



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Química

Curso de Química Tecnológica

**Estudo de caso das tecnologias do centro de reciclagem do Distrito Federal
em comparação com a Nova Zelândia em uma visão ampla e crítica.**

Eduardo Oliveira Resende Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Prof. Dr. Paulo Anselmo Ziani Suarez

Co-orientador: Profa. Dra. Fernanda Vasconcelos de Almeida

Brasília, Agosto de 2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Química

Curso de Química Tecnológica

**Estudo de caso das tecnologias do centro de reciclagem do Distrito Federal
em comparação com a Nova Zelândia em uma visão ampla e crítica.**

Eduardo Oliveira Resende Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Prof. Dr. Paulo Anselmo Ziani Suarez

Co-orientador: Profa. Dra. Fernanda Vasconcelos de Almeida

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Instituto de Química – IQ, da Universidade de Brasília – UnB, como requisito parcial ao programa de graduação em Química Tecnológica, para obtenção do título de Bacharel em Química Tecnológica.

Brasília, Agosto de 2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Química

Curso de Química Tecnológica

Monografia apresentada ao Instituto de Química – IQ, da Universidade de Brasília – UnB, como requisito parcial ao programa de graduação em Química Tecnológica para obtenção do título de Bacharel em Química Tecnológica.

Estudo de caso das tecnologias do centro de reciclagem do Distrito Federal em comparação com a Nova Zelândia em uma visão ampla e crítica.

Eduardo Oliveira Resende Júnior

Professor orientador: Prof. Dr. Paulo Anselmo Ziani Suarez

Professor co-orientador: Profa. Dra. Fernanda Vasconcelos de Almeida

“A melhor vida não é a mais comprida, mas sim a mais rica em boas ações.”

(Marie Curie)

Agradecimentos

Inicialmente, gostaria de agradecer a Deus, por me permitir vivenciar todos os momentos, e à minha família, por sempre me apoiar e proporcionar sabedoria nos momentos difíceis passados na UnB. Agradeço em especial aos meus pais, que fizeram de tudo para eu poder ingressar e concluir o curso. Agradeço ao meu irmão e à minha irmã Isabella por todo amor e paciência, e a ela especialmente por me levar marmita e me ajudar quando estudávamos juntos. Além disso, agradeço enormemente à minha namorada Ana Júlia, que sempre me ajudou e entendeu minha ausência.

Gostaria também de agradecer a todos os amigos de graduação, cujos caminhos cruzaram com o meu durante o período em que estive na UnB. Partilhamos com as mesmas angústias e tranquilidades, o que deixou meus anos mais leves. Pelas festas e conhecimentos compartilhados ao longo desses anos, agradeço principalmente a meus amigos Luana, Thomas, Arthur, Rafael, Caio, Pedro, Gabriel, Vanessa, Crispin, Carois, Luca, Lari, Talita, Rodrigo, Naths, Paulo, e a querida Grazi que está no paraíso e em nossos corações em todos os momentos. A Rosikella agradeço por toda a ajuda e em especial em cálculo 2.

Além disso, gostaria de agradecer enormemente à minha amiga Elisa, que me acompanhou no período de desenho técnico e tópicos inorgânicos e que me influenciou a sair do Brasil. Por isso, vivi a experiência mais incrível de minha vida, ao morar 3 anos no exterior. Ela apoiou-me e ajudou-me em trabalhos e ideias malucas. Obrigado por tanto!

Por fim, agradeço ao Professor Paulo e a Professora Fernanda, visto que não consigo imaginar orientadores melhores. Obrigado por toda paciência, confiança e por dar o seu melhor no desenvolvimento desse projeto. Agradeço também a todos os bons professores que passaram pela minha vida ao longo de todos esses anos, aprendi muito em cada momento.

Lista de abreviaturas

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos

ASB - Aterro Sanitário de Brasília

RU - Resíduos Urbanos

SLU - Serviço de Lixo Urbano

RSW - Solid Urban Waste

SLU/DF- Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal

GERAT - Gerência de Aterros

NUASA - Núcleo do Aterro Sanitário

DQO – Demanda Química de Oxigênio

DBO – Demanda Biológica de Oxigênio

Lista de figuras

- Figura 1.** Metodologia de Análise de Custo.
- Figura 2.** Representação esquemática da cadeia da reciclagem.
- Figura 3.** Aterro Sanitário.
- Figura 4.** Modelo tecnológico do processamento de RSU.
- Figura 5.** O papel a partir de suas matérias-primas.
- Figura 6.** Processo de produção do papel.
- Figura 7.** Esquema da produção de ferro em um alto forno, fonte
- Figura 8.** Eletrólise do processo de Héroult-Hall na obtenção de alumínio.
- Figura 9.** Gaseificador de plasma.
- Figura 10.** Tecnologia de Gaseificação Nexterra.
- Figura 11.** Esquema da utilização de Biodigestor.
- Figura 12.** Composteira Minhocário com coleta de chorume.
- Figura 13.** Composteira com um único compartimento sem a coleta do chorume.
- Figura 14.** Taxas de reciclagem do alumínio dos principais países desta reciclagem.
- Figura 15.** Descarga de lixo da construção civil no Lixão da Estrutural, em 2019.
- Figura 16.** Localização do Aterro Sanitário de Brasília, com destaque para a região administrativa de Samambaia.
- Figura 17.** Imagem do ASB tirada no dia 25 de Janeiro de 2021.
- Figura 18.** Imagem do ASB tirado no dia 16 de Janeiro de 2021.
- Figura 19.** Resultados dos estudos gravimétricos realizados no Aterro Sanitário de Brasília no primeiro semestre de 2021.
- Figura 20.** Histórico de gravimetrias no ASB
- Figura 21.** Foto aérea do CIR.
- Figura 22.** Dados das cooperativas em relação às receitas dos materiais vendidos.
- Figura 23.** Gráfico em toneladas de 2009/2010 até 2020/2021 RSU destinados a Aterros do tipo 1.
- Figura 24.** Análise gravimétrica da composição de aterros da Classe 1.
- Figura 25.** Ilustração mostrando itens e materiais de plástico sendo eliminados.
- Figura 26.** Toneladas de resíduos no aterros ao decorrer dos anos.
- Figura 27.** Foto aérea do Materials Recovery Facility (MRF) Visy.
- Figura 28.** Foto interna da indústria de Materials Recovery Facility (MRF) Visy.
- Figura 29.** Gráfico sobre a importância dada ao meio ambiente.
- Figura 30.** Gráfico sobre o quanto as atitudes favorecem o meio ambiente
- Figura 31.** Gráfico sobre a atitude de catar o lixo do chão.
- Figura 32.** Gráfico sobre onde os entrevistados tiveram uma maior formação sobre a reciclagem.
- Figura 33.** Gráfico sobre redução do consumo de plástico.
- Figura 34.** Gráfico sobre o uso de sacolas plásticas.
- Figura 35.** Gráfico sobre participação em coleta seletiva.
- Figura 36.** Gráfico sobre a separação correta do lixo.
- Figura 37.** Gráfico sobre compostagem (passado).
- Figura 38.** Gráfico sobre compostagem (presente).

Lista de tabelas

Tabela 1. Resumo de áreas, capacidade e vida útil de cada Etapa de implantação e operação do ASB

Tabela 2. Resultados dos estudos gravimétricos realizados no Aterro Sanitário de Brasília no primeiro semestre de 2021.

Tabela 3. Consumo de energia da CEB no ano de 2021.

Tabela 4. Produção de Resíduos na Nova Zelândia em Tonelada/ano.

Resumo

Atualmente, a má destinação dos resíduos sólidos urbanos é um grande desafio ambiental para o governo brasileiro, e uma saída para o problema é a reciclagem destes resíduos. A solução surge como uma medida social, econômica e ambiental. Dessa forma, descreve-se o desenvolvimento e a avaliação de um método baseado em revisão bibliográfica, visitas técnicas, entrevistas e pesquisas para estabelecer um melhor parâmetro das tecnologias atuais empregadas em centros de reciclagem do Brasil em comparação com a Nova Zelândia. Empregam-se estratégias de automação nos processos com o uso de equipamentos e maquinário para a separação e tratamento dos resíduos no estudo de melhor aplicabilidade e viabilidade tecnológica e técnico-econômica do processo de reciclagem, a fim diminuir a quantidade de aterros sanitários e lixos jogados em lugares indevidos. Assim, visa-se melhorar o desempenho por meio de investimentos na gestão da reciclagem em Brasília-DF ao mostrar os problemas relacionados à forma do sistema atual, à produção de resíduos sólidos nas cidades e ao seu destino final. A reciclagem é uma das possibilidades de diminuir o processo de degradação ambiental, porém dados mostram que no Brasil a maior parte da reciclagem de resíduos sólidos ainda não é uma ação política e social na resolução do problema. Foram observados os processos no modo de produção da reciclagem de diferentes materiais, como material orgânico, metais, papéis, alumínio e vidro. O objetivo da investigação foi obter uma análise e, considerando os resultados obtidos, o método proposto poderia ser utilizado em análises quantitativas para a determinação da melhoria nos processos. Por conseguinte, seria eliminada a subjetividade de determinações visuais e seria proporcionado um processo simples e de baixo custo.

