindo, é possível observar os 2 ciclos possíveis que os materiais podem seguir. Por um lado, o ciclo dos materiais recicláveis quando eles são destinados ao programa da coleta seletiva (Figura 6), e por outro lado o caminho que estes seguem quando não são separados na fonte, e então são destinados ao aterro sanitário (Figura 7). Assim apenas quando estes materiais são encaminhados para a coleta seletiva eles completam o ciclo, enquanto quando são destinados ao aterro sanitário não ocorre o reaproveitamento destes materiais, e é necessária a extração e consumo de mais recursos, como materiais primas, energia e água.

Figura 7. Ciclo da Coleta Seletiva



Figura 8. Materiais destinados ao aterro.



Fonte: Elaboração própria

5.4 METODOLOGIAS PARA O CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS GERADOS PELA RECICLAGEM

Fazendo um levantamento sobre como estudar estes impactos gerados pela coleta seletiva, a primeira metodologia encontrada foi a proposta por Calderoni em 1999. Esta metodologia foi denominada de Viabilidade Econômica da Reciclagem e torna possível estudar a viabilidade econômica da reciclagem através de um modelo proposto em um primeiro momento por DUSTON (1993), atualizado e adaptado para o Brasil por CALDERONI (1999) e aplicado por CONCEIÇÃO (2003) para a cidade de Sorocaba, no seu livro “Os Empresários do Lixo: um paradoxo da modernidade”.

5.4.1 Viabilidade Econômica da Reciclagem

Esta abordagem partiu da metodologia proposta por DUSTON (1993) no seu livro “*How to Measure the Gains from Recycling*”. Originalmente a proposta era bem mais simples, e respondia à seguinte equação:

DUSTON 1993

$$G = (V - V) - C + E$$

em que,

G = ganho com o processo de reciclagem;

V = venda/compra dos materiais recicláveis;

C = custo do processo de reciclagem; e

E = custo evitado de coleta, transporte, transbordo e disposição final.

A partir desta metodologia CALDERONI (1999) propõe a sua própria, acrescentando mais variáveis ao cálculo. Estas novas variáveis partem do pressuposto de que ao reciclar materiais há certas economias em relação à diminuição nos gastos em energia, água e matérias primas, se compararmos a reciclagem com a produção primária dos materiais.

Nesta metodologia trabalha-se com 2 conceitos, o possível ganho com a reciclagem e o prejuízo na obtenção do mesmo.

CALDERONI 1999

A equação é dada por: $G = - C + E + W + M + H + A$, onde:

G = ganho com reciclagem;

- C = custo do processo de reciclagem (custo de transporte, armazenamento, trituração, entre outros);

E = custo evitado com a coleta, transporte e disposição final do lixo;

W = ganhos decorrentes da economia no consumo de energia;

M = ganhos decorrentes da economia de matérias-primas;

H = ganhos decorrentes da economia de recursos hídricos;

A = ganhos decorrentes da economia de controle ambiental;

Esta metodologia foi aplicada por CONCEIÇÃO (2003), para a cidade de Sorocaba, no seu livro *“Os Empresários do Lixo: um paradoxo da modernidade”*, e também por RODRIGUES et al (2008) para a cidade de Maringá. CONCEIÇÃO (2003) exemplifica que para a aplicação deste modelo é necessário conhecer a quantidade reciclada e a consumida de cada material, porém devido à falta destas informações para muitas cidades, é possível utilizar dados médios para o Brasil, sem comprometer o resultado das análises. Foi considerado que o foco desta metodologia era principalmente econômico, deixando de lado a parte ambiental. Por exemplo RODRIGUES et al (2008) nem CONCEIÇÃO (2003), que aplicaram esta metodologia, não consideraram o fator dos impactos ambientais, o último inclusive colocou que foi impossível de mensurar a redução dos custos com o controle ambiental, que correspondem ao item A. Além disso, o principal fator para a não utilização deste modelo foi o item C (Custo do processo de reciclagem). Este fator requer o cálculo dos impactos gerados exclusivamente no processo da reciclagem, e não incorpora nenhum valor em relação à atuação dos catadores nem do programa da Coleta Seletiva. Sendo assim, como o foco deste trabalho e o programa da Coleta Seletiva desenvolvido por uma cooperativa, e não unicamente a reciclagem em si, este modelo não foi utilizado como foco para este trabalho. Mesmo assim, os coeficientes e dados apresentados foram adaptados e utilizados para calcular as Perdas Econômicas pela Não Reciclagem em Foz do Iguaçu, no Apêndice 1.

5.4.2 Benefício Líquido Social do Reaproveitamento

Esta foi a metodologia escolhida para ser aplicada em este trabalho, desenvolvida por MOTTA (2006), no seu livro Economia Ambiental. De acordo com Motta, Para as indústrias, o reaproveitamento de materiais reciclados gera benefícios diretos que vem da redução da extração e processamento de materiais primários, e todos os custos relacionados. Sabemos que isto é assim devido a que sucatas dos diferentes materiais apresentam preços de mercado positivos (MOTTA, 2006), este preço de mercado por si mesmo reflete quanto os recicladores estão dispostos a pagar por cada tipo de material, ou seja, temos uma aproximação dos benefícios que o reaproveitamento traz. Ainda assim esta aproximação, de acordo com MOTTA (2006) não reflete o verdadeiro ganho com o reaproveitamento, já que não inclui os benefícios sociais derivados de gastos públicos e danos ambientais que afetam a toda a sociedade sem possuir um valor definido. Sendo assim, ele propôs uma forma de obter uma estimativa total dos benefícios gerados pelo reaproveitamento, chamada de Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLRS):

MOTTA, 2006

$BLSR = GCD + CA + GMI - GAR$, definido como:

BLRS= Estimativa dos benefícios totais em reais, gerados por cada tonelada de materiais reaproveitados;

GCD = Gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano;

CA = Danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano;

GMI = Reduções de custos associados em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento;

GAR = Gastos associados ao reaproveitamento.

Neste trabalho considerou-se o processo de reaproveitamento levado a cabo mediante o programa Municipal de Coleta Seletiva de Foz do Iguaçu, pela COAAFI-Cooperativa dos Agentes Ambientais de Foz do Iguaçu. Desta forma, sempre que foi

possível foram levantados dados do município de Foz do Iguaçu e da própria COAAFI para que o cálculo refletisse a realidade local.

Em seguida, foi feita uma revisão sobre a metodologia utilizada para calcular cada um dos valores do BLSR, sendo que distintos autores que aplicaram esta metodologia realizaram algumas variações, assim como também, após a publicação do livro, tem surgido alguns avanços principalmente em relação à estimação das variáveis ambientais, que é representada em este cálculo como o item CA (Danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano) que o próprio autor teve dificuldades para calcular.

5.4.2.1 Métodos para o Cálculo dos Gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano (GCD)

De acordo com MOTTA (2006), o GCD é calculado pelo custo médio de coleta e disposição final de resíduos multiplicado pela porcentagem de cobertura (Tabela 1). O autor utilizou a média brasileira para cidades acima de 1 milhão de habitantes (R\$25-1997), a proporção urbana de serviço de coleta (69,2%-1995) e o custo da disposição final foi feito em relação à porcentagem de lixo indo para cada tipo de disposição final (Custo transbordo-aterro sanitário 24,1%; aterro controlado 22,6%; lixão 50,8%; incineração 0,2%; usina de reciclagem 2,3%).

Tabela 1. Gastos efetivos com a gestão de resíduos sólidos, GCD MOTTA.

GCD	R\$/t
Coleta	17,3
Total Coleta	17,3
Aterro sanitário	2,17
Aterro controlado	0,63
Lixão	0
Incineração	0,04
Usina de reciclagem	0,38
Total da disposição final	3,22
Transbordo	3,46
Total transbordo	3,46
Total GCD	23,98

Fonte: MOTTA 2006, Economia Ambiental, Cálculo de GCD pg. 4-5/35

De acordo com VIEIRA (2003), este valor parte do custo médio da coleta pro município, multiplicado pelo porcentual da população que esta atende. A esse valor é somado o custo de transbordo (R\$ 5/t Calderoni 1999) e os custos de disposição final, ou seja, o cálculo foi realizado da mesma forma que o autor original.

Para RODRIGUEZ (2014), no caso de Florianópolis, como a coleta tradicional atinge 100% da população e a disposição final é também completamente no aterro sanitário, o cálculo do GCD foi feito da seguinte forma: Custo coleta + aterro sanitário + transbordo (Tablea 2) , que vai ser a metodologia aplicada neste trabalho devido as semelhanças com o sistema de Foz do Iguaçu.

Tabela 2. Gastos com a Gestão de Resíduos Sólidos, GCD RODRIGUEZ

GCD	R\$/t
Coleta	309.05
Aterro sanitário	85.20
Transbordo	22.59
Total GCD	416.84

Fonte: RODRIGUEZ, Reciclagem de resíduos sólidos urbanos em Florianópolis/SC, 2014: um estudo de caso, dados SNIS (2011)

.5.4.2.2 Métodos para o Cálculo dos danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano (CA)

De acordo com MOTTA (2006), devido à dificuldade para calcular os impactos ambientais de forma consistente, o CA poderia ser calculado com base em quanto ainda seria necessário gastar para a implementação de um sistema de coleta que minimizasse os danos ambientais. Tendo em conta a dificuldade em calcular os danos ambientais diretos da má disposição do lixo, a ideia do autor é de fazer o processo inverso e calcular estes impactos em relação ao custo de gerar o mínimo impacto possível. Por exemplo se consideramos que a coleta seletiva como a forma menor de impacto, então o valor do CA seria o quanto ainda se gastaria para a implementação da coleta em toda a cidade. O autor entende que o ideal seria que a coleta se estendesse ao 100% da população e que a disposição final fosse para os aterros sanitários. O cálculo realizado foi em relação aos valores médios de coleta e disposição em aterro para uma abrangência de 100%, em comparação com os gastos atuais que correspondem à 69,2% (Tabela 3).

Tabela 3. Déficit de custos de gestão de resíduos sólidos no Brasil, CA MOTTA.

CA	R\$/t
Coleta	7,70
Disposição final	9,78
Transbordo	1,54
Total CA	10,02

Fonte: MOTTA 2006, Economia Ambiental, Cálculo de CA pg. 8/35

Segundo VIEIRA (2003) os custos necessários ao tratamento integral do lixo sobre a forma de disposição em usinas recicláveis (forma mais apropriada no contexto local do autor) refletem os danos ambientais que poderiam ser evitados (Tabela 4).

Tabela 4. Déficit de custos de gestão de resíduos sólidos, CA VIEIRA.

Déficit de Custo de Gestão de Resíduos	R\$/t
Coleta	4,23 (Gasto adicional para que a coleta de lixo tradicional cubra toda a população)
Disposição final	19,52 (24R\$/t custo para disposição dos resíduos em usinas de reciclagem, como já são gastos 4,48, ainda faltaria gastar mais 19,52)
Transbordo	0,61 (Transbordo total: R\$ 5 custo total menos R\$ 4,40 do custo atual)
Total CA	24,35

Fonte: Vieira 2003

Para RODRIGUEZ (2014), como em Florianópolis a coleta regular de resíduos atinge 100% da população, e a disposição final dos resíduos também é completamente no aterro sanitário, que seria a melhor opção disponível, a autora considera que não é possível realizar o cálculo CA mediante a metodologia de MOTTA (2006).

5.4.2.3 IPEA (2010) propõe uma alternativa para o cálculo do CA

Como foi mencionado, após a elaboração desta Metodologia surgiram alguns avanços em relação ao cálculo de alguns dos valores da equação. Um destes avanços foi em relação ao cálculo do CA, que o próprio MOTTA (2006) expressou a dificuldade de calcular diretamente devido à falta de estudos sobre valorização ambiental. Este valor, que, de acordo com a teoria proposta deveria ser uma estimativa dos danos ambientais causados pela má coleta e disposição de resíduos, acabou sendo representado na sua proposta original apenas pelo custo dos investimentos necessários para uma correta disposição de resíduos, sem considerar quaisquer danos ambientais.

Em 2010 o IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, trouxe uma nova metodologia para o cálculo dos benefícios ambientais, apesar da limitação pela falta de dados específicos para a valoração ambiental de alguns impactos ambientais (IPEA, 2010). Baseado nos modelos de CALDERONI (1999) e MOTTA (1998), o IPEA propôs o cálculo dos benefícios ambientais, mediante a utilização do valor estimado dos benefícios associados à redução da emissão de gases do efeito estufa (GEEs) e o valor estimado dos benefícios associados a preservação da Biodiversidade e de recursos não madeireiros para cada material considerado. Esses poderiam ser considerados como um estimado dos danos ambientais resultantes da má coleta e disposição dos resíduos urbanos (RODRIGUEZ, 2014).

Em primeiro lugar, para o cálculo dos GEEs é utilizado o valor médio do preço de mercado do *European Union Emission Trading System* (EU ETS), para os Créditos de Carbono, o valor médio para esse ano foi de €15,4 que correspondia a R\$ 33,42. Este valor é multiplicado pela diferença entre os custos ambientais em relação as toneladas de CO₂ emitidas para a produção primária dos distintos materiais e a produção a partir da reciclagem. Assim a diferença entre esses 2 valores é considerada como o benefício líquido da reciclagem, e é multiplicado pelo custo médio dos Créditos de Carbono (Tabela 5).

Tabela 5. Benefício líquido da reciclagem em relação à reduções nas emissões de GEEs, IPEA

Materiais	Custo ambiental associados à emissão de GEEs para a produção primária (tCO _{2e} /t)	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para reciclagem (tCO _{2e} /t)	Benefício líquido da reciclagem (tCO _{2e} /t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	1,46	0,02	1,44	48,12
Alumínio	5,1	0,02	5,08	169,77
Celulose	0,28	0,01	0,27	9,02
Plástico	1,94	0,41	1,53	51,13
Vidro	0,6	0,35	0,25	8,36

Fonte IPEA(2010)

No caso do Aço e o Papel, também foram calculados os benefícios ambientais associados à redução do uso do solo para monocultura (Tabela 6).

Tabela 6. Benefício líquido da reciclagem em relação à perda de biodiversidade e produtos não madeireiros, IPEA.

Materiais	Área de monocultura de árvores necessária para a produção primária (ha. ano/t)	Custos ambientais associados à perda de biodiversidade (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à perda de produtos não madeireiros (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à instalação da monocultura de eucaliptos (R\$/ha. ano)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	0.001	35.76	353.45	389.21	0.47
Papel	0.001	35.76	353.45	389.21	5.38

Fonte: IPEA 2010, SINISGALLI (2005).

Desta forma, para o Cálculo do CA para o município de Foz de Iguaçu foram utilizados estes dados. A partir dos dados disponibilizados pelo IPEA, foram calculados estes valores para o município de Foz do Iguaçu, sendo necessárias algumas atualizações dos cálculos propostos, assim como a correção de alguns valores. Além de estes dados apresentados, também foram somados os custos ambientais relacionados a redução no consumo de energia que são apresentados na Tabela 7, já que RODRIGUEZ (2014) considerou estes como benefícios econômicos, porém devido a que

estes custos foram calculados pelo IPEA (2010) em relação a técnicas de valoração ambiental em este trabalho serão considerados como benefícios ambientais e incluídos no cálculo do item CA.

5.4.2.4 Métodos para o Cálculo das reduções de custos associados em insumos proporcionados pelo reaproveitamento (GMI).

De acordo com MOTTA (2006) há duas hipóteses para o Cálculo do GMI. Na primeira o próprio preço da sucata refletiria os ganhos líquidos de reduções de custos de produção derivado do reaproveitamento, sendo assim obtendo uma média dos valores das sucatas dos distintos materiais, seria possível ter uma estimação do GMI-GAR, pressupondo perfeitas condições de mercado. Tanto VIEIRA (2003) como RODRIGUEZ (2014) e CHAVES; SOUZA (2013) aplicaram esta metodologia.

A segunda hipótese trata do verdadeiro custo. Aqui são calculados os custos evitados com energia, matéria-prima e água, principalmente quando há o reaproveitamento dos materiais estudados. O uso de materiais reciclados como matéria prima permite que se economize no consumo de insumos, energia matéria prima e água, por isto é que os materiais não reciclados representam uma perda econômica (MOTTA, 2006). Tanto CHAVES; SOUZA (2013) com RODRIGUEZ (2014) que utilizaram essa segunda hipótese também utilizaram os dados disponibilizados pelo relatório do IPEA (2010), onde foram calculados os benefícios da reciclagem associados a insumos, energia e água (Tabela 7).

Tabela 7. Redução de custos associados a consumo de insumos, energia e água, GMI RODRIGUEZ.

Materiais	Benefícios associados à redução do consumo de insumos (R\$/t)	Benefícios associados à redução do consumo de energia (R\$/t)	Benefícios associados à redução do consumo de água (R\$/t)	GMI(R\$/t)
Aço	127	26.37	0.11	153.48
Alumínio	2715	168.86	0.25	2884.11
Celulose	330	9.72	0.32	340.04
Plástico	1164	5.16	0.02	1169.18
Vidro	120	3.18	0.01	123.19

Fonte: RODRIGUEZ (2014), dados do IPEA (2010)

5.4.2.5 Métodos para o Cálculo dos gastos associados ao reaproveitamento (GAR).

Nessa segunda hipótese, o GAR é calculado como o custo da Coleta Seletiva. RODRIGUEZ (2014) optou pelo custo com a coleta seletiva em Florianópolis no ano de 2012, informado pela pesquisa Ciclosoft do CEMPRE (2012). Já CHAVES; SOUZA (2013), escolheram por utilizar o valor médio da coleta seletiva pro Brasil R\$260 (IPEA, 2010) a qual considerou uma medida conservadora assumindo que fosse maior que o custo da coleta regular, e também optou por utilizar esse valor ao invés da média para o estado do RS, onde o estudo foi realizado.

Para este trabalho foram realizadas as duas hipóteses, sendo a hipótese 1 a média dos preços de venda dos distintos materiais para os municípios do Paraná que disponibilizaram os dados para o CEMPRE entre 2017 e 2019, e para a segunda hipótese foi estimado o custo por tonelada que têm a Coleta Seletiva no Município de Foz do Iguaçu. Para este calculo foram considerados os custos da coleta em relação a: o combustível necessário; salários do motorista, 2 coletores e de um educador assignado a cada centro de triagem; custo do caminhão, em relação ao tempo médio que leva coletar 1 tonelada de materiais e levar ela ate o seu destino final.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 CARACTERIZAÇÃO

6.1.1 Funcionamento Atual da Coleta Seletiva

-Termo de Colaboração Nº 107/2018

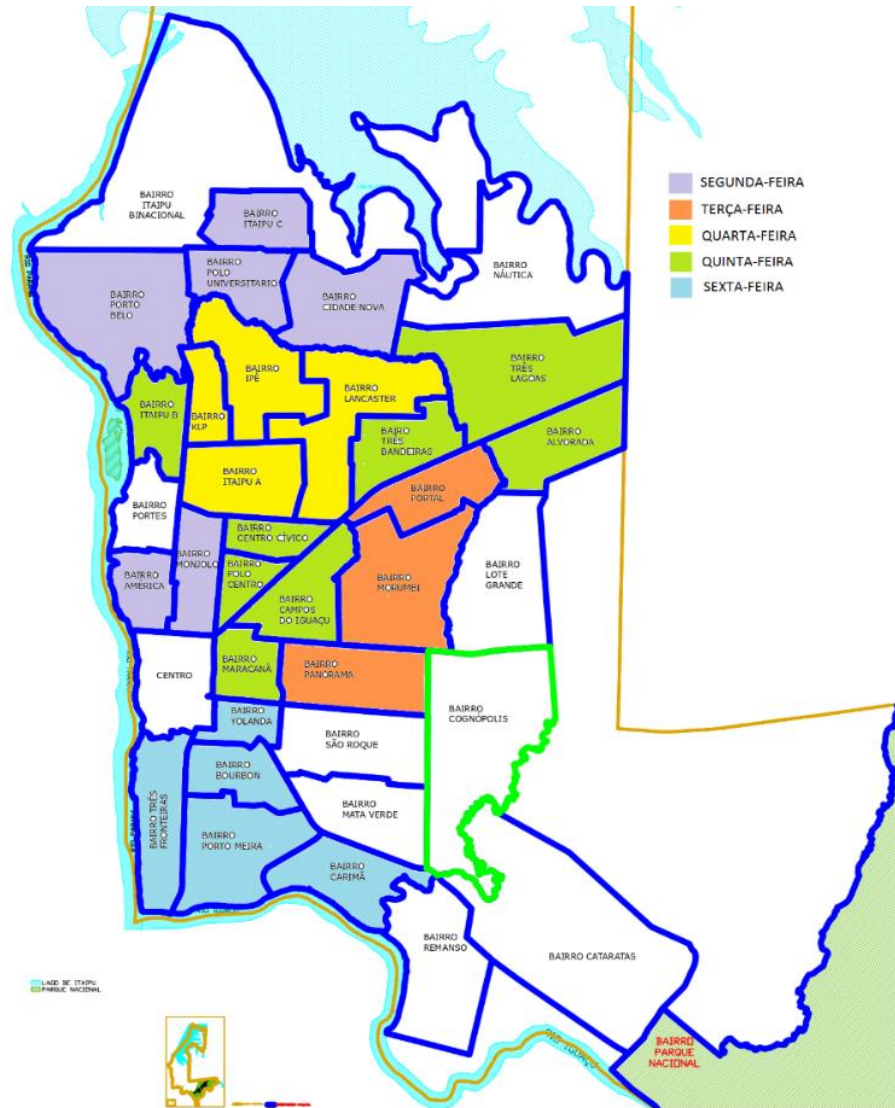
O programa de Coleta Seletiva teve seu início formal no mês de abril de 2018, mediante a celebração do Termo de Colaboração Nº107/2018 entre a Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e a Cooperativa dos Agentes Ambientais de Foz do Iguaçu- COAAFI. Nesse Termo, se estabelecem as atividades a serem executadas pela COAAFI, voltadas à “Gestão Integrada de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Recicláveis ou Reaproveitáveis” no município de Foz do Iguaçu. Em relação ao orçamento, o termo destina para o propósito do desenvolvimento do programa de Coleta Seletiva o valor de R\$ 1.320.000,00 para a execução das atividades no biênio 2018-2019, dividido em três parcelas.