Palavras-chave: Reciclagem; cooperativas; tecnologias de reciclagem; processos industriais; resíduos; gerenciamento de resíduos; Resíduos Sólidos Urbanos - RSU

Abstract

Currently, the poor disposal of urban solid waste is a major environmental challenge for the Brazilian government and one way out of the problem is the recycling of this waste. The solution emerges as a social, economic and environmental measure. Thus, describes the development and evaluation of a method based on literature review, technical visits, interviews and research to establish a better parameter of current technologies used in recycling centers in Brazil compared to New Zealand. Process automation strategies are used with the use of equipment and machinery for the separation and treatment of waste in the study of better applicability and technological and technical-economic feasibility of the recycling process, with an emphasis on improving technologies, in order to reduce the amount of landfills and garbage dumped in inappropriate places. Thus, the aim is to improve the performance through investments in recycling management in Brasília-DF by showing the problems related to the form of the current system, the production of solid waste in cities and its final destination. Recycling is one of the possibilities to reduce the process of environmental degradation, but data show that in Brazil most solid waste recycling is not yet a political and social action to solve the problem. The processes in the production mode of recycling different materials, such as organic material, metals, paper, aluminum and glass, were observed. The objective of the investigation was to obtain an analysis and, considering the results obtained, the proposed method could be used in quantitative analyzes to determine the improvement in processes. Therefore, the subjectivity of visual determinations would be eliminated and a simple and low cost process would be provided.

Keywords: Recycling; cooperative; recycling technologies; industrial processes; Trash; waste management; Solid Urban Waste - RSW

Resumen

Actualmente, el mal destino de los residuos sólidos urbanos es un gran desafío ambiental para el gobierno brasileño, y una de las soluciones al problema es el reciclaje de estos residuos. La solución surge como una medida social, económica y medioambiental. Así, describe el desarrollo y una evaluación de un método basado en la revisión de la literatura, visitas técnicas, entrevista e investigación para establecer un parámetro de las tecnologías actuales utilizadas en los centros de reciclaje en Brasil en comparación con Nueva Zelanda. Se utiliza estrategias de automatización de procesos con el uso de equipos y maquinaria para la separación y tratamiento de residuos en el estudio de mejor aplicabilidad y factibilidad tecnológica y técnico-económica del proceso de reciclaje, con énfasis en la mejora de las tecnologías para reducir la cantidad de rellenos sanitarios y basura vertida en lugares inadecuados. Así, el objetivo es mejorar el desempeño a través de inversiones en la gestión del reciclaje en Brasilia-DF, mostrando los problemas relacionados con la forma del sistema actual, la producción de residuos sólidos en las ciudades y su destino final. El reciclaje es una de las posibilidades para reducir el proceso de degradación ambiental, pero los datos muestran que en Brasil la mayor parte del reciclaje de residuos aún no es una acción política y social para resolver el problema. Se observaron procesos en el modo de producción de reciclaje de diferentes materiales, como materia orgánica, metales, aluminio y vidrio. El objetivo de la investigación fue obtener un análisis y, considerando los resultados obtenidos, el método propuesto podría ser utilizado en análisis cuantitativos para determinar la mejora del proceso. Por tanto, se eliminaría la subjetividad de las determinaciones visuales y favorece un proceso sencillo y de bajo coste.

Palabras-clave: Reciclaje; cooperativa; tecnologías de reciclaje; proceso industrial; basura; gestión de residuos; residuos sólidos urbanos - RSU

Sumário

1	– INTRODUÇÃO.....	14
2	– OBJETIVOS.....	15
	2.1 Objetivo geral.....	15
	2.2 Objetivos específicos.....	15
3	– METODOLOGIA.....	16
	3.1 Revisão bibliográfica.....	17
	3.2 Entrevistas e visitas técnicas.....	18
	3.3 Pesquisa.....	19
	3.3.1 Instrumento de pesquisa.....	19
	3.3.2 Universo e amostra	19
4	– REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
	4.1 Efeitos dos resíduos Sólidos	20
	4.2 Reciclagem	25
	4.3 Centro de reciclagem	30
	4.4 Cidade Estrutural	34
	4.5 Auckland, Nova Zelândia	37
5	– RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
	5.1 Reciclagem.....	44
	5.1.1 Papéis	48
	5.1.2 Vidro	52
	5.1.3 Metais	54
	5.1.4 Plásticos.	62
	5.1.5 Orgânicos	67

5.2	Reciclagem no Brasil.....	77
5.3	Coleta Seletiva, no Brasil.....	81
5.4	Reciclagem, em Brasília	82
5.5	RSU Brasília - DF.....	85
5.6	Reciclagem, na Nova Zelândia	97
5.7	Coleta Seletiva, na Nova Zelândia.....	104
5.7.1	“Zero Resíduos na Nova Zelândia em 2040”.....	106
5.7.2	Visy, Nova Zelândia	109
5.8	Comparações.....	113
6	Conclusão	122
7	Bibliografia.....	126

1 Introdução

A preservação ambiental é essencial para a vida no planeta, visto que os humanos e todos os seres vivos necessitam retirar da terra nutrientes para se manterem vivos e produtivos. No entanto, no contexto contemporâneo, existem grandes impactos ambientais que são causados pelos resíduos sólidos urbanos com destinação final inadequada, o que gera um risco para a saúde do planeta devido ao seu descarte inapropriado e a sua alta produção diariamente.

A reciclagem é uma das saídas que se tem atualmente devido ao acúmulo de resíduos sólidos. É fundamental que haja um correto processamento dos resíduos com rotas estabelecidas, para que estes possam ser reintroduzidos na cadeia produtiva. A utilização de tecnologias como sensores óticos, eletroímãs e equipamentos em geral no processamento desses resíduos e também um planejamento de gestão de reciclagem com um grande investimento e fiscalizações regulares é essencial, a fim de que se reduza ou até mesmo se elimine o aumento excessivo da geração de resíduos sólidos e o seu destino inapropriado.

Com a exposição do trabalho de conclusão de curso em questão, pode-se desenvolver bons hábitos ambientais. O desfrute das peculiaridades da reciclagem é um dos assuntos complexos mais fundamentais na grade ambiental dos dias atuais. No entanto, no Brasil ainda há que se aprimorar muito mais os processos de recuperação dos resíduos sólidos para que cheguemos aos níveis de reciclagem dos países desenvolvidos com o uso de maquinário para a separação e recuperação dos resíduos e automatização dos processos.

Dentre as causas da alta produtividade de resíduos sólidos no Brasil, encontra-se sua grande população e o modelo adotado pela sociedade atual de capital, baseada em excesso de consumo. Nesse sentido, a lei estabelecida no Brasil pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) fez grandes mudanças em todo o território nacional, porém ainda é necessária uma aplicação desta, de forma mais efetiva em todo o país. Consequentemente, haveria um maior controle da poluição oriunda do destino inadequado do lixo.

Entretanto, os brasileiros ainda encaram com certa resistência a separação correta do lixo, a qual é pouco praticada no dia a dia devido à falta de informações e

de programas de gestão para educação e informação sobre a separação correta do lixo. O motivador da não aderência à coleta seletiva em território nacional é a falta de investimento e de incentivo do governo na indução de atividades que podem causar um melhoramento desses fatores. Tais motivos contribuem para que grande parte da poluição do lixo seja destinada diretamente para o meio ambiente. Em contrapartida, o processamento dos resíduos sólidos para a obtenção do produto da reciclagem faz-se nos centros de reciclagem, onde estes resíduos são operados na forma industrial para que sejam tratados corretamente. Dessa forma, os resíduos teriam condições de voltar à cadeia produtiva em forma de matéria prima e, por fim, de ter um ciclo produtivo.

Logo, todo material que possa ser reciclado deve ser devidamente separado pela população e coletado pelo governo, o qual, em teoria, deveria dar um destino final adequado a estes resíduos como as cooperativas de reciclagem e o rejeito para os aterros sanitários. Entretanto, na situação atual do Brasil somente ocorre a reciclagem de menos de 4% do total de resíduos produzidos pois essas medidas não são adotadas adequadamente. Pois se soubermos usar apropriadamente esse recurso e conhecermos cada etapa desse processo, podemos encontrar soluções que minimizem as características que agridem o meio ambiente, fazendo com que esse meio seja cada vez mais vantajoso principalmente a partir do desenvolvimento de novas tecnologias. Para tal fim, é preciso conhecer o material que será reciclado, suas propriedades físicas e químicas e usá-lo de forma correta, com o intuito de aproveitar ao máximo os seus benefícios e, assim, voltar para o ciclo produtivo.