Até o dia 31 de outubro de 2019, o Programa da Coleta Seletiva culminou a sétima etapa do programa, das oito estabelecidas. A população atual coberta pelo programa é estimada em 228.130 mil habitantes, correspondendo quase a 88% da população. O regime da coleta seletiva é de uma vez por semana em todos os bairros urbanos e uma vez cada 15 dias em áreas rurais. Para alguns espaços da cidade onde o caminhão não consegue circular, tem se instalado alguns PVE, que são os mesmos utilizados anteriormente, que foram recondicionados.

De acordo com as informações recebidas da SMMA, os bairros atendidos atualmente são (Até 31 outubro 2019) (Figura 9):

- Segunda feira: Itaipu C, Polo Universitário, Cidade Nova, Porto Belo, Monjolo e Jardim América.
- Terça feira: Morumbi, Portal, Panorama e São Roque.
- Quarta Feira: Itaipu A, Ipê, K.L.P, Três Bandeiras e Lancaster.
- Quinta Feira: Campos do Iguaçu, Centro Cívico, Polo Centro, Náutica, Maracanã, Três Bandeiras e Três Lagoas.
- Sexta Feira: Três Fronteiras, Carimã, Bourbon, Yolanda e Porto Meira

Figura 9. Regime da Coleta Seletiva



Fonte: Elaboração própria

A estrutura da Prefeitura é composta por: Oito caminhões adaptados para a coleta seletiva, oito motoristas concursados, uma equipe de coordenação formada por três educadores sociais e uma professora, todos concursados. Com relação à estrutura, são sete centros de triagem próprios (cinco em reformas) e três novos em construção. Os centros de triagem são da Prefeitura e se encontram cedidos à COAAFI para as atividades da Coleta Seletiva. Para a operação do programa a PMFI fez parcerias com a Itaipu e Gov. do Estado do Paraná, para a aquisição de equipamentos mobiliários e de trabalho para oito Centros de triagem que se tornarão Unidades de Valorização de Resíduos, após concluídas as obras. Uniformes e EPIs foram distribuídos aos catadores

assim como materiais informativos e educativos, como sacolas de r fia e imãs de geladeira com informações sobre a coleta que foram utilizados com o intuito de orientar a população.

Figura 10. Programa Municipal de Coleta Seletiva em Foz do Iguaçu



Fonte: Acervo PMFI, 2019.

6.1.2 Unidades de Triagem (Barracões)

Foram realizadas visitas técnicas em todos os Barracões para assim comparar com as infraestruturas presentes em 2017 registradas pela PMFI através de registros fotográficos, e ver se após esses quase 2 anos do programa, teve alguma mudança nas infraestruturas disponíveis para a execução do programa da Coleta Seletiva.

Até 2017 existiam 7 barracões em atividade, que eram operados pela COAAFI, sendo estes prédios cedidos pela prefeitura. Nesse mesmo ano, a prefeitura realizou uma avaliação estrutural, assim como um registro fotográfico. Em seguida, a comparação entre o estado dos barracões em 2017 e o atual (Figuras 11-18):

1-Barracão PORTO MEIRA

Figura 11. Estado do barracão, Porto Meira 2017.



Fonte: PMFI, 2017.

Durante esta visita técnica, foi colocado como necessidade, a ampliação do barracão, construção de um refeitório, construção de um muro, reforma do sistema elétrico, instalação de consertina, pavimentação de pedra poliédrica e pintura.

Durante a visita a este barracão, não foi verificada nenhuma mudança, já que esta unidade ainda não entrou em reformas.

2- CAMPOS DO IGUAÇU

Figura 12. Estado do barracão Campos do Iguaçu, 2017



Fonte: PMFI, 2017.

Este barracão foi definido como sinistrado, sendo necessária a ampliação e reforma estrutural do barracão, construção do muro e inserção de consertina, assim como também reforma do sistema elétrico, pavimentação de pedra poliédrica e pintura.

Este barracão está sendo construído em outra localidade, mas as obras estão recém começando.

3- JARDIM EUROPA

Figura 13. Estado do barracão, Jardim Europa, 2017.



Fonte: PMFI, 2017.

Durante a visita técnica foi colocado como necessidade a Ampliação do barracão; Construção de Refeitório; Alteração do acesso; Reforma do Sistema Elétrico; Inserção de Consertina no muro; Pavimentação de pedra poliédrica e pintura.

Figura 14. Estado do barracão Jardim Europa, 2019



1-Nova área externa



2-Expansão da área do Barracão



3-Reforma da cobertura



4-Novo portão



5-Instalação janelas e grade



6-Construção área administrativa e banheiros

Fonte: Elaboração própria.

5-TRES LAGOAS

Figura 15. Estado do barracão Três Lagoas, 2017



Fonte: PMFI, 2017.

Durante a visita técnica foi colocado como necessidade: Trocar os vidros das janelas, fixar o isolamento, construir um refeitório, ampliar o muro, reformar o sistema elétrico e pavimentação.

Este barracão ainda não passou por reformas, como foi confirmado em campo no dia 24/08/2019, essas necessidades ainda existem.

7- VILA C

Figura 16. Estado do barracão Vila C, 2017



Fonte: PMFI, 2017.

As necessidades identificadas foram: Fixação do isolamento térmico do teto, ventilação(exaustor), revisão do portão, instalação e reforma do sistema elétrico, terraplanagem, consertina, pintura e pavimentação.

Esta unidade está baixo reformas, porém estas ainda não começaram e não foi possível entrar no local.

8-JARDIM DAS PALMEIRAS

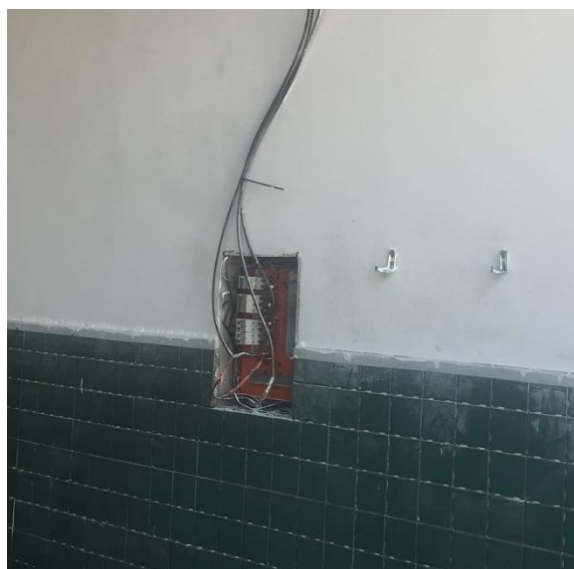
Figura 17. Estado do barracão Jardim das Palmeiras, 2017.



Fonte: PMFI, 2017.

Foi identificado como necessidade: complementar o sistema elétrico aumentando a capacidade, acesso a Copa, ampliação da área coberta externa; abertura de ventilação nos sanitários, grades nas janelas, inserção de concertina no muro, pavimentação e pintura.

Figura 18. Estado do barracão Jardim das Palmeiras, 2019



1. Aumentada a capacidade do sistema elétrico



2. Nova Copa



3. Expansão da área do barracão.



4. Novos banheiros



5. Acesso a copa e banheiros novos.



6. Novas janelas, cobertura e pintura.

Fonte: Elaboração própria

A seguir, imagens do estado atual dos equipamentos dos Centros de Triagem (Figura 19):

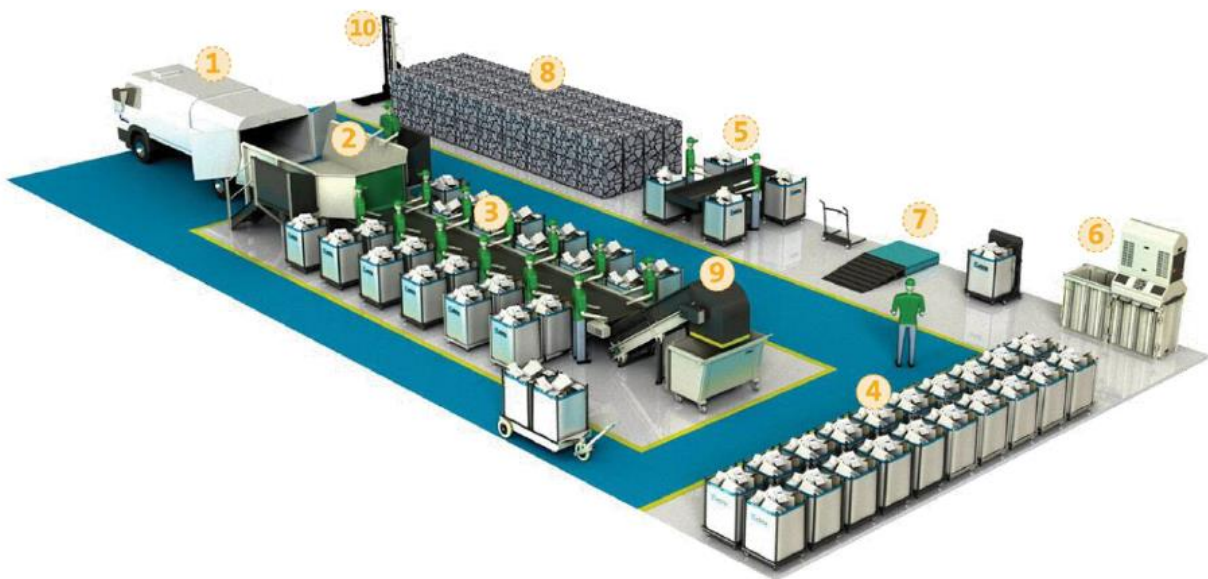
Figura 19. Equipamentos atuais dos Centros de Triagem.



Fonte: Acervo PMFI, 2019. Legenda: A- Prensa Hidráulica, B- Balança Analógica, C- Mesa de Triagem, D- Carrinho, E- Big Bags para separação de materiais.

Após a reforma, estas Unidades de Triagem serão transformadas em UVRs- Unidades de Valorização de Resíduos (Figura 20), o que aumentara significativamente a quantidade de materiais que poderão ser triados assim como a efetividade e velocidade na hora da triagem, podendo aumentar a produtividade das unidades e eventualmente integrar mais catadores ao programa. Os equipamentos para estas unidades já se encontram na PMFI, aguardando apenas o fim das obras para a instalação dos mesmos.

Figura 20. Estrutura futuras UVRs.



Fonte: PTI, 2018.

Estas UVRs contarão com uma Moega para a recepção dos materiais (2), Esteira para triagem (3) e descarte de rejeitos (9), Prensa Hidráulica Multi-Box (6), Balança digital (7) e Carros para transporte de Big Bags (4).

6.2 CONSEQUÊNCIAS DA COLETA APÓS O PRIMEIRO ANO

A Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem se tornaram fatores importantes para os programas municipais de Gestão Integrada de Resíduos. Sendo assim como já foi colocado, na elaboração do Programa Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Recicláveis foram estabelecidas algumas metas a serem cumpridas em relação a estes fatores, cada uma com objetivos específicos. A seguir foram analisados

alguns dos objetivos estabelecidos para a Coleta Seletiva, desde o começo do programa em Abril de 2018 até o momento.

6.2.1 Quantidades Coletadas e Abrangência

Em relação às Quantidades Coletadas e Abrangência do programa, foi proposto o aumento progressivo tanto da abrangência da coleta seletiva em número de habitantes quanto das quantidades coletadas.

Em relação a este objetivo e com dados proporcionados pela cooperativa COAAFI, foi possível identificar um grande aumento na quantidade de resíduos coletados principalmente no programa porta a porta de Coleta Seletiva (Figura 21), sem levar em consideração os materiais coletados de grandes geradores como empresas, condomínios e prédios públicos já que isto não faz parte desta seção do programa formulado em 2017. Este gráfico foi realizado a partir das quantidades de material coletados porta a porta pelos caminhões da cooperativa COAAFI, desde julho de 2018 até outubro de 2019, a quantidade de materiais, de acordo com os relatórios de coletas mensais analisados proporcionados pela Cooperativa, vem aumentando gradativamente devido ao aumento da quantidade de bairros atendidos pelo programa. Como é possível observar na tabela 8, os períodos onde se vê um aumento na quantidade de materiais coletados coincide com as datas de expansão na abrangência do programa.

Figura 21. Quantidades de resíduos coletados julho/2018-outubro/2019 no porta-porta.



Fonte: Elaboração própria, dados COAAFI.

Em relação à abrangência, a partir do mês de abril de 2018, a coleta tem ido aumentando progressivamente até alcançar no mês de novembro de 2019 quase 90% da população. De acordo com o relatado pelos funcionários da logística do Programa de Coleta Seletiva, espera-se cobrir 100% até o fim desse ano (2019) faltando ainda a Área Central da cidade, que, devido a ter características diferentes como um maior número de comércios, trânsito e prédios, requer um planejamento diferente.

Tabela 8. Etapas e abrangência do programa.

Região	Etapas	Data	População parcial	População total
Vila C	1-2	04/2018	32.733 habitantes	32.733 habitantes
Três Lagoas	3	11/2018	25.184 habitantes	57.917 habitantes
Morumbi-Portal	4	02/2019	42.557 habitantes	100.474 habitantes
Região da KLP/Vila "A"	5	05/2019	38.005 Habitantes	138.479 habitantes
Panorama e Campos do Iguaçu	6	08/2019	36.306 habitantes	174.785 habitantes
Porto Meira	7	11/2019	53.345 habitantes	228.130 habitantes

Fonte: Elaboração própria, dados PMFI.

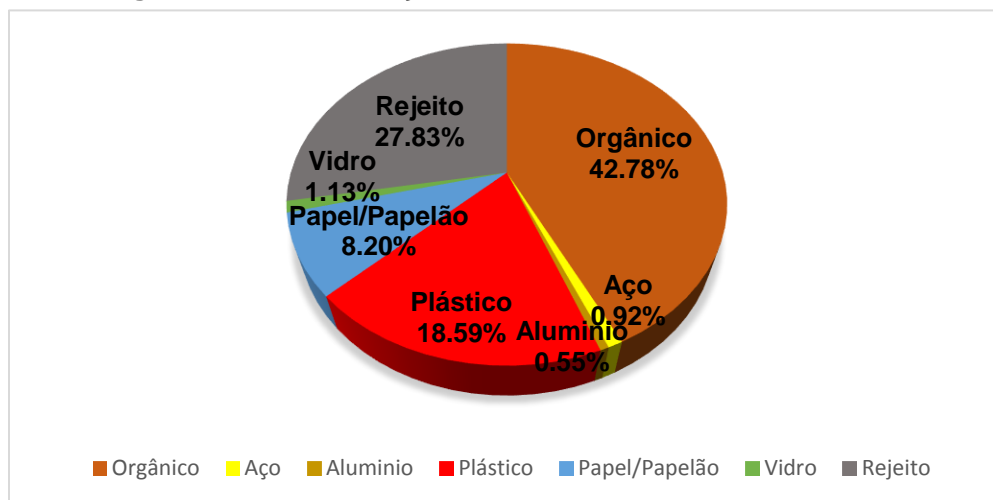
Sendo assim, atualmente 228.130 habitantes são atendidos pelo programa (Tabela 8), e considerando a população estimada de 2019, 258.532 (IBGE, 2019) corresponde a 88,24% de abrangência. Estes dados proporcionados pela PMFI, foram feitos em relação à população estimada do ano de 2019 (disponível no site do IBGE), e as populações estimadas para cada bairro atendido pelo programa, por tanto os dados apresentados são estimativas e não dados reais.

6.2.2 Composição dos Resíduos que Chegam no Aterro

Esta questão possui muita importância, já que foi a pergunta que deu origem a ideia deste trabalho. Procurando responder à pergunta se a Coleta Seletiva gerava uma mudança na composição do lixo que chega no aterro, foi estudado num primeiro momento a composição dos resíduos da cidade, estes dados foram extraídos da gravimetria realizada em abril como parte do PMSB-Plano Municipal de Saneamento Básico (PMFI-PMSB, 2019). A gravimetria foi realizada com base nas rotas da Coleta convencional de RSU e a partir dessas rotas foram identificados a quais Bairros da cidade correspondiam e se estes tinham ou não Coleta Seletiva até o mês de abril de 2019, data em que foi realizada a gravimetria.

A partir dos dados disponíveis no PMSB, é possível conhecer a composição dos resíduos para o município de Foz do Iguaçu assim como também fazer um estimativo da quantidade de cada tipo de material que é destinado anualmente ao aterro sanitário. Estes dados serão utilizados ao longo do trabalho. Assim, juntando as distintas informações disponíveis na gravimetria (PMFI-PMSB, 2019) é possível observar a composição dos resíduos que chegam no aterro (Figura 22), é juntando essas informações com os dados sobre a quantidade de materiais que foram depositados no aterro no ano de 2018 (VITAL, 2018), é possível estimar a quantidade em ton./ano para cada material (Tabela 9).

Figura 22. Caracterização dos resíduos destinados ao Aterro Sanitário em 2018.



Fonte: Elaboração própria

Tabela 9. Quantidade estimada de materiais destinados ao Aterro Sanitário (t/ano).

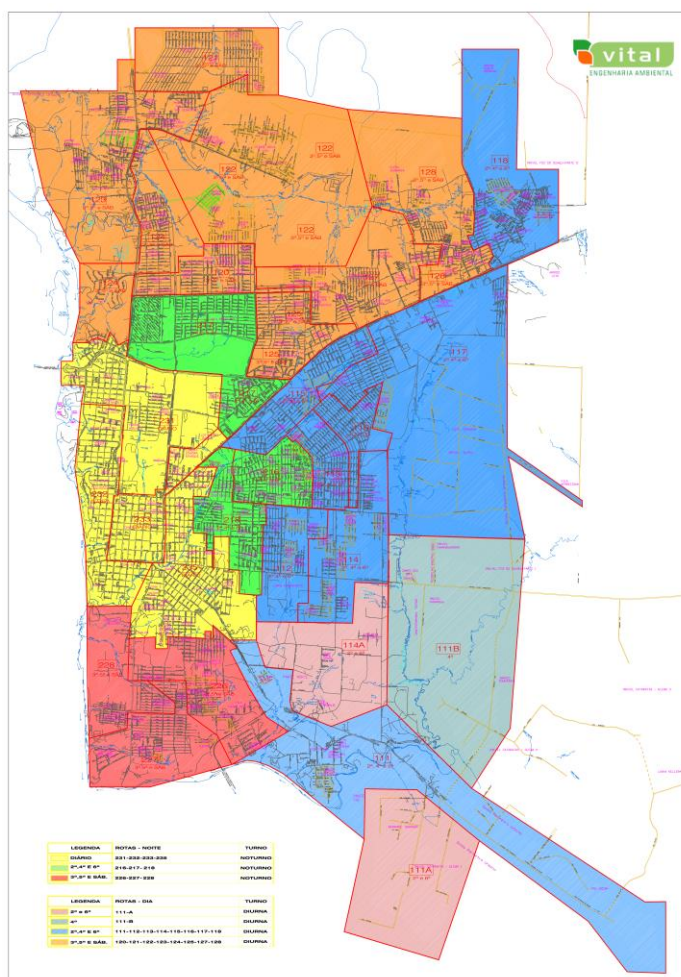
Material	Toneladas
Aço	808,38
Alumínio	488,58
Plástico	16.403,56
Papel/Papelão	7.234,78
Vidro	993,66

Fonte: Elaboração própria

As rotas de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos-RSU são divididas em 7 setores, como é possível observar no mapa (Figura 23). A Envex Engenharia e Consultoria, a serviço da PMFI realizou 14 amostragens, cada um deles correspondendo a uma das rotas de coleta de RSU, em onde foram caracterizados os resíduos destinados ao aterro sanitário para cada uma das rotas, identificando os seguintes materiais: Aço, Alumínio, Plástico, Papel/Papelão e Vidro que se agrupam como “Recicláveis”, os Rejeitos e Orgânicos. Cabe destacar que no relatório original existiam mais subtipos de materiais dentro do grupo dos Recicláveis, que neste trabalho foram agrupados.

A partir destas informações foram identificados os bairros aos quais correspondem as rotas que foram amostradas e se o Bairro era atendido pela Coleta Seletiva ou não.

Figura 23. Rotas de Coleta convencional de Resíduos Sólidos Urbanos



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico, PMFI 2019.

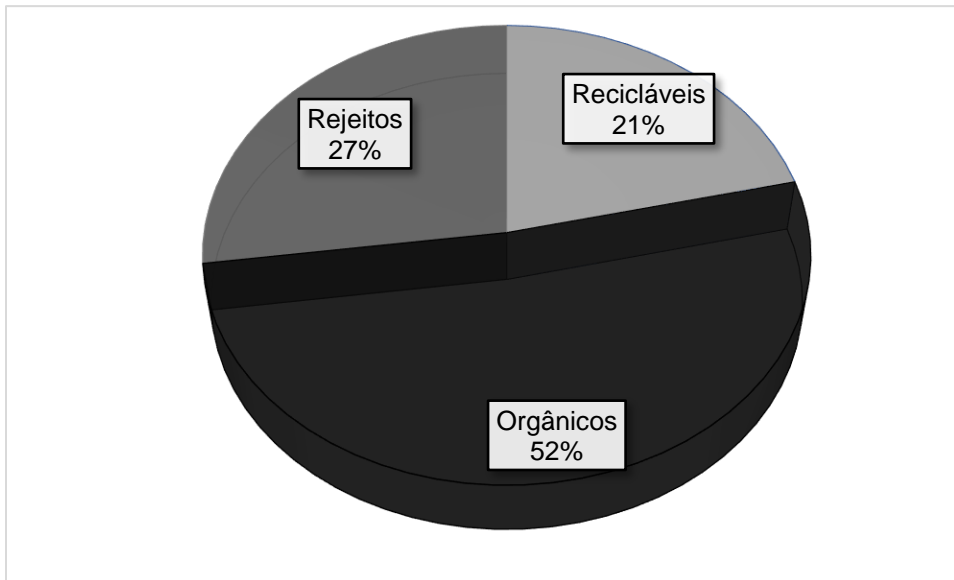
Tabela 10. Porcentagens de materiais recicláveis destinadas ao Aterro Sanitário por Bairro.

Amostragem	Bairro	Coleta Seletiva	% Recicláveis
118	TRES LAGOAS	SIM	16,26
111	CARIMÃ	NÃO	31,28
116	MORUMBI	SIM	20,12
217	CAMPOS DO IGUAÇU, AKLP	NÃO	19,95
235	YOLANDA, MARACANÃ, BOURBON	NÃO	32,04
128	TRES LAGOAS	SIM	27,65
125	LANCASTER, TRÊS BANDEIRAS	NÃO	37,76
227	PORTO MEIRA, PORTAL.	NÃO	44,10
232	AMERICA e CENTRO	NÃO	30,27
226	PORTO MEIRA, BOURBON	NÃO	20,36
111	CARIMÃ, RURAL	NÃO	33,41
233	CENTRO	NÃO	36,37
216	CAMPOS DO IGUAÇU, MORUMBI	NÃO	39,20
231	MONJOLO	NÃO	27,50

Fonte: Elaboração própria, dados PMSB (2019)

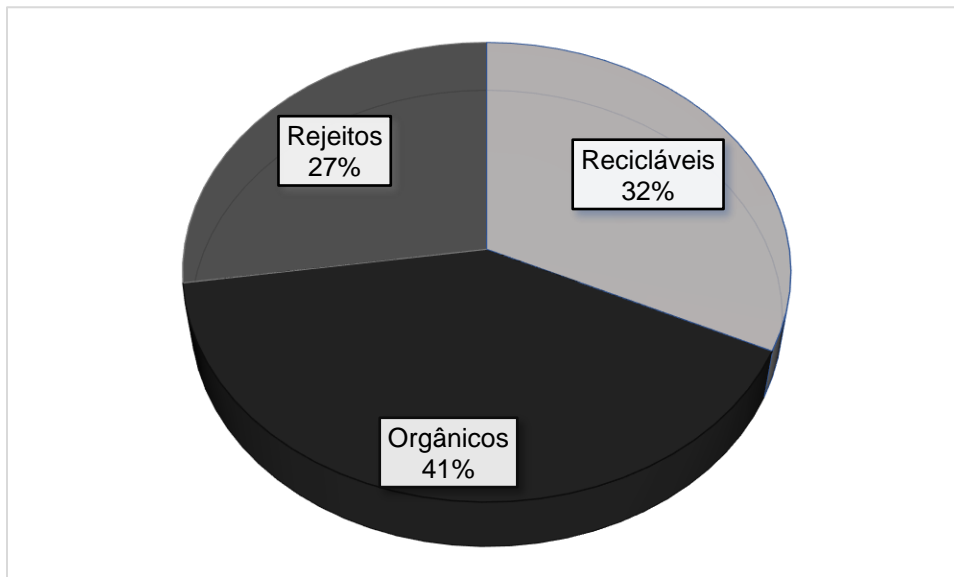
Estas informações, junto com a porcentagem dos recicláveis que foram destinadas ao Aterro Sanitário, para cada Amostragem-Bairro (Tabela 10), foram utilizadas para estudar se a composição dos resíduos destinados ao Aterro Sanitário era diferente em bairros com e sem Coleta Seletiva, sob a hipótese de que bairros com Coleta Seletiva teriam uma menor porcentagem de materiais recicláveis. Para isto foi feita uma média para cada um dos tipos principais de resíduos: Orgânicos, Rejeitos e Recicláveis das 14 amostragens disponíveis e foram criados dois grupos, um para as amostragens realizadas em bairros que possuíam coleta seletiva até o mês de abril de 2019 (data em que foi realizada a gravimetria) (Figura 24) e por outro lado as amostragens realizadas em bairros sem coleta seletiva até esse momento (Figura 25).

Figura 24. Composição de RSU para Bairros com Coleta Seletiva.



Fonte: Elaboração própria

Figura 25. Composição de RSU para Bairros sem Coleta Seletiva.



Fonte: Elaboração própria

Após realizada a classificação e média por grupo das amostragens, o resultado obtido foi que, em bairros com Coleta Seletiva a média de materiais recicláveis que chegam no aterro foi de 21,34%, enquanto que para os bairros sem coleta seletiva o valor foi de 32,06%, sendo possível observar que nos bairros com coleta seletiva a porcentagem de recicláveis é menor.

Para poder ter certeza de que esta diferença possui significância estatística foi testado sua significatividade. Para isto foi realizado um teste t não pareado. O objetivo deste teste é o de comparar se as médias de dois grupos de dados independentes são realmente diferentes ou se a diferença apresentada é apenas pelo acaso. Neste caso foi usado o Teste T não pareado devido a que os grupos de dados formados, bairros com coleta e bairros sem coleta, não apresentam uma dependência entre eles. O resultado do Teste T obteve um P de 0,0429, confirmando que a porcentagem média de recicláveis para cada um dos grupos é significativamente diferente.

Como não se tem dados sobre a quantidade de Resíduos por bairros, apenas a composição dos mesmos, é impossível dizer com certeza, porém devido a estes bairros com coleta seletiva terem 10% menos de materiais recicláveis do que a média para todos os bairros, uma possível interpretação é a de que os resíduos gerados nestes bairros tenham diminuído em 10%, ou que estejam enviando pro aterro 1/3 menos de materiais recicláveis, mas devido à falta de dados sobre a geração de resíduos nestes bairros antes do programa começar, estas interpretações são impossíveis de afirmar, sendo necessários novos estudos no futuro.

Outros dados que chamam a atenção à importância do programa de Coleta Seletiva, analisando a composição de RSU, são a alta porcentagem geral de Materiais Recicláveis que são desperdiçados indo pro aterro. Onde idealmente iriam apenas os Rejeitos, nas 14 amostragens feitas foi observado que em 9 delas a quantidade de Recicláveis não foi apenas alta se não que foi maior do que quantidade de Rejeitos, inclusive 1 destes bairros tendo Coleta Seletiva. Em um dos bairros a porcentagem de materiais recicláveis chegou a alcançar 44%, sendo maior até que os Orgânicos. Em termos gerais, nos bairros sem Coleta Seletiva, a porcentagem de recicláveis foi 5% maior que a de Rejeitos. Por outro lado, para os Bairros com Coleta Seletiva a situação mudou, sendo que em apenas uma das quatro amostragens a quantidade de recicláveis foi maior que a de Rejeitos, e nas três restantes os Recicláveis sempre foram o tipo de Resíduos presentes em menor porcentagem.

Por último, também é necessário destacar que analisando a composição geral, os Orgânicos foram o Resíduo predominante com 45%, sendo o material mais representado

em 12 das 14 amostragens feitas. Isto representa um grande problema já que muitos resíduos orgânicos são passíveis de serem aproveitados mediante técnicas de compostagem e biodigestão, portanto não sendo considerados rejeitos e idealmente não destinados em Aterros Sanitários. Assim como o programa da Coleta Seletiva tem mostrado sua eficiência para os materiais recicláveis, seria interessante a aplicação de um Programa Municipal para tratar a fração orgânica dos RSU.

6.2.3 Materiais Comercializados no Primeiro Ano

Após o primeiro ano da coleta, entre os meses de abril de 2018 e março de 2019, foram comercializados pela Coleta Seletiva 903.610,66 quilos de materiais recicláveis, que, portanto, deixaram de ir para o aterro sanitário. Destes materiais, o mais representativo foi o Papel/Papelão com 73,55 %, seguido de Plástico com 20,26%, Metais com 3,66% e Vidro com 2,41% (Tabela 11). Para fazer esta comparação foram utilizados os dados da comercialização dos materiais pela COAAFI, já que para este primeiro ano eles se encontram mais detalhados, podendo identificar os distintos tipos e subtipos de materiais comercializados.

Tabela 11. Total de materiais comercializados no primeiro ano (04/2018-03/2019).

Material	Total (Kg)	Porcentagem (%)
Papel	664.631,00	73,55%
Plástico	183.098,00	20,26%
Metal	33.105,66	3,66%
Vidro	21.800,00	2,41%

Fonte: COAAFI, elaboração própria.

Dos 73,55% correspondente a Papel/Papelão, o material mais representativo comercializado foi o Papelão com 40,06%, depois o Papel de Gráfica com 26,33%, sendo 13,21% considerado Papel de Gráfica misto com diferentes cores ou tinta e 13,12% de papel de Gráfica Branco e por último o Tetra Pack com 7,17% (Tabela 12).

Tabela 12. Papel/Papelão comercializados no primeiro ano.

	Total (Kg)	Porcentagem (%)
Papelão	361960.00	40.06%,
Gráfica Misto	119391.00	13.21%
Gráfica Branco	118518.00	13.12%
Tetra Pack	64762.00	7.17%

Fonte: COAAFI, elaboração própria.

Dos 20,26% de Plásticos comercializados, o mais presente foi o Plástico PET, com 5,70%, seguido do Cristal com 5,00 %, as Sacolas plásticas com 4,48% e o PEAD com 3,06% (Tabela 13).

Tabela 13. Plásticos comercializados no primeiro ano.

Material	Total (Kg)	Porcentagem (%)
PET	51.507,00	5,70%,
Cristal	45.183,00	5,00 %,
Sacolas	40.526,00	4,48%
PEAD	27.695,00	3,06%.

Fonte: COAAFI, elaboração própria (Foram considerados apenas valores acima de 1% do total).

Os Metais representaram apenas 3,66% do total comercializado (Tabela 14), devido a que por causa do seu grande valor no mercado de sucatas, este é o principal material coletado pelos catadores autônomos. Sendo estes catadores de materiais recicláveis os que atuam por conta própria e não fazem parte de cooperativas, motivo pelo qual há uma preferência por materiais com maior valor de venda que facilitam sua comercialização, obtendo uma maior renda/kg.

Tabela 14. Metais comercializados no primeiro ano.

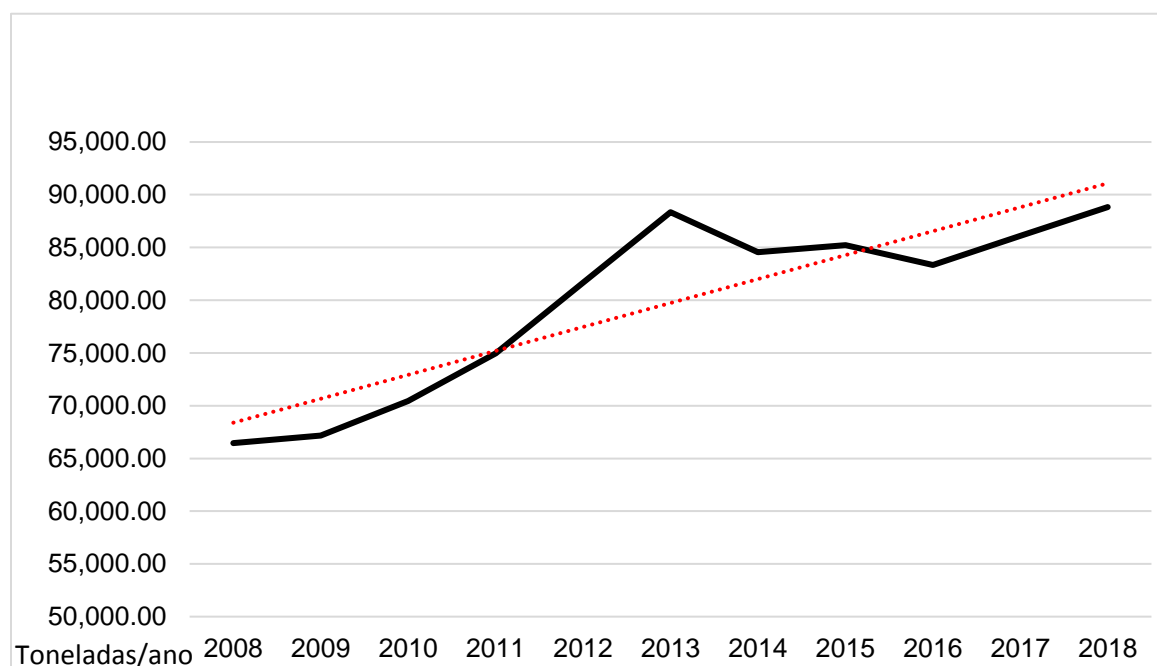
Material	Total (Kg)	Porcentagem (%)
Aço	20.721,43	2,29%
Alumínio	12.296,23	1,36%
Cobre	88,00	0,01%

Fonte: COAAFI, elaboração própria.

6.3 IMPACTOS SOBRE O ATERRO SANITÁRIO

Após o encerramento das atividades da segunda célula do aterro sanitário de Foz do Iguaçu, em 2017 começou a ser utilizada a terceira célula, terminada de construir em 2017, sendo esta maior que as duas células anteriores com uma capacidade de 71.004,82m² (SBALQUEIRO, 2014), e de acordo com a empresa prestadora de serviços VITAL, o cálculo volumétrico realizado indica que esta célula poderia operar por 10 anos a partir do começo da suas atividades (Observatório Ambiental, 2017).

Figura 26. Tendência na geração de resíduos em Foz do Iguaçu.



Fonte: Elaboração própria, dados VITAL.

De acordo com os dados sobre a geração de resíduos na cidade, nos últimos dez anos a linha de tendência indicaria que esta tenderia a aumentar nos seguintes anos (Figura 26), o que poderia afetar os cálculos sobre a duração estimada da nova célula do aterro, porém os impactos da coleta seletiva podem gerar o efeito inverso, fazendo com que a nova célula consiga de fato durar esses 10 anos, e inclusive mais.

Estes impactos foram inclusive colocados como metas do projeto, sendo a diminuição da quantidade de materiais recicláveis que eram destinados ao aterro sanitário um dos principais objetivos e justificativas do programa. Só no primeiro ano de Abril de 2018 até Março de 2019 já foram coletados e comercializados pela COAFI 903,6 toneladas de materiais recicláveis, o que representa 1% de todos os resíduos destinados ao aterro no ano de 2018. Esse pode parecer pequeno, porém, considerando o recente começo do programa assim como sua abrangência que até esse mês era de 39% da população, é um número bem importante e representa mais de 900 mil quilogramas de materiais que teriam sido destinados ao aterro sanitário e agora foram encaminhados para sua reciclagem.

A diminuição dos materiais, principalmente não biodegradáveis que vão pro aterro é muito importante, não só pelas perdas econômicas que estes representam, mas também pelos impactos que estes geram para os próprios aterros sanitários. Devido ao limite do espaço dos aterros sanitários, o peso e a densidade dos resíduos a serem depositados possuem grande importância. Sendo assim, um levantamento feito por SILVEIRA (2004) encontrou que os valores de peso específico para aterros com muito plástico podem ser tão baixos como $1,2 \text{ kN/m}^3$, enquanto que aterros bem compactados podem chegar a 17 kN/m^3 , sendo que quanto maior a compactação e, portanto, o peso específico, melhor o aproveitamento do espaço. Por outro lado, o plástico, devido a não ser biodegradável, permanece incólume, criando bolsões de gases e possibilitando o deslizamento de camadas do aterro (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

6.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DA COLETA SELETIVA

A estimação dos impactos ambientais da Coleta Seletiva foi feita de acordo com a Metodologia proposta pelo IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, no trabalho intitulado “Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos”. Estes impactos ambientais foram calculados em relação aos benefícios associados à redução do consumo de energia, benefícios associados à redução da emissão de GEEs, benefícios associados à redução do consumo de água e benefícios associados à preservação da biodiversidade e recursos não madeireiros. É importante ter em conta que os resultados desta pesquisa devem ser considerados como o valor mínimo de cada um dos benefícios ambientais, já que se optou por medidas conservadoras nos cálculos e também devido à falta de dados sobre muitos aspectos da valorização ambiental como poluição atmosférica local, poluição hídrica, impactos do transporte, entre outros (IPEA, 2010). Os autores do trabalho também destacam que devido à limitação da disponibilidade de dados específicos para cada material, comparações entre os mesmos devem ser evitados, considerando apenas o valor total.

Para estimar os custos ambientais em termos de energia foram comparados os custos ambientais associados à geração de energia na produção a partir de matérias primas virgens e os custos da reciclagem. Esta diferença foi denominada Benefício Líquido da Reciclagem em termos de Economia de Energia (IPEA, 2010). Devido à falta de uma ampla base conceitual sobre a valorização ambiental, o IPEA optou por se basear em apenas algumas formas de geração de energia e seus impactos. Estas formas de geração de energia foram: a hidrelétrica, com seus dados baseados em SINISGALLI (2005), e as termoelétricas com seu cálculo baseado em REIS (2001). Entre os aspectos analisados neste método para estudar os impactos ambientais da geração de energia encontram-se: perda de recursos madeireiros; perda de recursos não madeireiros; danos ao ciclo hidrológico e perda de biodiversidade, entre outros. A seguir, exemplos sobre alguns dos danos ambientais gerados pela geração de energia (Tabela 15).

Tabela 15. Exemplos de danos ambientais nos processos de geração de energia.