Nesse sentido, é essencial entender como acontece o processo de coleta e tratamento do lixo em países que há tempo já estruturaram o setor de forma a minimizar o impacto ambiental. Comparar os processos usados nesses locais com o que está sendo feito no Brasil é importante para apontar possíveis soluções em nosso país.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Processos e tecnologias aplicadas no tratamento de lixo em centros de reciclagem da Nova Zelândia, onde o setor já está amadurecido, e comparar com

centros recentemente instalados em Brasília.

2.2 Objetivos específicos

- Revisão bibliográfica sobre o lixo no Brasil e no mundo;
- Análise de necessidade e seleção do melhor método para o melhor desempenho do centro de reciclagem de Brasília-DF.
- Rotas de aplicação do resíduo ou de produtos rejeitos, que poderão ser obtidos com a separação do lixo, podendo ser aplicado como biogás;
- Estudo da viabilidade técnica e econômica da aplicação das tecnologias selecionadas.
- Pesquisa com a população do Brasil e da Nova Zelândia sobre a educação ambiental e no processo de reciclagem e coleta seletiva.

3 Metodologia

Trata-se de um estudo de caso do tipo qualitativo, analítico, exploratório e descritivo que foi realizado mediante a aplicação de entrevistas conduzidas com os responsáveis e com visitas técnicas ao Lixão, ao Centro de Reciclagem da Estrutural – DF bem como ao Visy (Centro de Reciclagem em Auckland – Nova Zelândia).

Sobre o tema, Sellitz em (SELLITZ *et al.*, 1967, *apud* GIL, 2002, p.41) descrevem que as pesquisas exploratórias:

Têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como o objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado [...].

Dessa forma, os estudos exploratórios são flexíveis, permitindo a análise de vários aspectos de um mesmo acontecimento aconselhados para habituar-se com um fato ou alcançar uma nova percepção deste fato.

Em Gil, afirma-se que:

Pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Na realidade, a pesquisa desenvolve-se ao longo

de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados” (2002, p. 17).

Por conseguinte, esta pesquisa, baseada em seus objetivos e quanto à forma de abordagem do problema, utiliza-se de ferramentas técnicas para o levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado. Embora seja bastante flexível esta pesquisa, considera-se como uma forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso. Uma pesquisa exploratória, como afirma (GIL, 2002, p. 54), “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento [...]”.

Por sua vez, a coleta de dados foi obtida por meio de levantamento de dados de documentos contemporâneos ou retrospectivos, considerados autênticos fornecidos pelas empresas. Ademais, foram também realizadas entrevistas não estruturadas e informais com o responsável técnico dos centros de coletas, dando ênfase ao assunto dos processos de reciclagem e tecnologias implementadas.

Por fim, também pediu-se ao Governo do Distrito Federal informações relacionadas aos objetivos do trabalho por meio de comunicação direta aos responsáveis dos órgãos de interesse. Então, desse modo, a metodologia adotada colaborou para a percepção do panorama da situação atual e foram ressaltados os aspectos positivos e negativos encontrados nas análises dos dados.

3.1 Revisão bibliográfica

Para o levantamento de dados, utilizou-se de meios como a consulta de livros, de artigos e de sites que abordam o problema dessa pesquisa. Para Vergara, define-se a pesquisa bibliográfica como um “estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais e redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral” (2005, p. 48). Assim sendo, reconhece-se que este trabalho se caracteriza como pesquisa bibliográfica.

Então, inicialmente foi realizada pesquisa bibliográfica, cujos passos adotados foram os seguintes:

- Pesquisa de material bibliográfico que irá embasar fundamentos;
- Revisão de leitura e seleção do material pesquisado;
- Levantamento de outros fatores sobre o tema;
- Manuseio dos dados coletados;

- Redação da monografia

3.2 Entrevistas e visitas técnicas

Visitas técnicas não foram realizadas nos próprios centros de reciclagem devido a pandemia atual e, por sua vez, as entrevistas, feitas por meio de ligações e mensagens, tiveram foco nos responsáveis e nos trabalhadores do local. Os registros da entrevista foram feitos com uma câmera fixa e, para a filmagem e uso de imagem e voz, houve a prévia autorização dos entrevistados. Estes foram selecionados e analisadas as suas respostas, a fim de obter um maior conhecimento a partir dos questionamentos realizados, de forma a apreender, por meio de suas falas, algum conteúdo em que se identificasse a presença das respostas das perguntas previamente estabelecidas.

Em seguida, com a finalidade de caracterizar a melhor rota a ser tomada para o centro de reciclagem ter um maior rendimento, foi analisado o Centro de Reciclagem de Brasília localizado na cidade Estrutural e o Centro de Reciclagem de Auckland Visy na Nova Zelândia. Para isso, foram analisados dados obtidos por meio da pesquisa e contato direto com as indústrias e as entrevistas feitas, a fim de abordar os temas de como ocorre a coleta seletiva, quais as tecnologias implantadas na empresa, como são os processos de separação, trituração, empacotamento e também os processos de tratamento posteriores do vidro, papel e papelão, alumínio, metais e plásticos.

A matéria prima utilizada é o lixo, que requer da sociedade a conscientização para uma coleta seletiva adequada. Assim, aumenta-se a eficiência mediante as atuais tecnologias disponíveis na matriz do centro de reciclagem. Então, será realizada uma pesquisa com a população do Brasil e da Nova Zelândia para avaliar os conhecimentos no que diz respeito ao lixo na questão ambiental.

Após a obtenção dos dados, a análise do estudo de caso visa abordar os principais pontos estabelecidos durante o desenvolvimento da pesquisa. A finalidade é a escrita de texto que critique a questão das tecnologias aplicadas à questão ambiental e do lixo em Brasília bem como as medidas adotadas em relação a esses pontos. Com a caracterização do problema, serão investigadas as rotas de aplicação

da solução e o estudo econômico destas para melhor satisfazer o mercado industrial e ambiental.

3.3 Pesquisa

Para o desenvolvimento do trabalho, foram feitas pesquisas, cujo público-alvo se constitui de pessoas do Brasil e da Nova Zelândia, a fim de familiarizar-se com o meio externo, conhecer o cenário em que a organização se encontra e conhecer sobre a sua atuação na reciclagem. Ao final, foram 272 pessoas que responderam ao questionário da pesquisa, que foi executada de forma virtual. A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário — de forma online, no período dos meses de setembro e outubro de 2021 — estruturado com a ajuda da ferramenta de Formulários Google.

Nesse viés, Richardson (1985) afirma que a abordagem de uma pesquisa pode ser de caráter quantitativa. Ou seja, intenciona-se a garantia da precisão dos resultados, caracterizada pela quantificação nas modalidades de coleta de dados e pela utilização de técnicas estatísticas, por exemplo, percentual, média, desvio padrão ou de caráter qualitativa descrito. O autor ainda afirma que esses tipos de pesquisa

Podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos (1985, p. 39).

Então o presente trabalho utiliza desta forma de abordagem para tratar dos temas em questão.

3.3.1 Instrumento de pesquisa

Utilizou-se nesta pesquisa um questionário online, o qual continha duas partes. A primeira constitui-se de perguntas que, de tal forma, suas respostas geram os resultados obtidos por meio de *pontos (0 a 5)*, variando entre discordo totalmente e concordo totalmente. Na segunda parte, algumas questões foram perguntas fechadas com respostas dicotômicas (sim ou não).

3.3.2 Universo e amostra

O universo desta pesquisa foi constituído por todos os moradores do Brasil e da Nova Zelândia que foram alcançados pela pesquisa, obtida em novembro e outubro de 2021. Em princípio, seriam abordados 1000 entrevistados de cada país, porém com o contexto da pandemia inviabilizou abordagens pessoais, sendo utilizado somente o canal de questionários por meio da internet (Google Forms). Os integrantes da pesquisa totalizaram 272 cooperados, sendo uma amostra de 201 brasileiros e 71 neozelandeses.

4 Revisão bibliográfica

4.1 Efeitos dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos produzidos por uma cidade ou um centro industrial geram degradação ambiental e poluição, e a sua dimensão global pode afetar drasticamente o futuro da humanidade. De forma a minimizar o problema, tais resíduos podem ser separados em casa, para recuperação e reciclagem. Assim, em uma época de aumento da consciência ambiental, é possível entender que, nos países desenvolvidos, o apoio crescente das comunidades aos programas de gestão dos resíduos estimula sua recuperação em vez de mera disposição. Por isso, o crescente conhecimento das implicações dos resíduos sobre o meio ambiente, do aumento do volume ser disposto e mais a amplificação da consciência ambiental determinaram uma nova qualificação para o problema.