Tipo de dano	Abrangência
Hidrelétricas	
Perda de produtos madeireiros e não madeireiros	Área inundada
Aumento da erosão do solo	Entorno do reservatório
Redução da disponibilidade de recursos minerais	Área inundada e entorno
Perda de Biodiversidade	Área inundada
Aumento da emissão de carbono	Área inundada
Perda de terras agricultáveis	Setor agrícola
Alteração dos fluxos das águas	Peixes e fauna aquática
Perda de áreas turísticas(cachoeiras), de pesca, caminhada	Público em geral
Perda de habitat e relocação	População local
Perda de recursos minerais e arqueológicos	Área inundada
Termoelétricas	
Acidentes e morte	Trabalhadores
Emissões de gases de Efeito Estufa	Público em geral
Perda de terras agricultáveis	Setor agrícola
Perda de Florestas	Biodiversidade
Produção de produtos químicos	Solo-Vida marinha

Fonte: Elaboração própria, dados IPEA (2010), REIS (2001), SINISGALLI (2001).

Na tabela acima podemos ver como seria impossível estimar todos os danos ambientais que ocorrem com a geração de energia, e por isto é importante lembrar que os cálculos apresentados pelo IPEA são uma estimativa mínima destes danos, e estas informações devem ser utilizadas com os devidos cuidados. Desta forma então, o IPEA estimou as economias ambientais associadas à economia de geração de energia pela reciclagem (Tabela 16) por tonelada para os materiais recicláveis mais comuns: Aço, Alumínio, Celulose, Plástico e Vidro. Devido aos dados serem do ano 2010, ou ainda

mais antigos, foi aplicada a metodologia de CASTRO et al (2017), para corrigi-los. Este processo será explicado posteriormente no Cálculo do BLSR.

Tabela 16. Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia.

Materiais	Custos ambientais associados à geração de energia para produção primária (R\$/t)	Custos ambientais associados à geração de energia para reciclagem (R\$/t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	60,24	13,77	46,48
Alumínio	311,58	13,96	297,62
Celulose	21,12	3,98	17,13
Plástico	11,56	2,47	9,09
Vidro	42,28	36,68	5,60

Fonte: Atualização dados IPEA (2010) mediante CASTRO et al (2017).

Em relação a diminuição das emissões de GEEs foram calculados utilizando os coeficientes do IPEA (2010) e o valor atual para os créditos de Carbono (Tabela 17). Os coeficientes foram calculados baseado nas emissões medias de CO₂ por MWh consumido. Este valor foi estimado pelo IPEA em 0,034t CO₂ por MWh e multiplicado pelas taxas de economia de energia proporcionadas pela reciclagem para cada um dos materiais. Então, utilizando esses coeficientes, partindo do pressuposto de que os processos produtivos são os mesmos, é possível utilizar estes dados disponibilizados pelo IPEA. O custo dos Créditos de Carbono assim como a cotação do Euro tem mudado significativamente, por isto foi calculada uma nova média para estes dados. Como foi trabalhado com dados da Coleta Seletiva de 2018, foi calculada a média para os Créditos de Carbono pra esse ano, que foi de 23.28¹ €/tCO₂ equivalente a R\$ 100,87².

Tabela 17. Estimativa dos Benefícios ambientais associados a redução da emissão de GEEs.

Materiais	GEEs para produção primária (t CO ₂ /t)	GEEs para reciclagem (t CO ₂ /t)	Benefício líquido da reciclagem (t CO ₂ /t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	1,46	0,02	1,44	145,25
Alumínio	5,10	0,02	5,08	512,42
Papel	0,28	0,01	0,27	27,23
Plástico	1,94	0,41	1,53	154,33
Vidro	0,60	0,35	0,25	25,12

Fonte: Elaboração própria, baseado no modelo do IPEA 2010.

No caso da água, ao tentar associar as diferenças no consumo da água entre os processos com matéria prima e reciclagem, para impactos ambientais, os valores se mostraram insignificantes, e por isto não foram considerados no cálculo (IPEA, 2010). Isto indica a importância da elaboração de novas técnicas para poder estimar estes impactos, que neste caso terão que ser ignorados, mesmo com a certeza de que estes existem. Já para os benefícios associados à preservação da biodiversidade estes valores calculados pelo IPEA foram calculados apenas para o Papel/Papelão e Aço (Tabela 18), devido a necessidade dessas indústrias da utilização de áreas extensas de florestas como matéria prima, a diferença da produção de plástico e vidro, que se dá de forma mais concentrada (IPEA, 2010). Estes dados foram também atualizados mediante CASTRO et al (2017).

Tabela 18. Estimativa dos Benefícios ambientais associados à redução perda da Biodiversidade e produtos não madeireiros.

Materiais	Área de monocultura de árvores necessária para a produção primária (ha. ano/t)	Custos ambientais associados à perda de biodiversidade (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à perda de produtos não madeireiros (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à instalação da monocultura de eucalyptos (R\$/ha. ano)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	0,001	58,78	580,96	639,74	0,64
Papel	0,001	58,78	580,96	639,74	8,96

Fonte: IPEA 2010, SINISGALLI (2005).

Depois de ter atualizado estes dados e somado os benefícios gerados por cada material (Tabela 19) é possível realizar o cálculo dos benefícios ambientais gerados pelo Programa de Coleta Seletiva da cidade de Foz do Iguaçu, após seu primeiro ano de funcionamento. Para isto, foram multiplicados os benefícios líquidos para cada material pelas toneladas coletadas entre os meses de Abril-2018 e Março-2019 (Tabela 20).

Tabela 19. Estimativa total dos Benefícios Ambientais devido às reduções do processo da reciclagem.

Materiais	Consumo de energia (R\$/t).	Emissão de GEEs (R\$/t).	Perda da Biodiversidade (R\$/t).	Total (R\$/t)
Aço	46,48	145,25	0,64	192,37
Alumínio	297,62	512,42	-	810,04
Papel	17,13	27,23	8,96	53,32
Plástico	9,09	154,33	-	163,42
Vidro	5,60	25,12	-	30,72

Tabela 20. Benefícios ambientais gerados pelo Programa de Coleta Seletiva em Foz de Iguaçu Paraná.

Materiais	Benefícios ambientais (R\$/t)	Toneladas comercializadas(ano)	Benefícios totais (R\$/ano)
Aço	192,37	20,77	3.995,52
Alumínio	810,04	12,34	9.995,89
Papel	53,32	664,63	35.438,07
Plástico	163,42	183,10	29.922,20
Vidro	30,72	21,80	669,70
Total	-	-	R\$ 80.021,39

Fonte: Elaboração própria.

Estes benefícios ambientais, são raramente levados em consideração ao realizar avaliações socioeconômicas. Um dos motivos pelos quais isto acontece pode ser a falta de valores de mercado para estes tipos de benefícios ambientais, nesse contexto, a valoração monetária destes bens ambientais surge como recurso para a preservação do

meio ambiente (PEREIRA, 2014), dando um valor a estes benefícios para que possam ser levados em consideração na hora de tomar as decisões.

Este cálculo da valoração ambiental dos benefícios gerados pela Coleta Seletiva, proposto pelo IPEA (2010) é dividido em duas etapas. Em primeiro lugar, foram calculados os benefícios ambientais associados à diminuição do consumo energético no processo de reciclagem (Tabela 21), e para isto os principais métodos de valoração ambiental foram:

Tabela 21. Metodologias de valoração ambiental.

Tipo de Dano	Abrangência	Método
Benefícios privados locais		
Perda de produtos extrativos madeireiros e não-madeireiros	Área inundada	Produtividade Marginal
Benefícios públicos locais		
Aumento da erosão do solo	Entorno do reservatório	Produtividade marginal
Redução da disponibilidade de recursos minerais	Área inundada e entorno	Receita líquida
Benefícios Globais		
Perda do potencial de desenvolvimento de novas drogas (plantas medicinais)	Área inundada	Participação nas vendas líquidas de produtos farmacêuticos (royalties)
Perda da Biodiversidade	Área inundada	Valoração Contingente
Aumento da emissão de carbono	Área inundada	Custo de oportunidade

Fonte: SINISGALLI (2005).

Estes métodos de valoração ambiental correspondem por um lado a métodos indiretos, que se baseiam na suposição de que o recurso em questão afeta a produção de um determinado bem ou serviço (SINISGALLI, 2005), como o Método da Produtividade Marginal. Neste método o custo de um recurso natural pode ser medido com base na sua contribuição na produção de um serviço, analisando como mudanças na disponibilidade do mesmo influenciam a produção (SINISGALLI, 2005). Por outro lado, métodos diretos, que se baseiam em estimações de benefícios sociais gerados por

estes recursos naturais, como o Método da Valoração Contingente, que se baseia em questionários de quanto as pessoas estão dispostas a pagar (ou receber em forma de compensação) por um certo bem ambiental (SINISGALLI, 2005).

Para a geração de gases de efeito estufa, foi aplicado o método do Custo de Oportunidade, onde se calcula o custo de benefícios que poderiam ser obtidos se praticado um processo alternativo (BUCHANAN, 1987). Neste caso a alternativa seria a reciclagem dos materiais ao invés da produção primária com matérias primas virgens. Por isto, foi utilizada a diferença nas GEEs, entre ambos processos que foi transformada em CO₂/tonelada e aproveitando que já há uma metodologia bem reconhecida de estabelecer o custo das emissões, que são os Créditos de Carbono, estas diferenças na GEEs, foram transformadas em valores monetários.

A consideração dos benefícios/impactos ambientais na avaliação de qualquer atividade, como neste caso o Programa Municipal de Coleta Seletiva, é muito importante, em primeiro lugar devido a que a redução dos impactos ambientais da geração dos resíduos é colocado dentre os principais objetivos destes programas (CALDERONI, 1999; MOTTA, 2005; BESEN et al, 2014; CONCEIÇÃO, 2003). E assim, agregando valor monetário a estes benefícios mediante as técnicas de valoração ambiental, e possível utilizar estes dados para os cálculos dos impactos que a Coleta Seletiva gera (RIBEIRO, 2009), assim como também em resposta direta destes objetivos.

Por outro lado, destaca-se a importância da geração destes dados como uma forma de visibilizar estes impactos para a população, sendo que muitos estudos que procuraram entender o motivo da participação dos cidadãos em programas de Coleta Seletiva encontraram a preocupação com o meio ambiente como a principal motivação dos cidadãos (SANTANA, 2013; BRINGHENTI E GÜNTHER, 2011). Num estudo realizado por SANTANA (2013), a preocupação com o meio ambiente foi mencionada em primeiro lugar nos três municípios estudados, Ouro Preto (67,5%), Mariana (78,4%) e Itabirito (80,7%). Em outro caso, para o município de Vitória (ES), dentre os moradores que demonstraram interesse na participação do programa, o principal fator de motivação foi também o meio ambiente.

6.5 BLSR PARA O MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU

CÁLCULO BLSR (MOTTA, 2006)

GCD = Gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano;

CA = Danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano;

GMI = Reduções de custos associados em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento;

GAR = Gastos associados ao reaproveitamento.

$BLSR = GCD + CA + GMI - GAR$

6.5.1 Cálculo dos Gastos atuais e Efetivos de Coleta, Transporte e Disposição Final de Lixo Urbano (GCD), para Foz do Iguaçu.

De acordo com o relatório do SNIS 2017, os dados oficiais para a cidade de Foz do Iguaçu mostram que do total da população urbana, 100% tem cobertura da coleta regular de resíduos, e o custo para o município da coleta mais o transporte de resíduos é de 356,62 R\$/t (custo R\$/ano 30.700.892,60¹ dividido pelo total de toneladas coletado no ano de 2018 86.089,3 t²), em base aos últimos dados oficiais disponíveis. Além disso, de acordo com o relatório também são gastos mais 45,49R\$/t com a disposição final no aterro sanitário. Assim o custo de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano pode ser estimado em R\$ 411,11 (Tabela 22).

Tabela 22. Gasto com coleta regular de resíduos na cidade de Foz do Iguaçu, GCD Foz do Iguaçu.

GCD	R\$/t
Total coleta + transporte	356,62
Aterro sanitário	45,49
Total GCD	411,11

Fonte: Elaboração própria, dados SNIS 2017

¹ SNIS 2018

² VITAL 2018

6.5.2 Cálculo dos Danos Ambientais Resultantes da Má Coleta e Disposição do Lixo Urbano (CA), para Foz do Iguaçu.

Para as análises do CA foram utilizados os dados correspondentes às quantidades de materiais vendidas pela COAAFI, cooperativa responsável pela Coleta Seletiva na cidade, para o ano de 2018, devido a não ter dados gravimétricos sobre a composição dos materiais recebidos e triados pela coleta seletiva. Como foi observado na análise bibliográfica, existem duas possibilidades para o cálculo do CA. Em primeiro lugar poderia ser calculado quanto a prefeitura precisaria ainda investir para ter um sistema ideal de coleta de resíduos. No caso de Foz do Iguaçu a coleta de resíduos sólidos domiciliares já atinge 100% da população, e os resíduos são depositados no aterro sanitário. Alguns autores se referem a essa situação como a mais ambientalmente correta em termos de impactos ambientais, porém, com as grandes quantidades de materiais recicláveis sendo depositadas no aterro, foi considerado que o sistema de coleta de resíduos deveria pelo menos ser acompanhado de Coleta Seletiva. A mesma cobria até o mês de Abril de 2019 (Após o primeiro ano de funcionamento), apenas 3 das 12 regiões da cidade, sendo em total 100.474 habitantes, o que corresponde à 38,86 % da população.

CA 1: De acordo com o CEMPRE (Ciclossoft, 2018) o custo médio da coleta seletiva nas cidades pesquisadas foi de US\$ 117,93 (ou R\$ 442,24)¹ por tonelada no ano de 2018. Como em Foz do Iguaçu o custo estimado da coleta foi de R\$ 335 (Cálculo próprio disponível em seção 6.4.4), porém a cobertura corresponde a 38,86 % da população (Até 04/2019), sendo assim podemos estimar que de acordo com o modelo de MOTTA (2006) na cidade de Foz do Iguaçu seria necessário ainda investir 107,24 R\$/t para estabelecer um sistema eficiente de coleta seletiva cobrindo 100% da cidade. Devido à importância para este trabalho dos reais impactos ambientais, estes não foram estimados de acordo com este modelo, e sim mediante o modelo do IPEA (2010) de valorização ambiental, cujo cálculo é apresentado a continuação como CA 2.

CA 2: Seguindo o modelo do IPEA (2010) poderíamos diretamente calcular uma estimativa dos impactos ambientais decorrentes da má disposição dos resíduos, como feito por CHAVES; SOUZA (2013) e RODRIGUEZ (2014).

No relatório do IPEA (2010), os principais impactos no processo de produção de cada uma das matérias primas foram convertidos em emissões de CO₂, obtendo assim os valores dos custos associados à emissão de GEEs e relacionados aos custos associados à reciclagem destes materiais. O resultado foi denominado como o Benefício Líquido da Reciclagem e os valores foram transformados em R\$/t (Tabela 23). Devido à cotação tanto dos créditos de carbono na época como a relação entre o Euro-Real ter mudado muito nos últimos anos, estes valores foram atualizados para 2019. Para os cálculos foi utilizada a média dos valores dos Créditos de Carbono, de acordo com o mercado europeu EU ETS (*Emission Trading System*), para o último ano, sendo estes valores gerados pelo ICE (*Intercontinental Exchange*) e acessos no site Quandl. A média calculada foi de 23.28¹ €/tCO₂ equivalente a R\$ 100,87².

Tabela 23. Custos ambientais associados a redução da emissão de GEEs, atualizado.

Materiais	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para produção primária (t CO ₂ e/t)	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para reciclagem (t CO ₂ e/t)	Benefício líquido da reciclagem (t CO ₂ e/t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	1,46	0,02	1,44	145,25
Alumínio	5,10	0,02	5,08	512,42
Papel	0,28	0,01	0,27	27,23
Plástico	1,94	0,41	1,53	154,33
Vidro	0,60	0,35	0,25	25,12

Fonte: Elaboração própria, baseado no modelo do IPEA 2010.

Finalmente, a este valor deve também ser somado os benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para monocultura de árvores, que acontecem tanto na indústria do papel como também na do aço (Tabela 24). Já que estes valores são de 2010, foram utilizados os coeficientes do IPEA (2010) mas atualizando os dados referentes aos custos em reais segundo o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC, 2018), seguindo a metodologia de CASTRO et al (2017).

Tabela 24. Benefícios ambientais associados à redução perda da Biodiversidade e produtos não madeireiros, atualizado.

Materiais	Área de monocultura de árvores necessárias para a produção primária (ha. ano/t)	Custos ambientais associados à perda de biodiversidade (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à perda de produtos não madeireiros (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à instalação da monocultura de eucaliptos (R\$/ha. ano)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	0,001	58,78	580,96	639,74	0,64
Papel	0,001	58,78	580,96	639,74	8,96

Fonte: Elaboração própria, dados IPEA 2010, SINISGALLI (2005).

Sendo assim, para realizar o cálculo da segunda hipótese do CA foram estimados os danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano mediante o cálculo dos custos ambientais associados à emissão de GEE, à perda de biodiversidade e de produtos não madeireiros, e também aos impactos ambientais associados à redução no consumo de energia, seguindo a metodologia do IPEA (2010).

Para os valores referentes aos custos ambientais derivados da diminuição do consumo energético de cada processo foi utilizada a mesma metodologia. Para este cálculo cabe ressaltar que o cálculo do IPEA foi feito por meio de métodos de valoração ambiental, a fim de estimar os danos causados ao meio ambiente pelo consumo de energia na produção dos materiais (Tabela 25). Sendo assim, eles calcularam os benefícios econômicos, porém baseados na proteção do meio ambiente e não nos ganhos econômicos diretos, e por isto, esses valores foram considerados dentro do CA, e não do GMI como em RODRIGUEZ (2014). E por último estes 2 valores calculados foram somados, obtendo o valor do CA para cada material (Tabela 26).

Tabela 25. Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia, atualizado.

Materiais	Custos ambientais associados à geração de energia para produção primária (R\$/t)	Custos ambientais associados à geração de energia para reciclagem (R\$/t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	60,24	13,77	46,48
Alumínio	311,58	13,96	297,62
Celulose	21,12	3,98	17,13
Plástico	11,56	2,47	9,09
Vidro	42,28	36,68	5,60

Fonte: Modelo IPEA (2010) Elaboração própria.

Tabela 26. Cálculo CA Hipótese 2 para Foz do Iguaçu.

Benefícios Líquidos Ambientais				
Materiais	Da redução de emissão de GEEs (R\$/t)	Da perda de biodiversidade e produtos não madeireiros (R\$/t)	Da redução do consumo de energia (R\$/t)	Somatória dos Benefícios líquidos da reciclagem-CA (R\$/t)
Aço	145,25	0,64	46,48	192,37
Alumínio	512,42	-	297,62	810,04
Papel	27,23	8,96	17,13	53,05
Plástico	154,33	-	9,09	163,42
Vidro	25,12	-	5,60	30,72

Fonte: Modelo IPEA (2010) Elaboração própria.

6.5.3 Cálculo das Reduções de Custos Associados a Insumos Proporcionados pelo Reaproveitamento (GMI), para Foz do Iguaçu.

Primeira Hipótese

Como já foi citado, para a primeira hipótese foi considerado que o preço da sucata para cada material corresponde ao GMI deduzido do GAR. Devido a não ter dados oficiais disponíveis para o município de Foz do Iguaçu, e como a intenção do trabalho é refletir a realidade regional o mais fielmente possível, optou-se por realizar uma média para os valores dos municípios do Paraná disponíveis nos relatórios CEMPRE, que

disponibiliza os preços de venda de recicláveis praticados por cooperativas e programas de coleta seletiva. Foram utilizados os dados desde 2017 até 2019 (Tabela 27).

Tabela 27. Preço das sucatas para municípios do Paraná- Relatórios CEMPRE.

	Papelão (R\$/t)	Papel (R\$/t)	Latas aço (R\$/t)	Latas alumínio (R\$/t)	Vidro (R\$/t)	Plástico rígido (R\$/t)	PET (R\$/t)	Plástico filme (R\$/t)	Longa vida (R\$/t)
2018-Cambará	390	300	380	3.600	50	700	1.500	350	200
Jan 2017- Londrina	460	420	120	3.600	80	1000	1.350	1.150	340
Maio 2017- Nova esperança	450	480	100	3.600	60	1100	1.400	1.200	180
Agosto 2019- Biturna	450	450	-	3.500	200	500L	2.000	1120	200
Média(GMI- GAR)	435,7	412,5	200	3.575	97,5	825	1.562,5	955	232

Fonte: Elaboração própria baseado nas informações dos relatórios CEMPRE 2017-2019.

Após a elaboração dessa tabela, foram obtidos os dados atuais dos preços de venda para todos os materiais no mês de agosto/2019 pela COAAFI, porém foram mantidos os dados das médias pro Paraná (Tabela 27), devido à similaridade entre os mesmos.

O valor médio do preço da sucata dos Plásticos (Tabela 28) foi calculado de acordo com as informações dos relatórios CEMPRE 2017-2019 sobre os preços da sucata para os distintos tipos de plásticos nos municípios do Paraná, enquanto que as porcentagens para a ponderação foram baseadas no Perfil dos Plásticos elaborado pelo CEMPRE 2018, onde constam as médias de todos os tipos de plásticos nas Coletas Seletivas do Brasil. A média calculada com base nestas informações foi de R\$ 1114.17/t.

Tabela 28. Cálculo da média pros valores dos Plásticos.

CEMPRE, 2017-2019

Materiais	Especificação	Média (R\$/t)	%
Plástico	Plástico rígido (PEAD)	825,00	18%
	PET	1562,50	32%
	Plástico filme	955,00	1%
	Média ponderada	1114,17	

Fonte: Elaboração própria

Para calcular o valor médio das vendas dos Plásticos pela COAAFI com os dados obtidos do mês de agosto/2019 foi feita uma média ponderada baseado nos quatro tipos de plástico mais representativos do total comercializado no primeiro ano do programa (Tabela 29). Mesmo comparando preços médios de venda para os municípios do Paraná entre os anos 2017-2019 e os preços de venda da COAAFI no único mês de Agosto, e considerando distintos materiais para cada cálculo, a média total mudou apenas em 7,28%, motivo pelo qual foram mantidos os dados dos relatórios oficiais do CEMPRE para fazer o cálculo, também devido a que a média calculada para esses 2 anos representa de melhor maneira o comportamento dos preços nesse período, enquanto que o outro valor representa apenas os valores de um mês.

Tabela 29. Média dos preços de venda da COAAFI-agosto 2019.

Materiais	Especificação	Média (R\$/t)	%
Plástico	PET	1500,00	5,70 %
	Cristal	1100,00	5,00 %
	Sacolas	250,00	4,48 %
	PEAD	1200,00	3,06 %
	Média ponderada	1033,00	

Fonte: Elaboração própria

Para os papéis as mudanças entre ambos os valores foram ainda menores, sendo que a média calculada mediante os dados dos relatórios CEMPRE 2017-2019 (Tabela 30) foi de R\$ 425,10, e as médias dos preços de venda da COAAFI para o mês de agosto (Tabela 31) foi R\$ 430,70, mostrando uma diferença de apenas cinco reais. Portanto, os valores do CEMPRE também foram mantidos.

Tabela 30. Cálculo para os valores dos Papéis CEMPRE, 2017-2019.

Materiais	Especificação	Média (R\$/t)	%
Papéis	Papel	412,50	10,50 %
	Papelão	435,70	10,50 %
	Tetra	232,00	2,00 %
Média ponderada		425,10	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 31. Média dos preços de venda da COAAFI-agosto, 2019.

Materiais	Especificação	Média (R\$/t)	%
Papéis	Papelão	540,00	40,06 %
	Terceira	300,00	13,21 %
	Gráfica	300,00	13,12 %
	Tetra	300,00	7,17 %
Média ponderada		430,70	

Fonte: Elaboração própria

Segunda Hipótese

O Relatório do IPEA (2010) titulado "Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para a Gestão de Resíduos Sólidos" nos oferece uma estimativa dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos a partir de materiais de sucatas (secundários) e também em relação às diferenças em termos de consumo energético de ambos processos. Os dados disponíveis se encontram desatualizados, porém, se consideramos que desde que o processo produtivo não mude, os coeficientes calculados se mantêm iguais (CASTRO et al 2017).

Sendo assim, seguindo o modelo utilizado por CASTRO et al (2017) foram utilizados os coeficientes do IPEA (2010) mas atualizando os dados referentes aos custos em reais segundo o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC, 2018). O INPC é calculado com base no salário mínimo da época e aos preços do mercado. Mediante a correção deste índice é possível estimar quanto certa quantidade de dinheiro em uma data passada equivale hoje em dia. Neste caso foram mantidos e atualizados os coeficientes para os Custos dos insumos para a produção primária (Tabela 32). O cálculo da redução do consumo de insumos feito pelo IPEA, inclui tanto a economia em matérias primas, energia, água e geração de resíduos para cada um dos materiais estudados, e por isto este valor será considerado como equivalente ao GMI.

Tabela 32. Estimativa benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos.

Materiais	Custos dos insumos para produção primária (R\$/t)	Custos dos insumos para reciclagem (R\$/t)	GMI (R\$/t)
Aço	972,92	749,08	223,84
Alumínio	10.860,75	6.075,46	4.785,29
Celulose	1.210,86	629,23	581,64
Plástico	3.154,94	1.103,35	2.051,59
Vidro	463,55	252,04	211,50

Fonte: Elaboração própria a partir da atualização dos coeficientes do IPEA, 2010.

6.5.4 Cálculo dos Gastos Associados ao Reaproveitamento (GAR), para Foz do Iguaçu

Quando usamos a segunda Hipótese, o valor do GAR é o custo da Coleta Seletiva. Para o município de Foz do Iguaçu não há dados oficiais sobre o custo real da Coleta Seletiva por tonelada no município de Foz do Iguaçu. Sendo assim, para poder calcular este valor e tentando não subestimar este valor, mediante entrevistas com os motoristas do programa da Coleta Seletiva e os funcionários do setor de logística da SMMA, assim como análise dos documentos disponíveis foi realizada uma estimativa sobre o custo da coleta porta a porta de uma tonelada de materiais recicláveis para a PMFI. Os elementos considerados foram: O tempo de coleta para recolher uma tonelada, Salário do motorista, Salário do coletor, Combustível e o Custo do caminhão.

O primeiro valor a ser calculado foi o tempo empregado para a coleta de 1 tonelada, já que com base nisso serão calculados os demais valores. Para obter esse valor foi utilizado a pesagem média dos caminhões com a carga cheia, estimada em 500 quilos, e mediante o GPS foram observadas rotas que apresentavam uma distância média desde o ponto de partida dos caminhões até os bairros atendidos. Foi possível observar que as cargas dos caminhões eram preenchidas em média depois de 2 horas e meia e percorridos 18 quilômetros (Tabela 33).

Tabela 33. Distância e tempo para o preenchimento de uma carga.

Tempo	Distancia	Carga
2h 30m	18 Km	500 k

Fonte: Elaboração própria

A partir desses dados foram calculados:

Combustível consumido, levando em consideração a média de 2km/litro seriam 9 litros por carga cheia, com o preço do Diesel 3,55³ totalizando 32 Reais por Carga. Considerando que duas cargas seriam uma tonelada, esse valor multiplicado por 2 é nossa estimativa de consumo de combustível por tonelada recolhida, R\$ 64/t.

Salário dos motoristas e coletor, e logística. Para este cálculo foi considerado que, se a primeira carga levou 2h e 30m e adicionando o deslocamento até o Barracão para descarregar o caminhão mais o processo em si do descarregamento e o retorno pro almoço, a segunda carga só seria recolhida na parte da tarde. Por isto, levando em conta o horário dos servidores, 8-12 13-17, será considerado que uma carga cheia leva meio dia de trabalho, portanto uma tonelada recolhida corresponde a uma jornada de trabalho completa. O salário base dos motoristas e dos Coletores da PMFI é de R\$ 9,35/h R\$ 7/h respectivamente, portanto R\$ 75/dia e R\$ 56/dia, total de R\$ 131/t. Em relação à logística, está estabelecido no contrato um funcionário para cada barracão. Atualmente são 8 barracões que equivalem aos 8 caminhões de coleta, por isto foi considerado o salário de uma jornada completa de um dos funcionários da logística, que é de R\$ 88/

³ Cotação 21/10/2019

dia. Sendo assim, temos que os Salários médios para cada tonelada coletada equivale a R\$ 219.

Custo dos caminhões. Devido a que os caminhões foram adquiridos pela PMFI mediante recursos próprios e doações recebidas, também é necessário adicionar esse valor ao custo da Coleta Seletiva. Para isto foi usado como base o Contrato N° 025/2019 da PMFI, onde se estabelece o custo por caminhão é R\$ 254.375. Como é relatado por BASSO et al (2013), para caminhões geralmente são utilizadas taxas de depreciação de 20% ou 25% ao ano dependendo do uso, sendo assim a vida útil estimada para um caminhão é de 4 ou 5 anos. Num trabalho que estudou caminhões de coleta de resíduos, mesma marca e tipo que o utilizado em Foz do Iguaçu, o autor coloca que a vida útil destes poderia estar um pouco acima de outras estimativas pelo fato de que sua utilização é para cargas leves e sua atuação é em perímetro urbano o que poderia estender um pouco sua vida útil (Basso et al 2013). Por isto, será utilizado 5 anos e não 4, como a vida útil pro cálculo. Com estes dados dividimos o custo do caminhão pelos dias dos 5 anos, obtendo o valor equivalente a um dia, ou seja, uma tonelada coletada, de R\$ 140/t⁴.

A soma desses 3 valores que foi de R\$ 423 (Tabela 34) é o valor estimado do custo por tonelada da coleta seletiva no município, representando os Gastos Associados ao Reaproveitamento-GAR.

Tabela 34. Cálculo GAR para Foz do Iguaçu.

Combustível(R\$/t)	Salários(R\$/t)	Custo caminhão(R\$/t)	Total GAR(R\$/t)
64	219	140	423

Fonte: Elaboração própria

6.4.5 Estimativa Benefício Social Líquido do Reaproveitamento (BLRS), para Foz do Iguaçu

Os resultados do BLRS para cada material devem ser ponderados com as quantidades relativas dos materiais que serão reciclados. Para isto usamos os dados da quantidade total de materiais comercializados pela Coleta Seletiva no seu primeiro ano de funcionamento desde o mês de abril de 2018 até março de 2019 (Tabela 35).

⁴ Em relação ao valor já calculado de 1 tonelada = 1 dia.

Tabela 35. Quantidade de materiais recicláveis comercializados pela COAAFI desde abril 2018 até março de 2019.

Material	Quantidade(toneladas/ano) %	
Papel/Papelão	664,63	73,55
Plásticos	183,10	20,26
Vidros	21,80	2,41
Alumínio	20,67	2,29
Aço	12,28	1,36

Fonte: Elaboração própria, dados disponibilizados pela COAAFI.

A seguir será demonstrado o cálculo do BLSR (Tabela 36) de acordo com as duas hipóteses apresentadas e o valor será ponderado para cada material com os dados da comercialização dos materiais da COAAFI, pro primeiro ano. O BLSR para cada material representa os benefícios totais que uma tonelada do material traz, e, portanto, este valor é ponderado pela representação do respectivo material na composição total de materiais comercializados no primeiro ano da Coleta Seletiva.

Tabela 36. Cálculo BLSR para Foz do Iguaçu.

Hipótese	Aço	Alumínio	Celulose	Plástico	Vidro
Hipótese 1					
GCD	411,11	411,11	411,11	411,11	411,11
CA	192,37	810,04	53,05	163,42	30,72
GMI-GAR	200,00	3.575,00	424,10 ⁵	1.114,17 ⁶	97,50
BLSR	803,48	4796,15	888,26	1688,7	539,33
% Composição	2,29%	1,36%	73,55%	20,26%	2,41%
Ponderado	18,40	65,23	653,32	342,13	13,00
Valor Médio (BLRS)	1092,07				
Hipótese 2					
GCD	411,11	411,11	411,11	411,11	411,11
CA	192,37	810,04	53,05	163,42	30,72
GMI	223,84	4.785,29	581,64	2.051,59	211,50
GAR	423	423	423	423	423
BLSR	404,32	5.583,44	622,8	2.203,12	230,33
% Composição	2,29%	1,36%	73,55%	20,26%	2,41%
Ponderado	9,26	75,93	458,07	446,35	5,55
Valor Médio (BLRS)	995,17				

Fonte: Elaboração própria

⁵ Média dos valores de papel e papelão obtidos durante a pesquisa.

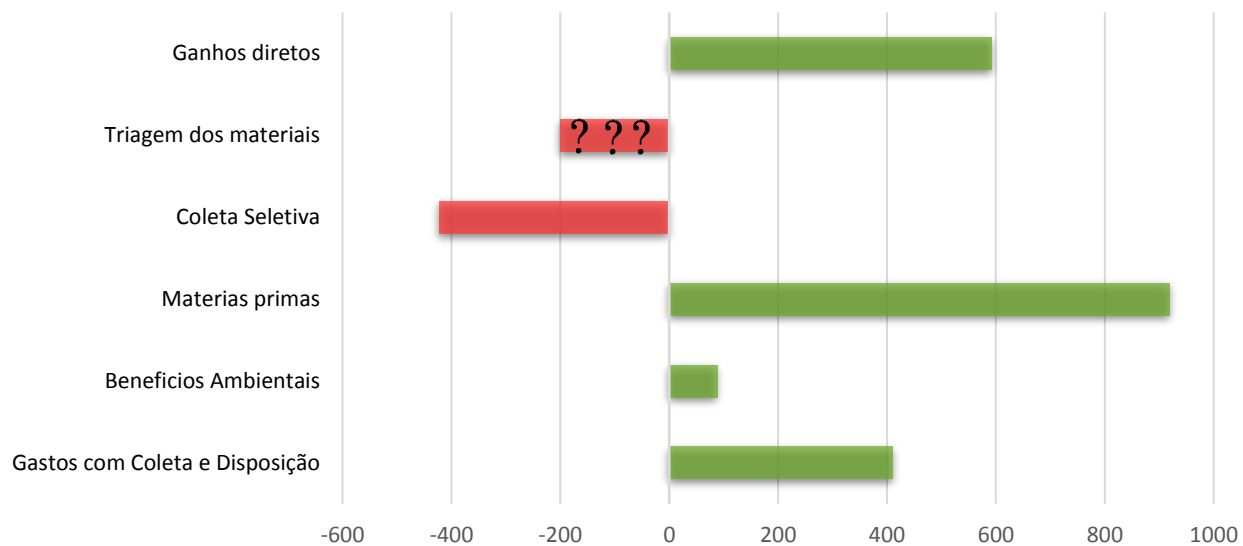
⁶ Média ponderada dos valores obtidos na pesquisa com o Perfil dos Plásticos (CEMPRE, 2018)

Ao fazer estes cálculos podemos ver como, desde o ponto de vista tanto ambiental como econômico, o Alumínio e o Plástico são os materiais que trazem mais ganhos e, portanto, os materiais que possuem o Benefício Social Líquido maior. Porém, devido à pouca representação do alumínio na composição dos materiais comercializados pela Coleta Seletiva, acaba não influenciando tanto no resultado, enquanto que o Plástico é o segundo material que mais influencia o resultado, tanto pelos seus grandes benefícios assim como sua considerável representação no total. Por outro lado, o Papel, que é o material mais representativo, é quem acaba influenciando mais o BLRS total.

Este fenômeno se deve a que os materiais que possuem um valor de mercado maior são visados para o comércio pelos catadores autônomos que em Foz do Iguaçu foram estimados em 1.208 no ano de 2017 (PMFI, 2017). Desta forma os materiais que tendem a predominar em programas de Coleta Seletiva Municipal porta a porta, são aqueles recicláveis que não possuem um valor de mercado tão alto e, portanto, é preciso juntar grandes quantidades destes para sua comercialização.

Para visualizar os custos e benefícios que a coleta seletiva gera, foram agrupados os benefícios e custos calculados para o cálculo do BLRS e estão aqui representados graficamente (Figura 27) pelas médias ponderadas em relação as quantidades de materiais comercializadas (Tabela 35). Os novos elementos apresentados são os “Ganhos diretos” que é a média dos preços de venda de cada material (Tabela 27) ponderado com as quantidades relativas dos respectivos materiais, e também, os custos com a triagem dos materiais que não apresentam um valor definido e por isto são apresentados com “???”, devido que a cooperativa não recebe um pagamento por tonelada triada, se não que, o dinheiro das vendas é repartido mensalmente entre os cooperados e compõe o seu salário.

Figura 27. Visualização dos custos e benefícios médios (ponderados) da Coleta Seletiva por tonelada (R\$/t).



Fonte: Elaboração própria

Como relatado por MOTTA (2006) e MARENGA (2003), entre outros, o maior problema para o sucesso na implantação de programas de Coleta Seletiva foi a diferença de custos entre estes e a coleta tradicional de resíduos e disposição em aterros, que sempre apresentou um valor muito mais baixo em relação à coleta seletiva. Pensando no curto prazo, os principais fatores que levaram a este tipo de pensamento foram:

- 1- Desconsideração dos impactos ambientais, tanto em relação à poluição, desperdício de matérias primas, educação sobre reciclagem e consumo, entre outros sempre dificultaram a capacidade de ter consciência da importância de programas de Coleta Seletiva.
- 2- Qualidade de vida dos catadores de materiais recicláveis, que sem o apoio dos programas municipais, acostumam a trabalhar de forma independente e sem estabilidade, mas que com o apoio logístico e infra-estrutural tem tanto suas condições de trabalho quanto sua renda melhoradas, sendo as Cooperativas de materiais recicláveis o foco destes programas, de acordo com a Lei nº 12,305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

- 3- O impacto econômico que a Coleta Seletiva traz pra indústria como um todo. A falta de perspectiva as vezes impede de olharmos o impacto que uma ação pode trazer. Neste caso, para entender o grande impacto econômico que a implementação dos programas de Coleta Seletiva traz, precisamos olhar para o ciclo dos materiais. Estes que depositados no aterro sanitário gerariam apenas custos e impactos ambientais, uma vez colocados dentro do ciclo da reciclagem graças a Coleta Seletiva, irão gerar grandes economias tanto de matéria prima como de energia e água, como é possível observar no BLRS.

Desta forma, o objetivo principal deste Cálculo é demonstrar como, levando em consideração todo o ciclo de vida dos materiais recicláveis, os ganhos gerados pela Coleta Seletiva vão muito além do seu valor do mercado, e ao longo do caminho eles irão gerar inúmeros benefícios tanto ambientais para toda a população, quanto econômicos para todas as partes envolvidas no ciclo. O valor final do BLRS, entre R\$ 995,17 e R\$ 1092,07 por cada tonelada de material recuperado e comercializado cumpre essa função, e demonstra como o custo para realizar esta coleta seletiva, que foi estimado em R\$ 423 é baixíssimo em relação aos benefícios que esta traz.

6.6 ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS ATUAIS E POTENCIAIS GERADOS PELA COAAFI

Tendo calculado o benefício líquido gerado por cada tonelada de material, podemos utilizar esses dados para calcular quais foram os benefícios totais gerados pela Coleta Seletiva após o primeiro ano do programa. Para isto, multiplicamos o benefício líquido calculado para cada material pelas toneladas que foram comercializadas pela COAAFI, obtendo assim o Benefício atual gerado (Tabela 37).

Tabela 37. Benefícios gerados pela Coleta Seletiva no primeiro ano.

Material	Quantidade Comercializada (t./ano)	Benefício líquido do material (R\$/t.)	Benefício Total (R\$/ano)
Aço	12.28	404,32	4.965,05
Alumínio	20.67	5.583,44	115.409,7
Papel/Celulose	664.63	622,8	413.931,56
Plástico	183.10	2.203,12	403.391,27
Vidro	21.80	230,33	5.021,19
Total		R\$ 942.718,77	

Fonte: Elaboração própria

De acordo com este modelo, os Benefícios gerados pela Coleta Seletiva no seu primeiro ano de funcionamento seriam estimados em R\$ 942.718,77. Cada vez mais os recursos naturais disponíveis no planeta vêm diminuindo a ritmos acelerados, o que é considerado um dos problemas mais importantes da atualidade. Neste contexto é que os programas de coleta seletiva cumprem seu papel. Os processos produtivos de todos os materiais mais comuns do mercado consomem grandes quantidades tanto de matérias primas como energia e água, sendo a reciclagem destes, essencial para a diminuição destes impactos. Para que este processo ocorra é essencial a participação dos agentes prestadores de serviços ambientais, também conhecidos como catadores de materiais recicláveis. Desta a forma, as Cooperativas que participam dos programas de coleta seletiva, como é o caso da COAAFI no município de Foz do Iguaçu, geram grandes impactos possibilitando a reinserção das matérias primas para os seus respectivos processos produtivos gerando grandes benefícios para a sociedade como um todo.