Considerados perigosos e nocivos à vida, os resíduos sólidos têm atributos físicos, químicos e infectocontagiosos. Portanto, o descarte impróprio deles, ou seja, sem um destino ou tratamento final, pode gerar danos ao meio ambiente. Como exemplo disso, pode-se citar o fato de que o resíduo orgânico tem os processos de decomposição, com etapas físicas, químicas e biológicas, produzindo líquidos como o chorume, com grande porcentagem de concentração de metais pesados, por exemplo chumbo, níquel, cádmio, dentre outros. Tais metais geram a contaminação hídrica quando infiltrados no solo se não forem tratados de forma adequada. Ademais, geram igualmente produtos oriundos da decomposição anaeróbica liberados para a atmosfera,

que são poluentes e também gases de amônia, enxofre, gás carbônico, entre outros compostos (BIDONE; POVINELLI, 1999).

As relações entre homem, meio ambiente e ecossistema vêm se intensificando desde a época em que a sociedade vivia inicialmente da coleta e da caça para subsistência até a sociedade atual, com alto e exagerado consumo de alimentos, energia e produtos. Isso gera a produção de muito material de reciclagem, pouco durável e não biodegradável, o que resulta em montanhas de lixo que não têm muito como se decompor. Consequentemente, a crise ambiental provocada pelo crescimento populacional exagerado, por um maior consumo de alimentos e também pela demanda crescente por energia e produtos afetou negativamente o mundo nos últimos 30 anos e principalmente nas últimas décadas como apresentado em ABRELPE (2020, p. 140). Nessa fonte, mostram-se os dados de que, nos anos 2010 a 2019, houve um aumento de 118,5% na produção geral de resíduos em toneladas por ano. Outrossim, para a produção per capita de resíduos, houve um aumento de 108,8% correspondendo a 30,9 kg/hab/ano. Como efeito direto, a crescente produção de resíduos tornou-se um grande problema e preocupações de governantes e ambientalistas, o que faz necessário se ter uma maior discussão sobre o tema ABRELPE (2020, p. 140).

Em geral, é possível notar que a reciclagem pode ser a solução para reduzir o volume de resíduos, a fim de obter também um lucro com esse processo. Então, com essa ação, gera-se uma série de consequências como um circuito de consumo das mercadorias que podem ser recicladas e de ganhos ambientais. Levando em consideração a sociedade atual que segue os padrões do capitalismo, deve-se discutir a temática de como preservar o ambiente e ao mesmo tempo fazer o estímulo do consumo de forma sustentável. Para isso, com o objetivo de uma maior conscientização e de discutir o tema em questão globalmente, as Nações Unidas criaram o ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), pela qual foi iniciada a noção do que é sustentabilidade que foi abordado em 1972 na conferência de Estocolmo, onde discutiram sobre a degradação ambiental e a poluição.

Vinte anos após esse ocorrido, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) ou ECO-92 ocorrida no Rio de Janeiro, com a presença de 170 países, ocorreu a definição da Agenda 21, em que foi elaborada a consciência de que na sociedade cada cidadão desempenha responsabilidade sobre o papel ambiental, econômico, social e político. Assim, há a integração de toda a

sociedade no processo de construção do futuro e, conseqüentemente, a consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável. Essa forma de desenvolvimento tem como premissa a utilização racional dos recursos naturais, deixando-os disponíveis também para as futuras gerações, à vista disso proporciona uma nova sociedade justa, do ponto de vista econômico, social e ambiental. Nesse viés, foi comprovada a urgente necessidade de se conceber projetos e um sistema de gestão ambiental para os resíduos sólidos, a fim de solucionar a problemática.

Do mesmo modo, na Rio-20, abordaram-se tais temas: as mudanças climáticas; as evidências do aumento de emissões de CO₂; o aumento da temperatura no globo; o esgotamento dos recursos finitos, o descarte inadequado de dejetos em lixões e aterros sanitários; os lixos nos oceanos, o que gera a contaminação das águas e a proliferação de doença no ambiente. Nessa conferência, houve a presença de vários governantes de todo o mundo e lá se aceitou pela primeira vez que o homem estava alterando o ambiente. Os oficiais concordaram que deveriam ser tomadas medidas para reduzir a interferência humana, com o intuito de suscitar a política dos três “Rs” (reusar, reduzir e reciclar) (GÜNTHER, 2000; NOVAES, 2000). Atualmente, essa política foi adaptada para 5 “Rs” (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar).

Ainda com relação à Agenda 21, foram feitas propostas para serem executadas progressivamente, com metas estabelecidas, as quais buscavam o desenvolvimento sustentável a partir da avaliação das potencialidades e vulnerabilidades de cada país. Por conseguinte, haveria uma maior interação entre a sociedade civil e o setor público no combate à degradação ambiental. Tais propostas foram operadas acerca do tratamento dos resíduos sólidos, da área ambiental cujo objetivo era a economia de energia e de recursos naturais, da preservação e da conservação do ecossistema e da biodiversidade, da redução da emissão de carbono, da logística dos recursos hídricos, da produção sustentável e da eliminação gradual da poluição e da exploração inadequada do meio ambiental. Na área social, as propostas foram de uma saúde de qualidade, de maior distribuição de renda, de democratização da educação com um maior conhecimento técnico, científico e cultural para todos. Para isso, é necessário um maior empenho dos governos no apoio das iniciativas de organizações populares, tendo em vista a autonomia e a sustentabilidade econômica, relacionadas aos programas de desenvolvimento local, de economia solidária e de cooperativismo e associativismo (NOVAES, 2000).

Na Constituição Federal, no artigo 225 com o status de direito fundamental, diz-se que todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, considerado bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Impõe-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (CF, 1988). Dessa forma, mostra-se expressamente o dever de proteção ao meio ambiente por se considerar ainda mais que o Brasil possui a maior biodiversidade do planeta, conforme dados extraídos do sítio do Ministério do Meio Ambiente.

Como efeito dessa problemática mundial, o Brasil criou a Legislação Brasileira da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), da qual valem ser destacados alguns pontos importantes citados abaixo. Devido ao não cumprimento dessa lei, o ambiente é agredido de forma drástica. Por consequência, ações como a eliminação dos lixões e a substituição deles por aterros sanitários, o correto destino dos resíduos das indústrias e o seu devido processamento para o tratamento de efluentes ainda são questões que devem ser solucionadas no Brasil. Instituída pela Lei nº 12.305/10 (02/08/2010), a PNRS permite que houvesse um avanço necessário ao enfrentamento dos principais problemas ambientais e socioeconômicos decorrentes do manejo inadequado dos RSU ao fazer mudanças nos hábitos de consumo e do aumento da reciclagem.

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos que altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. artigo 3º:

IV - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;

V - coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos;

X - Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as

dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

XV - Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

XVII - responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei; Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

§ 2º A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no **caput** e no § 1º deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei.

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do **caput**, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal. (PNRS, 2010)

Com a PNRS, houve uma maior implantação da coleta seletiva, da eliminação de lixões e do estímulo à reciclagem e reutilização; grandes alterações no gerenciamento dos resíduos sólidos e a obrigatoriedade de desativação dos “lixões” até agosto de 2014. Logo, com base nos fatos apresentados, o presente trabalho mostra os principais processos tecnológicos e os programas de gestão aplicados na reciclagem da Nova Zelândia em comparação ao Brasil.

4.2 Reciclagem

A sustentabilidade ambiental e social se cria a partir de projetos, ações e gestões políticas com sistemas interligados. Nesse sentido, para que se alcance a redução do lixo gerado pela população, são feitas a reutilização de materiais descartados e a reciclagem dos materiais que possam servir de matéria prima para a indústria. Assim, limita-se o desperdício e gera-se renda, ao se dar um melhor destino para os resíduos sólidos.

Em vista disso, a implantação da reciclagem gera um destino final adequado para o lixo, que pode ser melhorado com um apoio de máximo desempenho da sociedade para combater toda essa problemática atual. Segundo o art. 3º da Lei 12.305, inciso XIV da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a reciclagem é definida como um processo de transformação dos resíduos sólidos mediante alterações das suas

propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas. O objetivo é de convertê-los em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama (Sistema Nacional do Meio Ambiente) e, se couber, do SNVS (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária) e do Suasa (Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária).

Dessarte, a qualidade do meio ambiente e da saúde pública são reflexos diretos da disposição final da reciclagem. Quando apropriado, o reprocessamento de resíduos ajuda na preservação dos recursos naturais. Dentre as formas de disposição de resíduos, existem, por exemplo, o lixão (vazadouro a céu aberto), o aterro controlado, o aterro sanitário, a incineração e a compostagem. Dentre elas, a forma mais impactante ao meio ambiente e também aos seres vivos é o vazadouro a céu aberto, pois os resíduos são jogados diretamente ao solo, sem o controle a partir de algum processo que possa permitir a não contaminação de lençóis freáticos e os cursos de água, por meio dos líquidos lixiviados ou percolados oriundos da matéria orgânica que escoam ao longo do processo de decomposição do lixo. Na decomposição anaeróbica dos compostos orgânicos presentes nos materiais dispostos, forma-se o chorume e também se gera, para a atmosfera, a liberação de gases ricos em enxofre (S), amônia (NH₄), gás carbônico (CO₂), metano (CH₄) entre outros voláteis e poluentes. Então, nota-se que esses processos têm uma grande contribuição à degradação do meio ambiente e da saúde pública (LIMA, 2003).