Para calcular os benefícios potenciais que podem ser gerados, basta apenas conhecer as quantidades dos distintos tipos de materiais que são destinados pro Aterro Sanitário. Para isto foram utilizados os dados da quantidade de resíduos destinados para o aterro no ano de 2018 e a Gravimetria para Foz do Iguaçu, que foram apresentados na secção 6.2.2 na Tabela 9 e Figura 22. O total de resíduos destinados ao aterro foi 88,8 mil toneladas (VITAL, 2018).

Com estes dados e aplicando a mesma metodologia é possível estimar quais são os benefícios potenciais que o programa pode gerar caso todos os materiais recicláveis sejam aproveitados e nenhum fosse para o aterro sanitário (Tabela 38).

Tabela 38. Benefícios potenciais da Coleta Seletiva.

Material	Quantidade Total Coleta + Aterro (t/ano)	Benefício líquido do material (R\$/t)	Benefício Potencial (R\$/ano)
Aço	820,66	404,32	331.809,25
Alumínio	509,25	5.583,44	2.843.366,82
Papel/Celulose	7.899,41	622,8	4.919.752,548
Plástico	16.586,66	2.203,12	36.542.402,38
Vidro	1.015,46	230,33	233.890,90
Total			R\$ 44.871.221,90

Fonte: Elaboração própria.

Para o município de Foz do Iguaçu estes benefícios foram estimados em R\$ 922.823,07, quase um milhão de reais, apenas no seu primeiro ano de trabalho e com apenas 40% de abrangência da população. Estes benefícios vêm das economias de energia, água, redução da necessidade de matérias primas, custos de coleta e disposição no aterro e benefícios ambientais que a reciclagem traz. Ainda considerando que tem se gerado um grande impacto, na Tabela 39 é possível observar que os potenciais benefícios alcançam R\$ 44.871.221,90, mais de 44 milhões de reais. Em comparação aos benefícios potenciais, os benefícios atuais representam 2% destes, pelo que ainda há um grande potencial para o crescimento do programa nos seguintes anos.

Tabela 39. Porcentagem de aproveitamento por material.

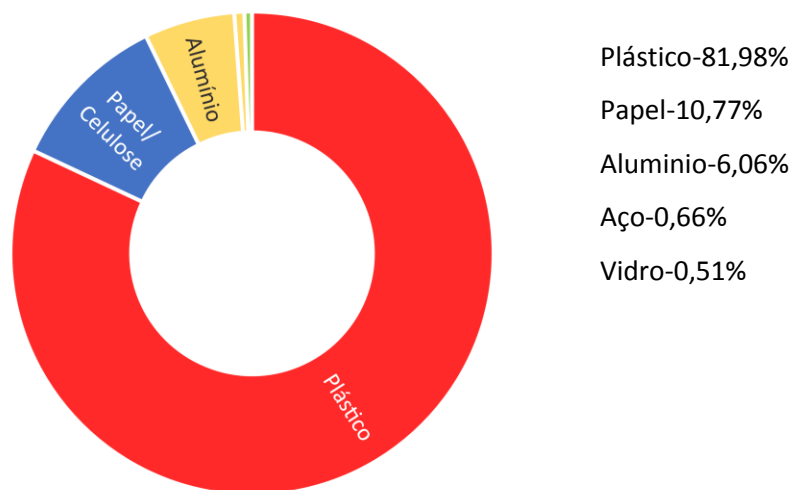
Material	Benefício atual (R\$/ano)	Benefício potencial (R\$/ano)	% de aproveitamento
Aço	4.393,78	293.632,15	1,50
Alumínio	109.257,49	2.691.793,65	4,06
Papel/Celulose	402.546,45	4.784.435,65	8,41
Plástico	401.726,89	36.391.629,6	1,10
Vidro	4.898,46	228.173,86	2,15

Fonte: Elaboração própria

Analisando a porcentagem de aproveitamento para cada material correspondente à quantidade de benefícios gerados e potenciais, vemos como o alumínio e o papel são

os materiais que possuem uma maior porcentagem de aproveitamento, sendo o papel devido às grandes quantidades coletadas pelo programa da Coleta Seletiva e o alumínio devido ao pouco que chega no aterro, já que é um material muito procurado por catadores autônomos devido a seu grande valor no mercado. Para o futuro da Coleta Seletiva, o plástico aparece como um material muito interessante, tanto devido à grande quantidade de benefícios que este gera por tonelada e seu alto valor no mercado quanto como pelas grandes quantidades que chegam no aterro. Já se compararmos os benefícios potenciais, é possível observar como o Plástico representa grande parte do total, em termos económicos (Figura 28).

Figura 28. Representação dos benefícios potenciais por material.



Fonte: Elaboração própria

Com estes dados também é possível calcular qual é a perda econômica diretamente para a COAAFI (Tabela 40). Devido a que a Cooperativa tem sua renda da divisão equitativa dos materiais vendidos por mês, todo material que podia ser reciclado, mas acaba sendo destinado ao aterro representa uma perda econômica direta para eles. Para isto, só precisamos multiplicar os preços de venda de cada material pelas quantidades estimadas de materiais que foram pro aterro.

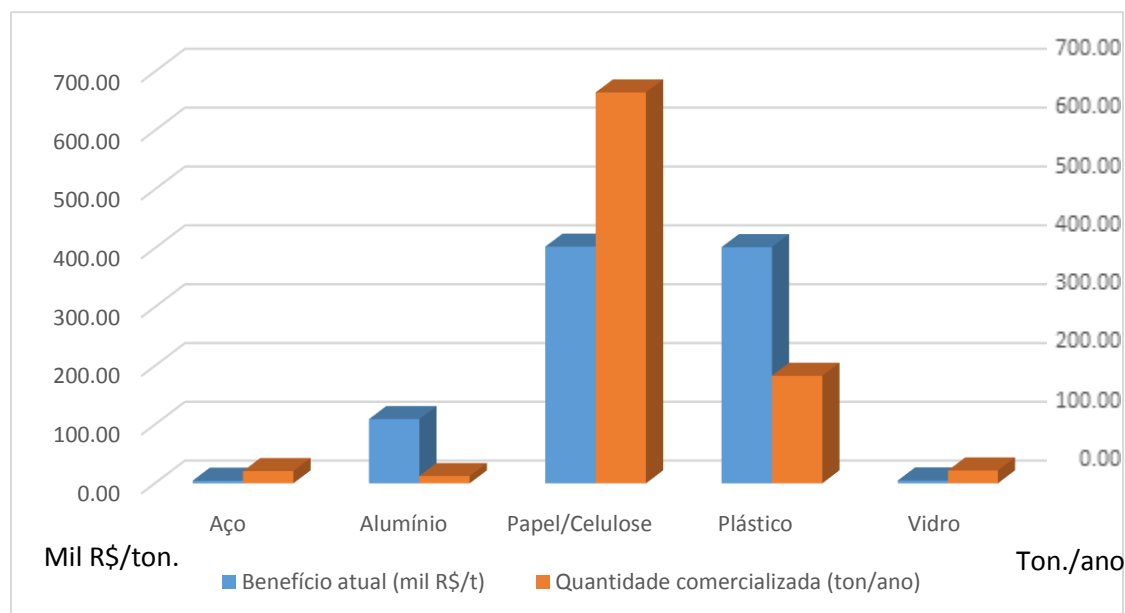
Tabela 40. Perdas diretas da COAAFI.

Materiais	Toneladas destinadas ao aterro(t/ano)	Preços de venda (R\$/t)	Perdas diretas(R\$/ano)
Aço	808,38	200,00	161.676
Alumínio	488,58	3.575,00	1.746.673,5
Papel/Celulose	7.234,78	424,10	3.068.270,2
Plástico	16.403,56	1.114,17	18.276.354,4
Vidro	993,66	97,50	96.881,85
Total		R\$ 23.349.855,95	

Fonte: Elaboração própria.

Com este cálculo, podemos ver como além dos 44 milhões de reais potenciais que o programa pode gerar em termos de economia nos processos produtivos, redução de custos e benefícios ambientais, também há a possibilidade de se obterem grandes ganhos econômicos pela Coleta Seletiva, sendo o potencial estimado de 23 milhões de reais. De acordo com estes dados, o Plástico representa 78% do possível ganho econômico para a Coleta Seletiva. Devido ao plástico ser o material reciclável presente em maior quantidade nos resíduos destinados ao aterro, assim como também pelo seu grande valor no mercado, medidas que tenham como foco este material, como por exemplo, campanhas para a separação domiciliar dos plásticos, conscientização sobre os impactos ambientais do plásticos e outras medidas que possam diminuir a quantidade dos mesmos destinada pro aterro sanitário, teriam o potencial de gerar grandes benefícios.

Figura 29. Benefícios gerados por material no primeiro ano do programa.



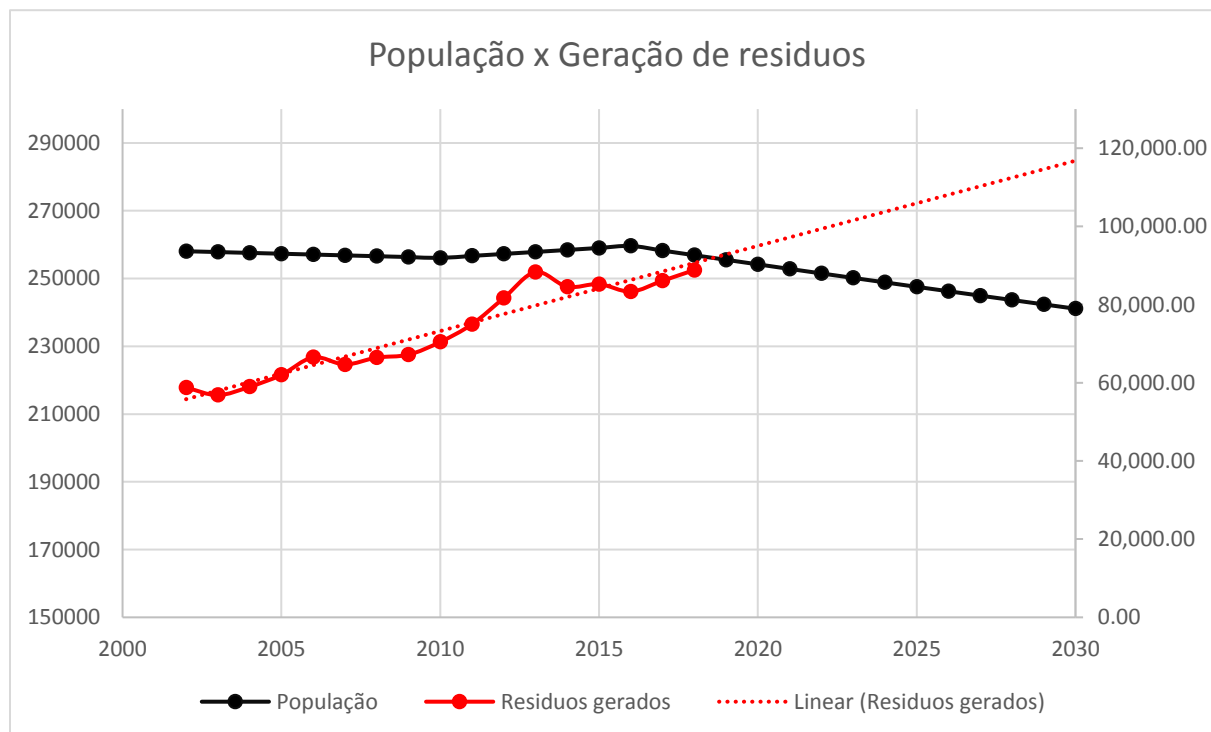
Fonte: Elaboração própria

Para que os benefícios gerados aumentem, é preciso estimular a participação da população no programa. Os programas de Coleta Seletiva dependem da participação voluntária da população, a qual acostuma ser baixa e dependente de diversos fatores (GONÇALVES-DIAS, 2009; BRINGHENTI, GÜNTHER, 2011). Por um lado, a existência de uma boa estruturação do programa em conjunto com ações de divulgação e mobilização atuam como fatores facilitadores, enquanto a falta de divulgação dos resultados e descrédito no programa geram o efeito oposto (BRINGHENTI; GÜNTHER, 2011). Para McKENZIE-MOHR (2002), o primeiro passo para conseguir aumentar a participação da população neste tipo de programas seria compreender por um lado quais são os fatores que estimulam a participação da população e por outro quais os que desestimulam. Assim, podemos concluir que, devido a diversidade de fatores que influenciam e desencorajam a participação voluntária da população em programas de Coleta Seletiva, seria essencial realizar um estudo local sobre o perfil da população à respeito destes fatores, para garantir a efetividade das medidas a serem estabelecidas.

7 PERSPECTIVAS DA COLETA SELETIVA EM FOZ DO IGUAÇU.

Com os dados coletados e calculados até o momento, é possível fazer algumas projeções para ter uma ideia de situações futuras para o Programa de Coleta Seletiva, assim como tentar prever possíveis situações. Em primeiro lugar, é importante analisar a geração de resíduos na cidade assim como a população (Figura 30). Em relação à população, o IPARDES (2017), apresenta o município de Foz do Iguaçu como a exceção à regra, devido a que todos os municípios do Paraná com mais de 100 mil habitantes tenderiam a aumentar sua população, exceto Foz do Iguaçu, que apresenta uma taxa de -0,53% por ano desde 2016 até 2030. Estes dados foram usados junto às informações dos Censos de 2000 e 2010. Estes foram os dados para a projeção da população. Em relação à geração de resíduos, devido a que temos uma linha histórica de dados desde 2002 até 2018, foi feita uma linha de tendência e extrapolada para o ano de 2030.

Figura 30. Projeção da população e geração de resíduos até 2030.



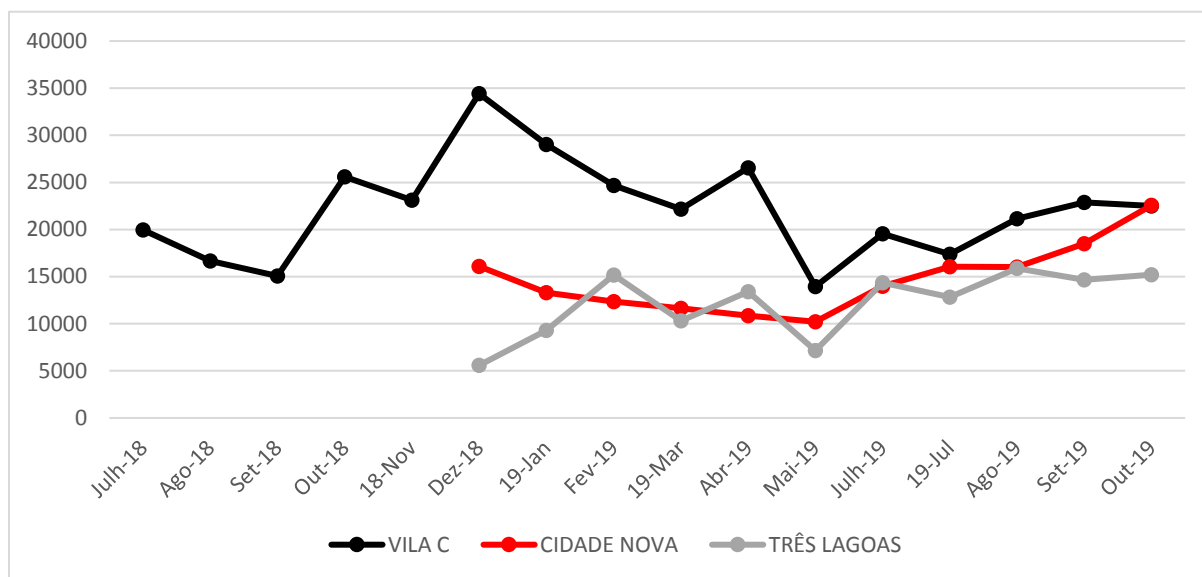
Fonte: Elaboração própria.

Apesar do tamanho da população se mostrar estável nos últimos 20 anos, a geração total de resíduos sempre foi aumentando e a tendência indica que a mesma continuará a aumentar nos seguintes 10 anos, mesmo com a diminuição da população. Este fenômeno corresponde com um fenômeno nacional da geração de resíduos que vêm aumentando continuamente nas últimas décadas, fortemente associado às mudanças nos padrões de consumo e estilo de vida, que afetam principalmente grandes centros urbanos. No caso de Foz do Iguaçu, é fácil de isolar este padrão devido que a população vem diminuindo, portanto, é possível dizer que o aumento na geração de resíduos não tem uma relação com o crescimento da população.

Este aumento na geração de resíduos pode trazer grandes problemas para a cidade, devido aos custos envolvidos na coleta e disposição final dos resíduos assim como nos impactos do próprio aterro sanitário. É neste contexto que o programa da Coleta Seletiva cumpre um rol de vital importância atuando diretamente na diminuição dos materiais que são destinados ao Aterro Sanitário, além de todos os outros impactos que já foram mencionados. Portanto, se tiver sucesso o programa poderia corrigir a tendência do aumento de resíduos destinados ao aterro.

Por enquanto os dados apresentados e estudados da Coleta Seletiva mostraram um progressivo aumento na quantidade de materiais coletados e comercializados, porém, devido a que o programa ainda está sendo implementado, este efeito se deve principalmente ao aumento progressivo na abrangência do programa, onde a medida que mais bairros são incluídos no programa mais materiais são coletados e assim sucessivamente. Porém, qual é a realidade da Coleta Seletiva nos bairros mais antigos do programa?

Figura 31. Quantidades de materiais coletadas por bairro em kg.



Fonte: Elaboração própria.

Para tentar compreender a situação foram isolados os dados da comercialização de materiais mensal para os bairros Vila C, Cidade Nova e Três lagoas, que correspondem aos primeiros 3 bairros a serem atendidos desde o mês dezembro de 2018 até outubro de 2019 e foram graficadas as quantidades coletadas cada mês (Figura 31). Mesmo utilizando os bairros com maior quantidade de dados disponíveis, a série temporal de dados é considerada muito pequena sendo impossível realizar algum tipo de projeção, já que poderia ter muitos fatores afetando estes comportamentos e não foi encontrado nenhum padrão comum aos 3 bairros analisados. Isto indica a importância do registro dos dados, como a quantidade de materiais por bairro, para que seja possível avaliar de forma precisa o progresso do programa. Estes dados foram obtidos dos relatórios de quantidades de materiais coletadas mês a mês pela cooperativa, porém a diferença nos dados de um mês para outro indica que podem estar sendo cometidos erros na hora de registrar estes dados. Como foi verificado em campo muitas vezes coletas feitas em um determinado bairro podem ser destinados para triagem a um centro de triagem localizado em outro bairro, dificultando o acompanhamento real destes dados, assim como também em alguns meses os dados disponíveis correspondiam a quantidades comercializadas, e em outros a quantidades coletadas.

Diversos estudos como NETO (2001) e SOUZA et al (2015) descrevem o comportamento sazonal da geração dos resíduos. Desta forma, fatores sazonais como

calor, presença de feriados, entre outros, podem incidir no volume total de resíduos gerados (NETO, 2001) fazendo com que com tão poucos dados seja impossível atribuir às mudanças observadas a participação da população. Assim, uma vez que o programa atenda 100% da cidade, é provável que fatores como a sazonalidade fiquem mais evidentes podendo inclusive requerer mudanças na logística do programa que acompanhem este comportamento, já que por exemplo em SOUZA et al (2015) foi observado que comparando períodos de aula com períodos de férias houve uma redução entre 34,99% e 55,35% na quantidade de materiais recicláveis gerados, enquanto os rejeitos aumentaram em quase 20%.

Sendo assim, a geração de dados confiáveis sobre as quantidades coletadas por uma região determinada são essenciais para poder acompanhar o desenvolvimento do programa, e poder prever e identificar se alguma região está tendo alguma dificuldade, e poder diferenciar por exemplo fenômenos naturais como a sazonalidade da geração dos resíduos de diminuições na participação da população de uma determinada região.

7.1 POTENCIAL TEÓRICO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Devido a estes dados serem insuficientes para realizar a projeção, a mesma será feita com o PTG, ou seja, o Potencial Teórico de Geração. O PTG considera a geração per capita de resíduos da população e a porcentagem de materiais recicláveis. Para ITAIPU (2018) o PTG para Foz do Iguaçu é de 1.901 ton/mês, o que corresponderia ao 100% PTG. A fórmula para calcular o PTG é: População X Geração per capita X % Recicláveis, e o mesmo foi calculado com os dados do IBGE 2017, sendo a população 264.044 (IBGE, 2017), a geração de resíduos per capita 0,80 kg/dia (PRGIRSU-PR, 2013) é a porcentagem de recicláveis 25,6%.

Para atualizar estes dados (Tabela 41), serão utilizadas as toneladas de resíduos depositadas no aterro em 2018 junto com a gravimetria destes materiais, mas desta vez serão acrescentados os materiais coletados pela Coleta Seletiva e os dados da população serão atualizados para 2019 (IBGE). Como já foi mencionado, após a reforma e instalação dos novos equipamentos, os antigos barracões serão transformados em Unidades de Valoração de Resíduos (UVRs), como a meta de terem a capacidade de

alcançar 41% PTG (ITAIPU, 2018), em relação à expansão da capacidade operacional da unidade e possibilidade da inserção de novos catadores. Esta porcentagem equivale a 35% para nossos dados. A média de materiais recuperados nos meses de outubro e novembro de 2019 com aproximadamente 90% da população atendida foi de 129 toneladas, portanto, podemos estimar que uma vez atendida toda a cidade, seriam coletadas aproximadamente 141,9 toneladas por mês.

Tabela 41. PTG para a projeção.

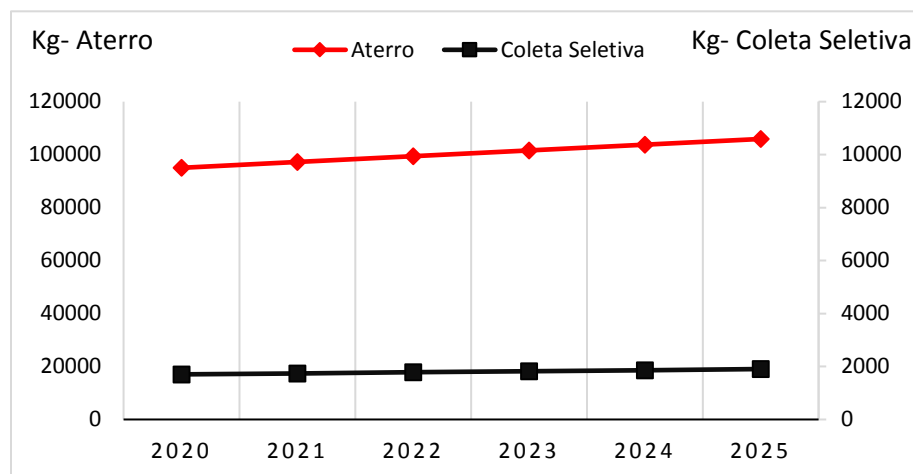
		% PTG
PTG Foz do Iguaçu	2.236 Ton/mês	100%
PTG Atual	141,9 Ton/mês	6,3%
Meta a alcançar	782,6 Ton/mês	35%

Fonte: Elaboração própria.

7.1.1 Modelo 1

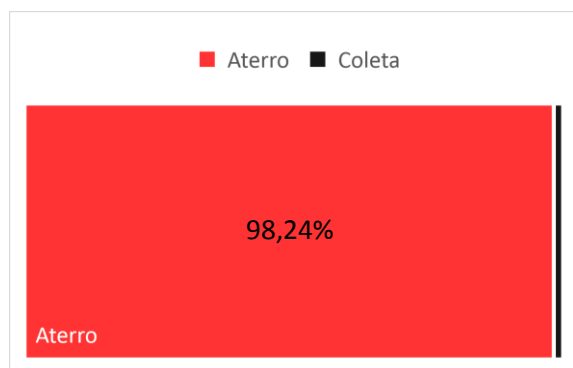
Pressupostos para o modelo 1: Quantidade de resíduos aumenta conforme a projeção realizada e os materiais coletados pela coleta seletiva aumentam proporcionalmente, devido ao aumento na produção dos resíduos, sem aumento no % PTG. Se entendemos que o aumento anual na geração de resíduos se deve a mudanças nos padrões de consumo, isto irá afetar tanto as quantidades de resíduos que vão pro aterro assim como as quantidades de materiais recuperadas pela coleta seletiva.

Figura 32. Quantidades projetadas destinadas ao aterro sanitário e coleta seletiva. (M1).



Fonte: Elaboração própria

Figura 33. Destino dos resíduos em 2025 (M1).



Fonte: Elaboração própria

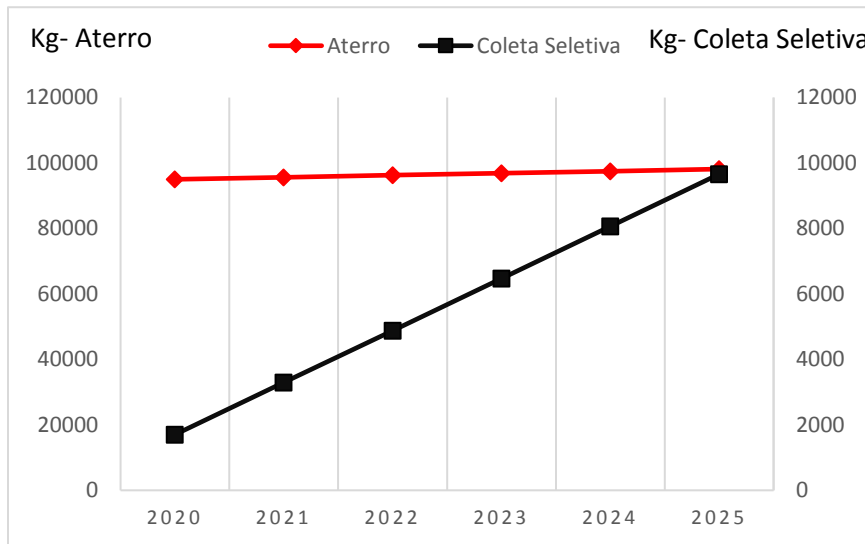
Neste cenário após cinco anos, sem que a participação da população no programa e as quantidades de materiais destinados especificamente para o programa de coleta seletiva aumentem (Figura 32), mais de um 98% dos resíduos gerados no município seriam destinados ao aterro sanitário e menos de 2% para o programa da coleta seletiva, cenário idêntico ao atual (Figura 33).

7.1.2 Modelo 2

Para o segundo modelo, numa projeção otimista, devido às reformas nos centros de triagem e ao sucesso em geral do programa, o objetivo estabelecido de 35% PTG é alcançado em 5 anos, neste caso, a coleta seletiva aumenta a quantidade de materiais devido a dois fatores. O primeiro é o aumento na geração geral de resíduos, que aumenta

tanto os resíduos que vão pro aterro como os recicláveis coletados pela Coleta Seletiva. Em segundo lugar, ano a ano mediante políticas e ações efetivas que aumentem a participação e a efetividade da população no programa, consegue-se que, em 5 anos o objetivo de 35% do PTG seja alcançado. Para isto estimamos um aumento anual de 5,74% PTG (Figura 34). Neste modelo após 5 anos, quase 9% dos resíduos gerados no município seriam destinados à coleta seletiva (Figura 35).

Figura 34. Quantidades projetadas destinadas ao aterro sanitário e coleta seletiva (M2).



Fonte: Elaboração própria

Figura 35. Destino dos resíduos em 2025 (M2).



Fonte: Elaboração própria

Por último é possível fazer uma estimativa dos benefícios anuais que seriam gerados em termos econômicos, sociais e ambientais, uma vez alcançado o objetivo para o ano de 2025, onde seriam atingidas as quantidades ótimas de materiais coletadas para a infraestrutura disponível (Tabela 42). Também é possível estimar a quantidade de insumos poupados (Tabela 43) e os recursos poupados diretamente dos cofres públicos (Tabela 44).

Tabela 42. Materiais recuperados com 35% PTG.

Material	Toneladas
Aço	285,63
Alumínio	171,74
Papel	6306,68
Plástico	2550,09
Vidro	343,01

Fonte: Elaboração própria

Tabela 43. Insumos⁷ poupados.

Insumos	Água	Energia
R\$ 9.858.247,23	189.200,37 m3	38.773,79 MWh

Fonte: Elaboração própria

Tabela 44. Recursos poupados dos cofres públicos.

Coleta de resíduos	Custos com aterro
R\$ 3.443.934,25	R\$ 439.303,93

7.2 QUALIDADE DOS MATERIAIS COLETADOS

Outra situação que deve ser levada em consideração para o futuro é a qualidade dos materiais que são recolhidos pela coleta seletiva, tanto no programa porta a porta quanto nos grandes geradores. Um estudo não publicado, disponibilizado pela PMFI, que foi realizado em agosto de 2019 determinou que dos materiais que chegam para os barracões, aproximadamente 16% correspondem a rejeitos (Figura 36), inclusive, apesar da necessidade da realização de um novo estudo, foi relatado durante as visitas técnicas

⁷ Matérias primas, Água e Energia (Calderoni, 1999; IPEA, 2010)

que a situação tem piorado em algumas das unidades de tratamento. Nos estudos da PMFI, foi também indicado que dos materiais que durante as triagens dos barracões são considerados rejeitos e enviados de volta para o aterro sanitário, 33% corresponde à materiais recicláveis, que podem ter sido equivocadamente triados ou estarem contaminados por matéria orgânica.

Uma boa separação na fonte geradora é um fator muito importante nos programas de coleta seletiva. Além dos custos gerados para o programa devido a necessidade de destinar esses rejeitos de volta pro aterro, é a necessidade de limpeza ou perda dos materiais recicláveis, também há graves impactos que os trabalhadores podem sofrer. A presença de rejeitos misturados e o estado sujo e não higienizado dos materiais que a coleta recebe, causam contaminação e problemas à saúde humana (MAIA et al 2013). Estes riscos para os trabalhadores podem ser causados tanto por agentes físicos, químicos e biológicos (VELLOSO et al 1997, FERREIRA; ANJOS, 2001).

Figura 36. Rejeitos presentes em um dos Centros de Triagem





Fonte: PMFI, 2019

Dentre estes problemas associados à presença de matéria orgânica e rejeitos nos materiais recicláveis encontram-se: mal-estar, cefaleias e náuseas causadas pelo odor emanado; presença de micro-organismos patogênicos em lenços, fraudas e papéis higiênicos (FERREIRA; ANJOS, 2001) e transmissões indiretas por vetores atraídos por estes rejeitos como ratos e gambás. Devido a estes problemas, é necessária a fiscalização da utilização de medidas de segurança como luvas, óculos de proteção e respiradores, assim como a realização periódica de exames de saúde, que em conjunto com programas que reforcem a importância da separação dos materiais e acondicionamento adequado dos mesmos possam garantir as condições de trabalho apropriadas.

7.3 COMERCIALIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Para os distintos tipos de plástico, assim como papeis e papelão, o mercado para a comercialização desses materiais apresenta-se competente, com alguns valores um pouco abaixo da média calculada para os Municípios do Paraná e alguns valores acima. Para o alumínio a quantidade comercializada foi baixa, porém, como já foi comentado, este é um material extremamente importante dentro do mercado de recicláveis, possuindo os preços de mercado mais altos em todo o país e a baixa presença dos mesmos é apenas devido ao grande interesse dos catadores autônomos por este material.

Por outro lado, em relação ao vidro encontra-se um potencial problema. O preço para este material já é baixo na média calculada, que não alcançou nem R\$ 100 por tonelada. Para fora do Iguazu os relatórios da COAAFI indicam que o valor deste material seria ainda mais baixo. Observou-se que este material permanece armazenado nos centros de triagem (Figura 37) por um longo tempo ou é levado até uma área disponibilizada para o seu armazenamento no Aterro Sanitário da cidade (Figura 38).

Figura 37. Vidro acumulado em um dos Centros de Triagem.



Fonte: PMFI, 2019.

Figura 38. Vidros no Aterro Sanitário.



Fonte: PMFI, 2019.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA O FUTURO

O objetivo deste trabalho foi estudar os impactos gerados pelo Programa Municipal de Coleta Seletiva, tanto por parte da COAAFI como da Prefeitura, focando nos impactos ambientais assim como nos impactos gerados através do ciclo da reciclagem, partindo do conceito da Coleta Seletiva como responsável pelo início do reaproveitamento destes materiais recicláveis. Foi possível estudar os impactos gerados pela mesma desde diferentes óticas e mediante o Benefício Social Líquido do Reaproveitamento tentou-se estimar os benefícios totais que esta traz para a Sociedade e o Meio Ambiente. Pelo fato do programa recém estar começando, o objetivo deste trabalho foi também a disponibilização do estudo como ponto de partida para futuros estudos sobre o programa. Nas metodologias estudadas, a intenção foi estimar as distintas variáveis necessárias da forma mais próxima da realidade local e evitando superestimar, também foram combinadas distintas propostas de melhoria e atualização com o objetivo de viabilizar a aplicação de metodologias e coeficientes propostos tantos anos atrás. Por último, para alguns dos cálculos foram propostas metodologias próprias que buscaram trazer o foco dos estudos para a realidade local e ao programa da coleta seletiva. Com as projeções realizadas foi possível observar o grande potencial que o programa tem na cidade e para que isto possa ser alcançado foram feitas algumas sugestões.

8.1 ACOMPANHAMENTO CONSTANTE DAS TAXAS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS

O primeiro ponto é a elaboração constante de relatórios sobre a quantidade e caracterização dos resíduos coletados e caracterizados mensalmente, já que esta é a principal ferramenta para poder acompanhar os progressos do programa e estudar a eficiência de qualquer medida que seja implementada no futuro. Ou seja, como isto representa a principal forma de medir o progresso ou falta do mesmo do programa, a informação gerada deve ser de máxima confiabilidade e qualidade, já que quantos mais detalhes estes dados possuírem, maior será a possibilidade de interpretação dos mesmos. Se estes dados fossem registrados por bairro ou qualquer área fixa determinada, também seria interessante para acompanhar o crescimento em cada região, podendo detectar rapidamente se alguma região em particular está com um problema, possibilitando ações específicas nas áreas de melhor

crescimento/participação. Como foi possível observar nos resultados, os dados disponíveis sobre a quantidade coletada por bairro são muito irregulares podendo indicar algum erro na geração desses dados o que faz com que seja muito difícil analisar estes dados com clareza. Se isto não mudar vai ser muito difícil poder detectar qualquer situação que esteja acontecendo em uma determinada região assim como também acompanhar o desenvolvimento do programa.

8.2 ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA POPULAÇÃO SOBRE MOTIVAÇÕES E BARREIRAS PARA A PARTICIPAÇÃO NO PROGRAMA

Como foi observado, as condições infra estruturais estão dadas para que o programa possa ter um grande rendimento. Porém, para que isto seja possível, o constante aumento da participação da população é essencial. Em base ao PTG, foi possível observar todos os benefícios que poderiam ser gerados se apenas 35% de todos os recicláveis gerados fossem aproveitados. Para que isto seja possível serão necessárias constantes campanhas que procurem estimular a participação da população. Neste contexto, para que este esforço seja aproveitado, é preciso entender o comportamento dos moradores da cidade, já que a literatura mostra que a motivação para a participação neste tipo de iniciativa pode envolver tanto questões ambientais, como econômicas e sociais. Por outro lado, conhecendo as barreiras existentes para a participação da população acontece o mesmo, por isto, conhecendo o que impede as pessoas de participar pode levar ao desenvolvimento de novas estratégias que sejam mais eficientes.

Sendo assim a sugestão é a de desenvolver um questionário para ser aplicado na população do município em onde possa se conhecer quais são os principais fatores que motivam a participação dos moradores que participam do programa, assim como também descobrir as barreiras, ou o que impede de participar estes moradores que ainda não participam do programa, com o fim de que as ações que sejam desenvolvidas para aumentar a participação da população possam ter o maior sucesso possível.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. São Paulo: ABRELPE, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo: ABRELPE, 2017.

BESEN, Gina Rizpah et al. **Coleta seletiva na Região Metropolitana de São Paulo: impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. *Ambient. soc.*, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 259-278, Sept. 2014.

BRASIL. **Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, 2010. p. 3-84.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. (2019). **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2017**. Brasília (versão republicada).

BRINGHENTI, J. R.; GUNTHER, W.M.R. **Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos**. *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2011, vol.16, n.4, p.421-430

BUCHANAN, J.M. **Opportunity cost**. *O Novo Palgrave: Um Dicionário de Economia*, v. 3, 1987 (p. 718).

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas Editora/FFLCH/USP, 3. ed., 1999.

CASTRO, A. M. R. C. ; COIMBRA, E. C. L. ; JACOVINE, L. A. G. . **Estimativa dos Benefícios da Reciclagem Proporcionados pelos Catadores da ACAMARE em Viçosa-MG**. Em: VIII Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 2017, Curitiba. Anais do 8º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 2017.

CHAVES, I. R.; SOUZA, O. T. **A gestão dos resíduos sólidos no Rio Grande do Sul: uma estimação dos benefícios econômicos, sociais e ambientais**. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 34, n. esp., p. 683-714, 2013

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM-CEMPRE. **CEMPRE Informa número 141**. 2015, Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/46/coleta-seletiva-completa-30-anos-no-pais>

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM-CEMPRE. **CEMPRE Informa: Preço dos materiais recicláveis**. 2017-2019.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM–CEMPRE. **Pesquisa Ciclosoft 2010**. São Paulo: CEMPRE, 2010.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM–CEMPRE. **Pesquisa Ciclosoft 2018**. São Paulo: CEMPRE, 2018.

CONCEIÇÃO, M.M. **Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade: análise interdisciplinar das cooperativas de reciclagem de lixo**. Campinas: Editora Átomo, 2003.

CONKE, L.S; NASCIMENTO, E.P. **A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica**. Urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 199-212, Apr. 2018.

COOPERATIVA DOS AGENTES AMBIENTAIS DE FOZ DO IGUAÇU-COAAFI. **Planilhas e relatórios de Vendas, 2018-2019**. Disponibilizados pela COAAFI.

CÔRTEZ DA SILVA, Camila. **Coleta Seletiva de resíduos sólidos urbanos: avaliação qualitativa do que pensa o cidadão no bairro Santa Terezinha, em Juiz de Fora – MG**. Juiz de Fora: UFJF, 2014. Dissertação- Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

DIAS, Leonice Seolin; GABRIEL FILHO, Luís Roberto Almeida; GUIMARAES, Raul Borges. **Avaliação do impacto do programa de coleta seletiva de lixo na frequência de Calliphoridae e Muscidae em Tupã-SP**. Soc. nat., Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 127-137, Apr. 2014.

DUSTON, Thomas E. **How to measure Gains from Recycling**. Em: Recycling Solid Waste. Quorum Books: London, 1993.

FERREIRA, J. A; ANJOS, L. A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 689-696, 2001.

GONÇALVES-DIAS, S.L.F. Consumo e Meio Ambiente: **Uma Modelagem do Comportamento para Reciclagem a partir de Teorias Cognitivo-Comportamentais**. 2009. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Empresa de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo.

INDICE NACIONAL DE PREÇOS AO CONSUMIDOR (INPC). **Calculadora de correção 2010 – 2018**. Disponível em:<http://www.calculador.com.br/tabela/indice/INPC>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2019). **Perfil dos municípios brasileiros 2017**. Paraná: IBGE.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. (2010). **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para a gestão dos resíduos sólidos**. Brasília: IPEA.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL-IPARDES. **Projeção da População total dos Municípios do Paraná para o período 2016-2030**. Paraná, 2017.

MAIA, H.J.L.; SILVA, P.A; CAVALCANTE; L.P.S; SOUZA, M.A; SILVA, M.M.P. **Coleta Seletiva: Benefícios Da Sua Implantação No Bairro De Santa Rosa, Campina Grande-Pb**. Revista POLÊMICA(online), v. 12, n. 2, p. 352-368, 2013.

MATOS, F.O.M.; MOURA, Q.L.M.; CONDE, G.B.C.; MORALES, G.P.M.; BRASIL, E. C.B..; **Impactos Ambientais Decorrentes Do Aterro Sanitário Da Região Metropolitana De Belém-PA: Aplicação De Ferramentas De Melhoria Ambiental**. Caminhos de Geografia (UFU), v. 12, p. 310-318, 2011.

McKENZIE-MOHR, D. **Development of a Social Marketing Strategy for Residential Waste Reduction for the City of Waltham**. Waltham, MA(EUA), 2002.