Ainda sobre o tema de destino final dos resíduos, há atualmente o aterro controlado que se constitui em uma área previamente impermeabilizada para depois haver a deposição dos resíduos sólidos urbanos no solo. Nesse tipo de aterro, a forma de tratamento dos resíduos é por meio de um trator que compacta e distribui os resíduos de tal forma a obter um melhor ordenamento e controle do aterro sanitário. Após esse processo, o lixo é coberto por materiais de jazida (barro próprio para recobrimento) que evita o espalhamento de maus odores, de vetores causadores de doenças provenientes de moscas, baratas, ratos, entre outros. Portanto, de forma geral, esse tipo de tratamento de resíduos reduz a quantidade de animais nocivos e a combustão espontânea por anaerobiose, minimizando os riscos de impactos ambientais e à saúde pública (FALCÃO; ARAUJO, 2005). No entanto, está contra as normas ambientais brasileiras por não atender às recomendações da Política Nacional de Resíduos

Sólidos, pois os aterros controlados não recebem impermeabilização do solo nem sistema de dispersão de gases e de tratamento do chorume gerado.

Por sua vez, o aterro sanitário, diferentemente do aterro controlado, é uma forma de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, prioritariamente materiais não recicláveis. Esse método é baseado em critérios de engenharia e em normas operacionais específicas. Por isso, o local deve ser previamente escolhido, pois não pode localizar-se cerca de áreas de influência direta em manancial de abastecimento público.

Esses locais são construídos mediante o nivelamento da terra e a selagem da base (impermeabilização do solo) com argila e mantas de PVC. Recobertas diariamente por material de jazida, compactado e nivelados, as áreas dispõem de um conjunto de dutos de drenagem periférica e superficial, para captação de águas pluviais, e outro específico para captação e transporte até a estação de tratamento dos líquidos lixiviados, como o chorume. Para esse tratamento, usam-se lagoas de estabilização, que operam na recuperação dos líquidos por um sistema físico-químico. Posteriormente, com o intuito de evitar explosões, deslizamentos e combustão nos aterros devido às reações ocorridas na decomposição dos materiais, aciona-se um sistema de captação dos gases — como o gás metano, gás carbônico e o gás sulfídrico. Os aterros sanitários são projetados para ter uma vida útil superior a 15 anos e, quando chegam à máxima capacidade, podem ser transformados em parques e praças, por meio da abertura dos orifícios onde retira-se o material bioestabilizado (BIDONE; POVINELLI, 1999; FALCÃO; ARAUJO, 2005). No Brasil, é o sistema mais adequado, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, pois evita danos à saúde pública e minimiza os impactos ambientais.

Tratando-se da incineração é outro processo para o destino final dos resíduos, a qual consiste na destruição térmica com vantagens de diminuir muito o volume do lixo, o peso e as características de periculosidade dos resíduos. Com a queima, gera-se energia e a matéria orgânica é eliminada do meio, porém, se esta matéria orgânica conter características de patogenicidade, necessita-se, então, da combustão controlada. Portanto, a incineração tem que ser controlada para que não cause danos ao meio ambiente, tendo em vista as substâncias tóxicas formadas durante a incineração do lixo (VAZ; CABRAL, 2005).

Compostagem, por sua vez, é caracterizada como a reciclagem do lixo orgânico, pois possuiu um processo biológico aeróbio de decomposição de matéria orgânica (animal ou vegetal) de origem urbana — doméstica, industrial, agrícola ou florestal — como sobras de alimentos, por exemplo cascas de frutas e legumes, restos de comida, casca de ovo, galhos e folhas de árvores, etc. O processo natural da compostagem deve-se ao fato de que microrganismos, como fungos e bactérias, convertem a parte orgânica dos resíduos sólidos urbanos em um material bioestabilizado, conhecido como composto orgânico ou húmus, muito rico em nutrientes e tão fértil que pode ser aplicado no solo com o intuito de enriquecê-lo. Na presença de oxigênio, a decomposição da matéria orgânica gera gás carbônico, calor, água e matéria orgânica compostada, que é o adubo orgânico. Este último produto tem propriedades e características distintas do material de origem e pode ser usado no solo como adubo por ser fértil, uma vez que representa fonte de macro e micronutrientes para as plantas em geral (PLANETA, 2005). Dessa forma, essa arte de produzir compostos orgânicos do lixo, embora seja uma prática remota, surge atualmente como uma estratégia do homem moderno para lidar com o tema ambiental, a fim de refletir sobre seu modo de pensar e agir.

Dentre as fases fundamentais para a reciclagem de resíduos sólidos, encontra-se a coleta seletiva que se constitui pelo recolhimento de materiais recicláveis como vidro, papéis, metais, plásticos e orgânicos, que são previamente separados segundo sua composição. Isso significa que, além de dividir entre úmidos, secos, recicláveis e orgânicos, é essencial separar os tipos de materiais: vidro, papel, alumínio e até eletrônicos, como pilhas e celulares. Esta separação é feita na fonte geradora considerada como uma saída para a preservação do meio ambiente, para a melhoria da saúde pública e da qualidade de vida da população. Portanto, a inserção de programas e campanhas para a população, mostrando a importância da reciclagem e orientando-a sobre a relevância da separação do lixo em sua origem, facilita os processos seguintes da reciclagem e torna o processo mais favorável (GONÇALVES, 2005).

Nos dias de hoje, há várias metodologias com grandes resultados no sistema de coleta seletiva de lixo domiciliar. Dentre elas, estão a coleta porta-a-porta, também chamada de coleta domiciliar; os postos de entrega voluntária (PEV); a coleta em postos de troca, baseada na troca do material entregue por algum bem ou benefício, e a coleta por catadores, que atualmente é umas das mais importantes por servir de

suporte para as indústrias de reciclagem e para a distribuição dos materiais recicláveis. Sendo assim, cada comunidade deve avaliar e adaptar o que melhor lhe convém, investindo em sensibilização e conscientização da população para assim ter sucesso na coleta seletiva (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000). Em síntese, a coleta seletiva e a reciclagem, como apresentado, são soluções simples que podem amenizar os impactos ambientais derivados do acúmulo do lixo, tendo em vista que esse processo faz com que os materiais recicláveis, quando coletados, cheguem às cooperativas e às indústrias onde são separados minuciosamente para serem reaproveitados. Dessa forma, reduz-se os níveis de contaminação do solo e das águas e, conseqüentemente, a exploração de mais recursos naturais. Os materiais não reaproveitados são, então, levados aos aterros sanitários.

A falta com a preservação ambiental, tendo em vista a crescente produção de lixo pelas sociedades modernas, tem causado sérios impactos aos ecossistemas, como poluição da água, do solo, do ar, além de interferir diretamente na qualidade de vida do homem. Tais medidas são necessárias para conter tal problema. No Brasil, a não separação dos resíduos — que poderia ser feita pela coleta seletiva — reflete diretamente nos baixos índices de reciclagem (3,85% dos resíduos). Mesmo depois de 11 anos de Política Nacional de Resíduos Sólidos, o sistema não suporta a demanda, o que causa uma sobrecarga nos centros de reciclagem e na destinação final do lixo. Como consequência, propicia-se uma alta taxa de extração de recursos naturais. Nesse viés, dados de 2010 mostram que 3.152 municípios tinham alguma iniciativa de coleta seletiva. Entretanto, nos 10 anos seguintes, esse número aumentou para 4.070 municípios. Em vista disso, vale ressaltar que, em muitos dos municípios, o trabalho da coleta seletiva ainda não abrange a totalidade de sua área urbana.

Dessarte, a coleta seletiva feita em casa tem um importante papel, pois, quando os resíduos são separados da maneira correta, o índice de aproveitamento supera os 70%. Dados da Agência Brasil, entretanto, apontam que apenas 3,85% dos resíduos são reciclados. Quase a metade dos municípios brasileiros (49,9%) pesquisados, ainda faz a utilização de lixões e também de depósitos irregulares e ilegais. Além disso, 17,8 milhões de brasileiros não têm coleta de lixo nas casas, o que mostra um grave problema para o Brasil. Ainda analisando Dados da Agência Brasil, um estudo do Banco Mundial (Bird) de 2016 compara a gestão de resíduos sólidos ao redor do mundo, no qual o Brasil, como já mencionado, tem apenas 3,85% dos resíduos

reciclados, enquanto países europeus e Estados Unidos têm um índice de 30%. Tais dados mostram que o Brasil ainda está no mesmo nível dos países da América Latina, onde ainda se registram problemas de grandes lixões a céu aberto.

Com isso, este trabalho descreve em uma visão ampla sobre a reciclagem e como ela faz a reintrodução dos resíduos na cadeia produtiva. Ademais, descreve os processos tecnológicos envolvidos para transformar os materiais recicláveis nos centros de gerenciamento de resíduos. Por fim, mostra-se uma relação harmoniosa entre sociedade e planeta, com ênfase nos valores humanos e ambientais.

4.3 Centro de Reciclagem

Como apresentado, a problemática envolvendo os resíduos sólidos e a reciclagem têm os centros/complexos de reciclagem como sua melhor solução. No entanto, considerando o processo de reciclagem adotado, deve-se investigar os possíveis danos secundários causadores de riscos ambientais e atentar-se a eles. Ou seja, os resíduos precisam ser adequadamente gerenciados, pois todo processo de reciclagem carece de energia e/ou matérias primas para modificar física e quimicamente para, assim, haver a transformação/tratamento do resíduo. Dessa forma, a matéria é reintroduzida na cadeia produtiva. Entretanto, se o processo de reciclagem escolhido gerar resíduos, estes devem ser analisados, pois podem ser mais prejudiciais ao planeta do que o próprio resíduo. Portanto, a complexidade e a periculosidade envolvidas motivam a criação de novas tecnologias, a fim de ter um processo sem risco à saúde do planeta e que vise a qualidade do material reciclado e o menor riscos. Então, para a escolha da reciclagem de algum resíduo, devem haver critérios e pontos a serem considerados em relação ao consumo de energia e de matéria prima e ao processo que será escolhido para a reciclagem.

Nesse viés, Calderoni diz que:

A viabilidade dos Centros de reciclagem, por exemplo, está, em grande medida, na dependência de ganhos de escala. O mesmo ocorre com os custos de divulgação requeridos para o envolvimento da população em programas como o de Coleta Seletiva. Estando sujeitos a ganhos de escala, é particularmente conveniente à sua redução que incidam sobre núcleos urbanos mais populosos (1999, p.61).

Com isso mostra a importância do Centro de Reciclagem, não somente a parte da triagem dos resíduos, mas também atividades de fundamental importância como a

Coleta Seletiva e a educação ambiental. Mostra-se, assim, a relevância de se tomar atitudes mais efetivas com relação à natureza. Nesse mesmo contexto, Calderoni descreve os processos e o funcionamento de um centro de reciclagem da seguinte forma:

Após a triagem, os materiais passam por um processo de beneficiamento e acondicionamento. Os vidros são triturados e levados; os metais e os papéis são prensados e enfardados; os plásticos lavados e transformados em pequenas pelotas. Tanto a triagem como o beneficiamento e o acondicionamento são tarefas normalmente realizadas em locais especificamente destinados a esta finalidade, denominados Centro de Reciclagem (ou de Triagem). Em seguida, os materiais são armazenados para a distribuição das indústrias recicladoras. A última etapa é a que se verifica no próprio processo industrial, como o efetivo aproveitamento dos materiais para a produção de bens, tanto os dirigidos ao consumidor final, como os destinados a um processamento industrial intermediário (*idem*, p. 159).

Mostrando assim a interdisciplinaridade de áreas que envolve a reciclagem e que todas essas áreas devem trabalhar em conjunto para uma atuação mais efetiva no gerenciamento de resíduos contando com o incentivo e contribuição dos órgãos públicos e também de toda a população. De uma forma geral, pode considerar que a triagem começa em casa, com a separação prévia dos materiais que posteriormente serão encaminhados para a coleta seletiva, que deve ser promovida por agentes governamentais e por fim, o centro de reciclagem.

Em todo o Brasil, existem indústrias, complexos, cooperativas, associações, centros e microempresas de reciclagem que recebem certa quantidade de resíduos secos. Entretanto, mesmo com toda essa estrutura, essas organizações ainda não representam uma alternativa socioeconômica e ambiental válida frente à geração diária das milhares de toneladas de lixo doméstico urbano. Portanto, percebe-se que a capacidade de coleta e reciclagem de lixo está muito aquém das reais necessidades de oferta do mercado, e a falta de infraestrutura e de uma política ambiental têm sido um fator determinante para a ineficiência em solucionar esses problemas e em ter uma melhor gestão das cooperativas (CONCEIÇÃO; SILVA, 2009).

Em vista disso, ações isoladas não irão solucionar a problemática da atual sociedade de capital proveniente do acúmulo de resíduos. Como solução, a reciclagem desses resíduos deve ser feita com eficácia e deve haver a redução no consumo de recursos naturais não-renováveis mediante a tentativa de substituí-los por resíduos reciclados. Por conseguinte, é indispensável que as indústrias tentem fechar o ciclo produtivo de tal forma que minimize a saída de resíduos e a entrada de matéria-prima

não renovável. Adotando essas medidas, várias vantagens são adquiridas na redução da produção de resíduos, visto que a reciclagem é limitada, devido à existência de impurezas na matéria prima que envolve custos e patamares de desenvolvimento tecnológico para a realização da reciclagem de forma eficiente. (SOUZA *et al.*, 1999; JOHN, 2000). (DORSTHORST; HENDRIKS, 2000). Isso posto, as ações isoladas estão intimamente ligadas ao modo com que sociedade moderna vivencia o capitalismo, pois a sua forma econômica cria condições de consumo exagerado. Como solução, é feito o tratamento dos resíduos selecionados/separados, os quais voltam ao processo produtivo e outra vez formam novos produtos, mostrando que este processo pode ser explorado globalmente. Logo, o capitalista aceita a reciclagem como forma de suprir a falta de matéria-prima, visto que o preço pago é bem menor do que se tivesse que comprar a matéria-prima virgem. A razão é que a aplicação do material reciclado tem uma redução no consumo de energia e, consecutivamente, nos custos de produção.

Então, pode-se notar que a reciclagem é apresentada à sociedade como uma resposta aos problemas ambientais e sociais. Como apresentado previamente, a problemática ambiental deve ser racionalmente analisada em um aspecto amplo e global, com uma visão interdisciplinar das partes envolvidas, pois tem-se que é um processo complexo e de difícil entendimento.

Para melhor entendimento em relação ao seu funcionamento, as cooperativas/indústrias de reciclagem de resíduos sólidos, apresentam-se como fornecedoras de produtos, de serviços e de mão-de-obra barata aos setores contemporâneos da economia (Rodrigues, Santos, 2002). Dessa forma, tais setores ganharam destaque e espaço que anteriormente eram rejeitados pelo capitalismo, uma vez que, agora, houve a descoberta de que os resíduos podem voltar para a cadeia produtiva como matéria prima. Assim, nota-se que a readaptação destes materiais no ciclo produtivo gera um efeito que interfere na questão social, ambiental e econômica que envolve a reciclagem, fazendo com que movimente setores da economia e desenvolva um papel social dos trabalhadores e da população.

Nesse sentido a exploração da mão-de-obra e também com a precarização das condições de trabalho neste modelo, é crescente a quantidade de trabalhadores relacionados à reciclagem. Dados de Rodriguez, in Santos, 2002, p.339 mostram que na Colômbia esses trabalhadores representam 1% da população do país (300 mil),

contudo, no México e no Egito, o número chega a quase 2% da população. Em Manila, nas Filipinas, os catadores de lixo chegam a um total de cerca de 12 mil pessoas e, na Argentina, por sua vez, a 60 mil. Quando se avalia o Brasil, estima-se que esse número chegue a 200 mil pessoas em contato direto com resíduos e 1 milhão em contato indireto com a reciclagem e o reaproveitamento do lixo pela comercialização de seus produtos diretamente com sucateiros e com indústrias ligadas ao ramo de reciclagem de resíduos sólidos (CONCEIÇÃO; SILVA, 2009).

Com isso, mostra-se o quanto a reciclagem vem crescendo em todo o mundo, entretanto, para que ocorra um bom funcionamento das etapas necessárias para o desenvolvimento da reciclagem de uma forma mais sustentável, deve-se avaliar de forma econômica e ambiental as unidades de destinação final dos resíduos como os centros de reciclagem ou indústrias. Essas unidades operam de acordo com o tipo dos materiais a serem reciclados, observando-se a tecnologia disponível e os custos para cada tipo de material. Ademais, deve-se atentar para a localização onde foram gerados os resíduos e para os tipos de sistemas de coleta utilizados. (PETTS; EDULJEE, 1994).

Por sua vez, o gerenciamento é uma disciplina associada ao controle de geração de matérias, bem como aos processos, à coleta, ao acondicionamento, ao transbordo, ao transporte, à separação e à transformação dos resíduos. O objetivo é, à vista disso, melhorar a questão de saúde pública, os custos, as técnicas de engenharia, a conservação estética e outras considerações ambientais (TCHOBANOGLIOUS *et al*, 1993).

Em suma, a coleta de lixo faz parte do processamento da reciclagem e, quando se trata destes temas, considera-se além do levantamento dos custos como acontece na análise econômica da coleta regular. Nessa direção, a metodologia proposta por Deugue mostra uma análise econômica para a recuperação de materiais como mostra a Figura 1 (DUGUE, 1987).