MNCR-MOVIMIENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLAVEIS. **Os catadores já estão incluídos na legislação, agora é valer a lei!**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.mncr.org.br/noticias/noticias-regionais/os-catadores-ja-estao-incluidos-na-legislacao-agora-e-valer-a-lei>

MOTTA, R. S. de. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora, FGV, 2006, 228p.

NETO, O.Z.B. **Determinação do Potencial de Reciclagem de Resíduos Sólidos Gerados em Áreas de Lazer e Turismo**. 2001. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil: Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

OBSERVATÓRIO EDUCADOR AMBIENTAL MOEMA VIEZZER. **Diagnóstico e perspectivas para o gerenciamento de resíduos sólidos em Foz do Iguaçu**. Dados não publicados (UNILA), Foz do Iguaçu. Outubro, 2017

PARQUE TECNOLÓGICO ITAIPU-PTI. **Plano Operacional, Unidade de Valorização de Recicláveis: Jardim das Palmeiras**. Foz do Iguaçu, 2018.

PEREIRA, J.C. **Valoração Econômica Ambiental – Conceitos e Métodos**. EcoDebate, 2014.

PORTELLA, M.O; RIBEIRO, J.C.J. **Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos**. Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 4, n. 1, 2014 (p. 115-134).

PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU (PR). **Caracterização de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)**. Plano Municipal De Saneamento Básico – PMSB. 2019

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU. Secretaria Municipal de Obras. Departamento de Serviços Urbanos. **Informações sobre o aterro sanitário de Foz do Iguaçu**. Foz do Iguaçu, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU (PR). **Plano Municipal De Saneamento Básico**, PMSB. Foz do Iguaçu, 2012.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU. **Programa Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Recicláveis**. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Foz do Iguaçu, 2017.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU. **Termo de Colaboração Nº107/2018**. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Foz do Iguaçu, 2018.

REIS, M. D. M. **Custos ambientais associados a geração elétrica: hidrelétricas x termelétricas a gás natural**. Rio de Janeiro: Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia/UFRJ, 2001.

RIBEIRO, G.D. **Valoração Ambiental: Síntese dos Principais Métodos**. 2009. Monografia (Engenharia Ambiental) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

RIBEIRO, H.; BESEN, G.R. **Panorama da Coleta Seletiva no Brasil: Desafios e Perspectivas a Partir de Três Estudos de Caso**. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. v.2, n.4, p. 1-18, ago. 2007.

RIBEIRO, L.C.S et al. **Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro**. Nova econ., Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 191-214, abril, 2014.

RODRIGUES, R. B.; GARUTTI, S.; D'OLIVEIRA, P. S. **Estudo da viabilidade econômica da reciclagem de resíduos sólidos urbanos em Maringá, PR**. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, vol. 1, n. 3, 2008.

RODRIGUEZ, L.C. **Reciclagem De Resíduos Sólidos Urbanos Em Florianópolis/Sc: um estudo de caso**. 2014. Dissertação (Mestrado Economia e Desenvolvimento) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

SADI JUNIOR, H. T. et al. **Coleta seletiva: influência nos hábitos de descarte da população em Lavras, Minas Gerais**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, [S.I.], | n. 43, p. 49-63, mar. 2017.

SANTANA, H. C. **Percepção, motivações e barreiras dos moradores para participação em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares na microrregião de Ouro Preto (MG)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

SBALQUEIRO, Larissa, Caroline. **Estudo da Viabilidade Econômica do Aproveitamento do Biogás Produzido no Aterro Sanitário de Foz do Iguaçu-PR como Fonte de Energia Elétrica**. Foz do Iguaçu: UTFPR Medianeira, 2014.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEDIO AMBIENTE-SMMA. **Acervo de Fotos 2018-2019**. Disponibilizados pela SMMA

SILVA, C. C. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: avaliação qualitativa do que pensa o cidadão no bairro Santa Terezinha, em Juiz de Fora – MG**. (Monografia). UFJF. Juiz de Fora- MG, 55 p. 2014.

SILVEIRA, A.M.M. **Estudo do Peso Específico de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2004. Dissertação (Mestrado Ciências Em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

SINISGALLI, P. A. D. A. **Valoração dos danos ambientais de hidrelétricas: estudos de caso**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SILVA, JÚNIO RODRIGUES. **COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ESTUDO DE CASO EM GOVERNADOR VALADARES-MG**. (Trabalho de Conclusão de Curso). IFMG. Governador Valadares-MG, 16p. 2013

SOUZA, J.A.R; MOREIRA, D.A; GUIMARÃES, G.I; CARVALHO, W.B. **Caracterização e influência da sazonalidade na geração de resíduos sólidos em Urutaí-GO**. Multi-Science Journal, v.1, 2015(p. 79-83).

SUDBRACK JR. et al. **Diagnóstico a situação atual da Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos dos municípios limítrofes à BR 277, entre Cascavel e Foz do Iguaçu**. 2012

VELLOSO, M. P.; SANTOS, E. M. & ANJOS, L. A. **Processo de trabalho e acidentes de trabalho em coletores de lixo domiciliar na cidade do Rio de Janeiro, Brasil**. Cadernos de Saúde Pública, v.13, p. 693-700, 1997.

VIEIRA, VITOR RIBEIRO. **Avaliação Econômica do Reaproveitamento da Resina Plástica PET: Um estudo no município de Rio de Janeiro**. UFRJ. Rio de Janeiro, 2003.

VITAL ENGENHARIA. **Coleta domiciliar de Resíduos Sólidos: Relatórios 2002-2018**. Dados disponibilizados pela empresa.

APÊNDICE

PERDAS ECONÔMICAS PELA NÃO RECICLAGEM EM FOZ DO IGUAÇU

Nesta seção foi estimada a perda total econômica perdida pela não reciclagem de materiais, ou seja, pela destinação final de materiais recicláveis no Aterro Sanitário de Foz, de acordo com Calderoni 1999. Para isto foi estudada a metodologia de Viabilidade Econômica da Reciclagem. Esta metodologia faz possível estudar a viabilidade econômica da reciclagem através de um modelo proposto em um primeiro momento por Duston (1993) atualizado e adaptado pro Brasil por Calderoni (1999) e aplicado por Maguera (2003) para a cidade de Sorocaba, no seu livro *“Os Empresários do Lixo: um paradoxo da modernidade”* de onde foi adaptado e atualizado para a cidade de Foz do Iguaçu, no ano de 2019, para estudar o dinheiro que é perdido pelos materiais passíveis de reciclagem que são destinados ao Aterro Sanitário. De acordo com Maguera (2003), a reciclagem apresenta-se como uma alternativa correta tanto ambientalmente como economicamente, já que além de criar uma renda, também diminui os problemas ambientais intrínsecos da geração de lixo. O objetivo desta metodologia é mostrar que a reciclagem do lixo não é apenas uma necessidade ambiental, mas também é economicamente rentável.

Este modelo é aplicado para a lata de alumínio, vidro, papel e papelão e plástico que são os materiais recicláveis predominantes nos resíduos domiciliares brasileiros e também de maior interesse por parte do mercado, sendo o vidro uma possível exceção por exemplo no nosso município, onde foi relatado uma dificuldade por parte da cooperativa que atende a coleta seletiva de vender este material devido ao alto custo de transporte do mesmo e falta alternativas locais para a reciclagem do material. Maguera (2003) exemplifica que para a aplicação deste modelo é necessário conhecer a quantidade reciclada e a consumida de cada material, porém devido à falta destas informações para muitas cidades, é possível utilizar dados médios pro Brasil, sem comprometer o resultado das análises. Neste caso, esta metodologia vai ser utilizada em conjunto às quantidades de cada material que foram depositadas no Aterro Sanitário no ano de 2018, com o objetivo de mostrar quanto dinheiro foi perdido devido a não reciclagem destes materiais. A destinação de materiais recicláveis em aterros sanitários é um grande problema e ocorre principalmente pela falta de coleta seletiva, devido a que o programa ainda não cobre o 100% da cidade e também pela falta de cooperação dos moradores na hora de separar.

Basicamente, mesmo tendo coleta seletiva e também coleta por parte de catadores autônomos, sabendo a quantidade e tipo dos materiais recicláveis que foram destinados ao aterro, é possível calcular qual seria a economia se estes tivessem um destino final adequado. Para esta análise serão utilizados os dados da população do município assim como a geração mensal de lixo e a gravimetria dos resíduos em Foz do Iguaçu, junto com os dados da Coleta Seletiva. A esses valores serão adicionados os valores referentes à matéria prima, energia, água, transporte, etc. de acordo com o modelo de Calderoni (1999), mas sempre que possível atualizados ao ano atual e município de interesse.

Tabela 45. Dados gerais para o cálculo das Perdas Econômicas pela Não Reciclagem.

Principais Indicadores	Valor
População de Foz do Iguaçu	258.532 hab.
Produção de lixo urbano	7400 t/mês
Tarifa de energia elétrica média	R\$ 429.56 MWh ⁸

Fonte: Elaboração própria

Tabela 46. Dados sobre a Economia do alumínio.

Peso da lata de alumínio	15,6 g
Economia de energia elétrica mediante a reciclagem do alumínio	16,9 mil kWh/tonelada
Índice de reciclagem de lata de alumínio no Brasil	97.3% (Abrelatas, 2017)
Consumo per capita/ano	120,5
Composição de uma tonelada de alumínio	Necessárias 5 toneladas de bauxita
Custo da tonelada de bauxita	26.5 U\$S ⁹ Preço exportação R\$ 105
Redução na poluição da água	97%
Redução na poluição do ar	95%

Fonte: Elaboração própria, modelo MAGUERA (2003).

Tabela 47. Dados sobre a Economia do plástico.

Índice reciclagem do Plástico	25.8 % (Abiplast, 2016)
Quantidade	16,403.56 t/ano ¹⁰

⁸ O autor usou a meia entre consumo A1(>230 kv) e A2(88-138 kv) equivalente foi Tarifa convencional COPEL entre Consumo maior que 220 kv e Consumo de 101 a 220 kv, 2019).

⁹ IBRAM, 2018

¹⁰ Toneladas de Plástico depositadas no aterro sanitário 2018

Consumo de energia elétrica para produzir uma tonelada de plástico com materiais virgens	6,74 mil kWh por tonelada
Consumo de energia elétrica na produção a partir de material reciclado	1,44 mil kWh por tonelada
Economia de energia	5,3 mil kWh por tonelada
Preço da tonelada de plástico (resinas termoplásticas)	R\$ 5,866.67 ¹¹
Redução na poluição da água	40%
Redução na poluição do ar	80%

Fonte: Elaboração própria, modelo MAGUERA (2003).

Tabela 48. Dados sobre a Economia do papel e papelão.

Índice de reciclagem de papel/papelão no Brasil	52.3% (Abrelpe, 2017)
Quantidade consumida atualmente em Foz	7234.87 t/ano ¹²
Consumo de energia elétrica para produzir uma tonelada de papel com materiais virgens	4,98 MWh por tonelada
Consumo de energia elétrica na produção a partir de material reciclado	1,47 MWh por tonelada
Economia de energia	3,51 MWh por tonelada
Se economiza em matérias primas por tonelada	R\$ 581,64 ¹³
Economia de água para cada tonelada reciclada	30.000 litros de água ou 30m ³
Valor do metro cubico da água	R\$ 8,72 (SANEPAR, 2019)
Redução na poluição da água	35%
Redução na poluição do ar	74%

Fonte: Elaboração própria, modelo MAGUERA (2003).

¹¹ Média de Preços das resinas PEAD, PP e PVC, Abiplast(2018) pro começo de 2018.

¹² Toneladas de Papeis depositadas no aterro sanitário 2018

¹³ IPEA (2010) atualizado para 2018.

Tabela 49. Dados sobre a Economia do vidro

Índice de reciclagem de vidro no Brasil	47% ¹⁴
Quantidade consumida atualmente em Foz(embalagens)	1015.46 t/ano ¹⁵
Quantidade atual estimada da reciclagem em Foz	2%
Produção a partir de matéria-prima virgem, consumo de energia	4.83 mil kWh/t
Produção a partir da reciclagem, consumo de energia	4.19 mil kWh/t
Economia de energia	0.64 mil kWh/t
Custo da fabricação do vidro Soda-Cal, a partir de materia-prima virgem	R\$ 463,55/t ¹⁶
Custo da fabricação do vidro Soda-Cal, a partir da mistura de 40% de vidro reciclado.	R\$ 252,04/t ¹⁷
Redução na poluição da água	50%
Redução na poluição do ar	20%

Fonte: Elaboração própria, modelo MAGUERA (2003).

7.1 PERDAS ECONÔMICAS PELA NÃO RECICALEM EM FOZ DO IGUAÇU

7.1.1 Perda De Economia com a Não Reciclagem do Alumínio

O Consumo de latas de alumínio para a elaboração do cálculo foi feito utilizando a quantidade anual de alumínio depositada no aterro de foz (0,55% de 88,8 mil t) 486 toneladas, dividido pela população da cidade 258.532 (IBGE, 2019) e depois dividido pelo peso médio de uma lata: 15,6g (MAGUERA, 2003) tendo assim 120,5 latas por ano por pessoa, que foram consumidas e não recicladas. Este valor foi maior ao obtido mediante os dados do Relatório Abrelatas, 2018 que dão uma média de latas consumidas no Brasil, e por tanto foi o escolhido, considerando que se o valor dado como média para o Brasil é inclusive menor ao número calculado unicamente pelas latas que vão pro aterro, se entende que o consumo da região seja ainda muito maior.

O total de alumínio não reciclado que pode ser calculado seria de 486 toneladas de alumínio por ano. Agora, para saber os ganhos com a energia elétrica é só multiplicar as toneladas não recicladas 486t pelos MWh que seriam economizados na reciclagem

¹⁴ ABRELPE 2011, último dato oficial disponível no sistema, a categoria vidro foi excluída por falta de informações de 2012 até 2019.

¹⁵ Toneladas de Vidro depositadas no aterro sanitário 2018 + Coletadas pela Coleta Seletiva.

¹⁶⁻¹⁶ IPEA (2010) atualizado para 2018.

16,9 mil KWh (16,9 MWh) e pelo preço de cada MWh R\$ 429.56 MWh. Obtém se um total de R\$ 3.528.148,10 por ano. Para calcular quanto é perdido pela necessidade de utilização de mais matéria prima, o modelo do autor é feito a partir da bauxita, da qual precisam ser extraídas 5 toneladas para gerar 1 tonelada de alumínio, sendo que na produção de latas a partir do alumínio reciclado não é necessário a utilização da bauxita. O valor atual da exportação da bauxita e de R\$ 105 (IBRAM, 2018) por tonelada aproximadamente, sendo assim $486 \text{ t} \times 5 \times 105 = \text{R\$ } 255.150,0$ e o dinheiro perdido em materiais primas pela não reciclagem do alumínio.

Tabela 50. Perdas econômicas pela não reciclagem do alumínio

Economia em energia perdida	R\$ 3.528.148,10
Economia em matérias primas perdida	R\$ 255.150,00
Economia Total perdida	R\$ 3.783.298,10

Fonte: Elaboração própria

7.1.2 Perda de Economia com a Não Reciclagem do Papel/Papelão

Em relação ao papel/papelão, a economia em energia perdida é calculada de 7.234,77 toneladas que é a quantidade de papeis/papelão depositada no aterro, ou seja, não reciclada, multiplicado por 3,51 MWh que é a economia em energia gerada pela reciclagem e multiplicado pelo custo médio calculado do MWh pro estado do Paraná no ano de 2018, que é de R\$ 429.56 MWh, sendo assim $7.234,77 \times 3,51 \times 429,59 = \text{R\$ } 10.909.026,8$ é a economia de energia perdida pelas toneladas depositadas no aterro.

Por outro lado, a economia perdida em matérias primas é calculada multiplicando a diferença em termos de produção de papel/papelão a partir de matérias primas virgens, e produção a partir de aparas de papel reciclado, que traz uma economia de R\$ 581,64/t de acordo com os dados do IPEA (2010) que foram atualizados para 2018. Sendo assim temos que $581,64 \times 7.234,77 = \text{R\$ } 4.208.031,62$ seria a economia perdida pela não reutilização destes materiais. No caso da indústria do papel há outro fator importante quando se fala de reciclagem, a água. De acordo com o autor, por cada tonelada reciclada de papel, são economizados $29,20 \text{ m}^3$ para esta quantidade. A SANEPAR estabelece o custo de R\$ 8,72 por metro cúbico, então calculamos a economia de água

desperdiçada pela não reciclagem como: $7.234,77t \times 29,20m^3 \times R\$ 8,72 = R\$ 1.888.653,66$.

Tabela 51. Perdas econômicas pela não reciclagem do papel/papelão

Economia em energia perdida	R\$ 10.909.026,8
Economia em matérias primas perdida	R\$ 4.208.031,62
Economia em água perdida	R\$ 1.888.653, 66.
Economia Total perdida	R\$ 17.005.712,08

Fonte: Elaboração própria

7.1.3 PERDA DE ECONOMIA COM A NÃO RECICLAGEM DO PLÁSTICO

Para obter a quantidade de plástico estimada que foi depositada no aterro no ano de 2018, foi multiplicado o total de resíduos depositados no aterro para o ano de 2018 88,832.55 toneladas pela porcentagem do plástico no município de acordo com os dados da gravimetria que foi 18.47% (Plástico Rígido + Plástico Filme + Plástico PET). Assim, o resultado da quantidade de Plástico não reciclado foi de 16,403.56 toneladas. O reaproveitamento do Plástico gera uma economia de energia de 5,3 mil kWh por tonelada reciclada. Sendo assim multiplicamos as toneladas não recicladas pela economia de energia pelo custo do kWh tendo 16,403.56 toneladas x de 5,3 mil kWh x R\$ 429.56 MWh totalizando uma economia de R\$ 37,345,460.14 que foram desperdiçados.

Por outro lado, a economia de matéria prima perdida se calcula usando como base o preço das resinas termoplásticas, que foi em média R\$ 5,866.67 (Média de Preços das resinas PEAD, PP e PVC, Abiplast 2018 pro começo de 2018). Sendo assim, seguindo o modelo do autor, para obter a economia perdida com matérias primas multiplicamos o preço médio da resina termoplástica pela quantidade de plástico não reciclada. Assim 16,403.56 toneladas x R\$ 5,866.67= R\$ 96,234,273.35.

Tabela 52. Perdas econômicas pela não reciclagem do plástico.

Economia em energia perdida	R\$ 37,345,460.14
Economia em matérias primas perdida	R\$ 96,234,273.35.
Economia Total perdida	R\$ 133,579,733.49

Fonte: Elaboração própria

7.1.4 Perda de Economia com a Não Reciclagem do Vidro

O cálculo para a economia perdida pela não reciclagem do vidro é baseado na utilização de 40% de vidro reciclado na criação de novas garrafas, gerando no processo uma economia de 0,64 mil kWh por tonelada. Então, sendo a quantidade depositada no aterro foi de 933,66 toneladas, a economia de energia 0,64 mil kWh e o custo do mWh 429,56 o total desperdiçado pela não reciclagem do vidro é de R\$ 256,680.31.

Para calcular a economia de matérias primas perdidas, foram utilizados os dados de custos de produção de garrafas de vidro com matéria virgem, é utilizando 40% de vidro reciclado, que é a aplicação mais comum do vidro reciclado. Para isto foram atualizados os custos apresentados pelo autor para o ano de 2018. Sendo assim, multiplicamos as toneladas de vidro depositadas no aterro 933.66 pelo custo da produção de garrafas de vidro misturado com materiais reciclados que é de R\$ 252.04 tendo um total de R\$ 235,319.67. Agora temos que calcular o custo de produção do vidro a partir de matérias primas, e calcular a diferença entre os 2 processos. Essa diferença será a economia perdida em matéria prima. Para isto multiplicamos as toneladas de vidro 933.66 pelo custo da produção de vidro a partir de matérias primas R\$ 463.55, que dá como resultado R\$ 432,798.09. Então, a diferença entre o custo de produção a partir de matérias primas R\$ 432,798.09 e o custo utilizando 40% de material reciclado R\$ 235,319.67 é a economia perdida, R\$ 197,578.42.

Tabela 53. Perdas econômicas pela não reciclagem do vidro.

Economia em energia perdida	R\$ 256,680.31
Economia em matérias primas perdida	R\$ 197,578.42.
Economia Total perdida	R\$ 454,258.73

Fonte: Elaboração própria