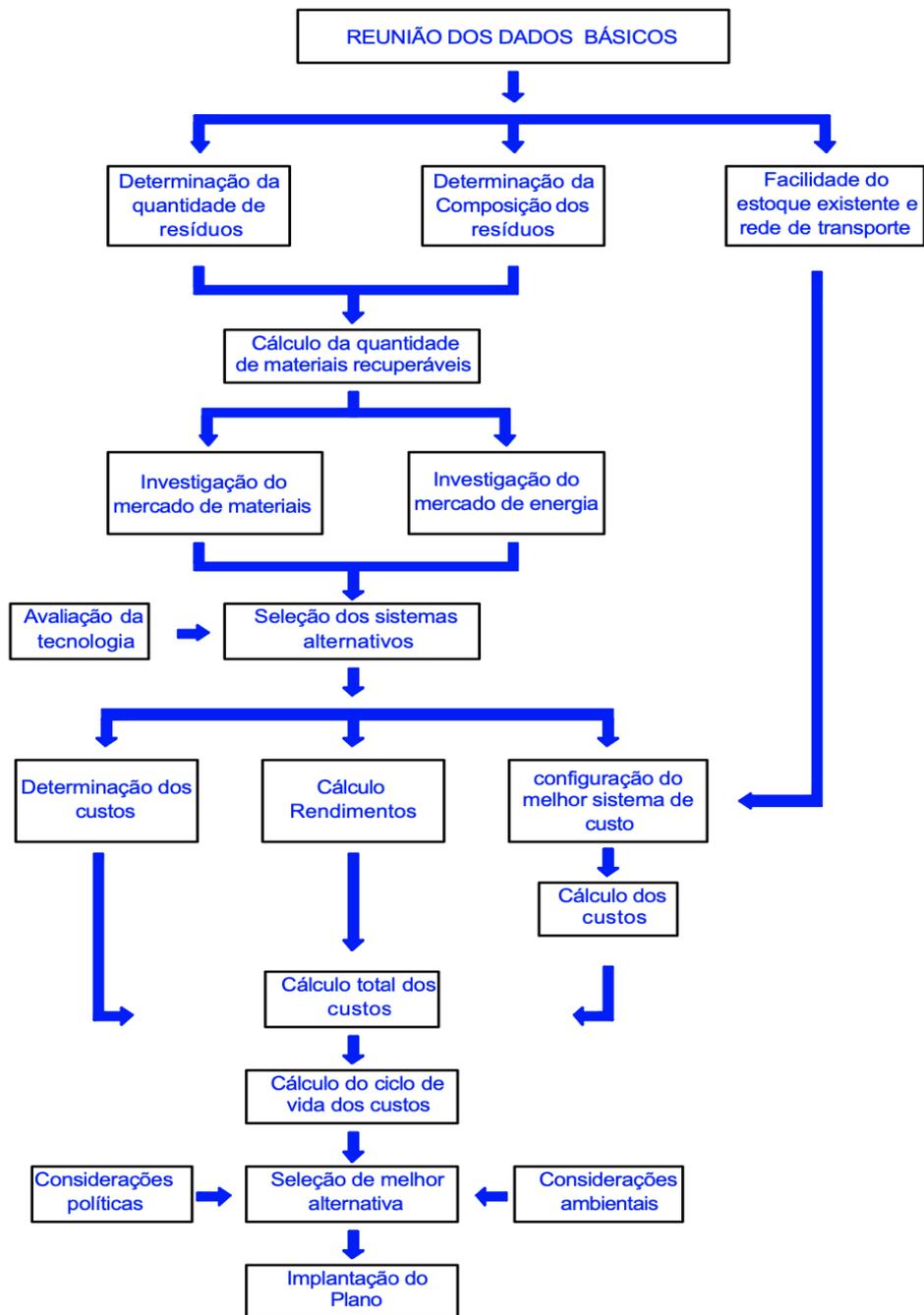


Figura 1. Metodologia de Análise de Custo (DUGUE, 1987).

4.4 Cidade Estrutural

A Cidade Estrutural, situada em Brasília-DF, abriga o maior lixão a céu aberto da América Latina, o qual possui aproximadamente 200 hectares e se situa ao lado do Parque Nacional de Brasília (PNB), que agrega a maior unidade de conservação

ambiental da região, e a 10 km do Palácio do Planalto. Esse parque tem a sua fauna diretamente afetada devido ao lixão, além da contaminação do solo e dos cursos hídricos, bem como problemas sociais por ele gerados. Com efeito, esse lixão foi desativado parcialmente em 2018 e hoje é considerado um lixão controlado, contudo a conquista advém de um processo árduo e longo (Walder, 2018).

À vista disso, vale ressaltar que, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o tempo determinado para o encerramento dos lixões era agosto de 2014, e a infração da lei provoca multa ao gerador de resíduo. Ou seja, a disposição de resíduos sólidos em lixões é crime ambiental desde 1998 o que mostra que Brasília possui uma má gestão de resíduos sólidos, uma das piores do país, segundo o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana (Selur). (Marina, 2019).

Nesse viés, o Ministério das Cidades (MC, 2018) fez o diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), que mostrou a média nacional *per capita* de resíduos sólidos atingiu 1,17 kg/hab./dia mostrando-se como o maior produtor de resíduos do país. Em contrapartida, o DF possui a média de 1,5 kg/habitante/dia, ao passo que a maior porcentagem desses resíduos até o ano de 2018 tinham como destino final o “Lixão da Estrutural”. Isso ajuda a proliferação de doenças, a contaminação do solo e do subsolo por meio do alcance do lençol freático e dos cursos hídricos, bem como o acúmulo de gases devido a resíduos enterrados. Além disso, a reputação da cidade pode ser abalada e há a perda de lucros que poderiam ser obtidos com a reciclagem.

Com isso, o processo de fechamento desse lixão deu-se por várias ações — cuja duração foi de 2015 a 2018 — estruturadas e empreendidas, com o objetivo de melhorar o gerenciamento de resíduos sólidos. Como exemplo, a transformação do Lixão em aterro controlado, em 2017, precedeu a inauguração de um novo aterro sanitário em Samambaia, chamado de Aterro Sanitário de Brasília (ASA), com 8,13 milhões de toneladas de rejeitos e com uma vida útil de 13 anos. Dessa forma, elevou-se a vida útil com a ajuda de cinco centros de triagem de material. A finalidade é que somente sejam direcionados rejeitos para o aterro e os resíduos com possibilidade de reutilização para a reciclagem, mediante a construção de novas instalações de recuperação de resíduos e a contratação de cooperativas de catadores. Tais ações e a logística de descarte podem mobilizar outras cidades a fazerem o mesmo (EXAME, 2018).

Nesse contexto, também vale ressaltar a questão social dos catadores de materiais recicláveis, os quais, com a construção dos Centros de Triagens de Resíduos (CTRs), se tornam mais incluídos social e economicamente, tendo em vista as péssimas condições de trabalho encontradas antes no lixão. Dentre os maiores entraves do trabalho no lixão, pode-se citar as excessivas horas de trabalho por dia, condições degradantes, desumanas e nocivas para a saúde do catador. Por isso, ressalta-se que, por necessidade imediata, esses trabalhadores utilizavam a catação dos resíduos como meio de sobrevivência. Logo, os catadores dependem de política pública, pelas quais se resolvam os problemas atinentes à gestão dos resíduos sólidos e à coleta seletiva no que toca a inclusão social e econômica (VIRA, 2019). Isso mostra o alto grau de exclusão dessas pessoas da sociedade, posto que a maior parte do material que é reciclado no Brasil tem origem da mão de obra de catadores em lixões e centros urbanos.

Portanto, Brasília junto à Secretaria de Meio Ambiente (Sema), firmou um contrato de construção de duas Centrais de Triagem e Reciclagem (CTR) e uma Central de Comercialização de Recicláveis (CCR). Com efeito, esse investimento totalizou R\$53 milhões. Considerados um dos mais modernos e tecnológicos complexos de reciclagem do país, com uma infraestrutura fundamental para a gestão integrada de resíduos sólidos, os CTRs e o CCR geram, assim, benefícios sociais, ambientais e econômicos (AGÊNCIA BRASÍLIA, 2020).

Em 2 de dezembro de 2020, foi inaugurado um projeto público para reciclagem, que foi considerado um dos mais modernos e tecnológicos do país, o Complexo Integrado de Reciclagem do Distrito Federal (CIR/DF), na Cidade Estrutural. Esse CIR contém duas centrais de triagem e reciclagem (CTRs) e uma Central de Comercialização de Recicláveis (CCR). No primeiro ponto, os resíduos são recebidos da coleta seletiva, passam, então, pelo processo de separação, classificação, pesagem e prensa. Depois, o material segue para a Central de Comercialização, onde ocorre o processo de beneficiamento, estocagem e comercialização. Entretanto a taxa de reciclagem ainda muito baixa no Distrito Federal e no Brasil faz necessário o investimentos equipamentos para separação e automação nestes centros de reciclagem como é adota na empresa Visy na Nova Zelândia. Por isso, pretende-se, com este trabalho, caracterizar e analisar o centro de reciclagem do DF, por meio da aquisição

de novas tecnologias e formas de processamento, cujo objetivo é a obtenção de produtos economicamente atraentes e proveitosos para a reciclagem.

Nesse sentido, o CIR contribuirá com a destinação adequada dos resíduos que são recicláveis, reinserindo-os na cadeia produtiva e diminuindo as demandas por matérias primas virgens. Por fim, reduzir-se-ão os impactos ambientais da produção contribuir-se-á para a composição de renda familiar dos catadores de materiais recicláveis. Então, haverá igualmente uma melhor destinação adequada dos resíduos.

Para essa igualdade, no Brasil, a educação é um direito garantido pela constituição, como descrito na Constituição da República Federativa do Brasil:

Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição”; e “**art. 205.** A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (CONSTITUIÇÃO, 1988).

Porém, quando observado pela pesquisa do IBOPE (Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística) de 2017 em que 40% dos entrevistados sabiam que garrafas PET podem ser recicladas, 47% sabiam que alumínio é reciclável, 23% não sabiam que é possível reciclar plástico e 28% conheciam embalagens retornáveis de vidro. Nesse viés, outra pesquisa realizada pelo IBOPE (TCU, 2018) revelou que quatro em cada dez brasileiros (39%) dizem não separar o lixo orgânico do reciclável e 76% não fazem a separação por tipo de material.

Em função disso, este trabalho conta com uma pesquisa comparativa entre a educação dada no Brasil e na Nova Zelândia no que diz respeito ao lixo e à reciclagem. Ademais, aborda-se quais os pontos podem ser melhorados para um desenvolvimento de um senso crítico e humanitário em relação ao ambiente que vivemos.

4.5 Auckland, Nova Zelândia

De colonização britânica, a Nova Zelândia é um país independente, localizado na Oceania, no Pacífico sul. É formado por algumas ilhas principais, a Ilha Norte, a Ilha Sul e outras bem menores. Sua área é de 270.500 km² onde vivia uma população de 4.885.500 habitantes em 2020 (2020, BANCO MUNDIAL). Com uma população

estimada em 1.630.092 habitantes em 2021¹, Auckland é a maior cidade e é o principal centro financeiro e econômico da Nova Zelândia.

Com uma topografia montanhosa e um clima temperado, Nova Zelândia sempre quer promover uma imagem de ser limpa e verde e vê apropriadamente o crescimento verde como uma direção natural para o desenvolvimento futuro. A sua principal economia é a agropecuária e o turismo. Destaca-se o forte setor primário de produção nos produtos de laticínios, carnes, horticultura e peixes e outros setores de base primária, como produtos florestais e minerais. Além disso, há a indústria do turismo, que atrai de longe visitantes para vivenciarem seu cenário natural.

Outrossim, a Nova Zelândia é um dos 30 membros da OCDE (Organization for Economic Co-operation and Development²) e está acostumada com as sensibilidades ambientais de outros mercados afluentes. A sua indústria do turismo faz com que o país aposte em sua reputação de estar em harmonia com meio ambiente, conseguida por meio de atitudes benéficas ao ecossistema. Portanto, embora exporte produtos primários, sua localização geográfica, distante dos principais mercados, faz com que deva superar a desvantagem da distância para acessar esses mercados. Os custos de transporte, tanto para outros países quanto entre regiões na Nova Zelândia, são preocupações significativas para os exportadores e um estímulo para a busca de eficiência na produção. A consequência disso foi um grande impacto no padrão de atividade de reciclagem na Nova Zelândia.

Por conseguinte, a Nova Zelândia apresenta boas taxas de reciclagem e uma alta consciência ambiental. Entretanto, ainda há um caminho a se percorrer para uma melhoria na infraestrutura bem como inovações no campo de reciclagem de diferentes matérias. Assim, desenvolver-se-iam inovações e políticas para um cuidado cada vez maior. Esta questão da reciclagem é um hábito diário nas casas dos neozelandeses.

Nesse sentido, a prática de desenvolvimento sustentável encontrou expressão inicial nas terras neozelandesas na Lei de Gestão de Recursos de 1991, que tinha como objetivo a sustentabilidade na gestão de recursos naturais e físicos. No entanto, isso não é o mesmo que desenvolvimento sustentável, uma vez que a lei se preocupa principalmente em gerenciar os efeitos adversos sobre o meio ambiente, em vez de

¹ Informação encontrada no site <https://worldpopulationreview.com/world-cities/auckland-population>

² Em português, OCDE significa Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

alcançar resultados socioeconômicos. Apesar disso, define ambiente para incluir pessoas e comunidades³. A introdução do desenvolvimento sustentável também se deu por meio de várias iniciativas do governo central e local. Em particular, governantes adotaram os princípios da Agenda 21, mas não foi até 2003 que o governo da Nova Zelândia formalmente lançou um Programa de Ação para o Desenvolvimento Sustentável.

Com esse programa, geraram-se efeitos para distintas áreas, como a qualidade de armazenamento de água potável e energia bem como cidades sustentáveis e investimento no desenvolvimento infantil e juvenil, com programas de ação de desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, outras formas de iniciativas governamentais inspiradas pela sustentabilidade foram a Estratégia de Resíduos em 2002 que foram campanhas, com efeito de encorajamento a participação de pessoas em o ‘nível local’, e a tentativa de mudar as atitudes e comportamentos dos cidadãos e consumidores de forma a facilitar as funções de provedor de serviços do governo local (Frame, 2004). Eles são baseados em um suposto déficit de informação pública sobre questões de sustentabilidade (Hobson, 2002). E a Estratégia de Eficiência Energética e Conservação em 2001 estabelecida por duas metas de alto nível que abordaram especificamente a eficiência energética (uma melhoria de 20% até 2012) e a proporção de fornecimento de energia renovável disponível para o usuário final. O governo confirmou uma meta de energias renováveis para 2012 de 30PJ, ou um aumento de 22% em relação a uma linha de base de 2000 (MfE, 2001).

No contexto internacional, os governos concordaram em preparar os desenvolvimentos sustentáveis nacionais por estratégias na Cúpula da Terra do Rio em 1992. Entretanto, dos 30 países membros da OCDE, apenas 23 prepararam estratégias formais até 2006 (OCDE, 2006⁴).

Por sua vez, para a questão do desenvolvimento sustentável na Nova Zelândia, adotou-se uma série de ações para o seu programa, que estava relativamente atrasado, com poucos resultados e metas sem serem atingidas. Então, fizeram-se responsabilidades extensivas pelo setor governamental que teve supervisão limitada, pois até então não era um pioneiro ou um líder do desenvolvimento sustentável. Em

³ Essa informação foi encontrada no site a seguir:
<https://www.legislation.govt.nz/act/public/1991/0069/latest/DLM230265.html> .

⁴ Acessar informação em <http://www.oecd.org/greengrowth/36655769.pdf> .

2008, com a mudança de governo, esse programa foi revisado enquanto o trabalho nessas áreas continuava com ênfase no desenvolvimento sustentável⁵. Entretanto, vale ressaltar que, antes da Lei de Gestão de Recursos de 1991, a abordagem das questões ambientais teve início com o estabelecimento de Conselhos de Recurso sob a Lei de Planejamento Urbano e Rural de 1953, no entanto os primeiros recursos de planejamento foram ouvidos em fevereiro de 1955. Os Conselhos de Recurso foram substituídos pelo Tribunal de Planejamento após a aprovação da Lei de planejamento urbano e rural de 1977 (BOLLARD, 2007).

Nas últimas três décadas, a política dos resíduos na Nova Zelândia evoluiu, posta a reorganização do governo local em 1989, a qual determinou que os conselhos regionais definem as políticas de recursos de maneira ampla para as áreas administrativas. Por seu lado, os conselhos dos distritos urbanos e rurais menores forneceram serviços coletivos locais, como estradas, coleta de lixo e parques. Em 1991, com a Lei de Gestão de Recursos, estabeleceram-se os requisitos para autorizações de uso de recursos ambientais (licenças), estimularam-se práticas de gestão aprimoradas em aterros sanitários e outros resíduos de instalações. Desse modo, levou-se ao fechamento de muitos aterros menores mais antigos com menores padrões de performance. Ademais, foram feitas nesse período emendas à legislação do governo local, que exigiam do conselho local a produção de planos de gestão de resíduos e encorajamento dos conselhos a se tornarem mais envolvidos na gestão de resíduos e reciclagem. Dessarte, isso foi feito com a orientação do Ministério do Meio Ambiente, juntamente com o custo total do aterro e da gestão de melhores práticas, o que ajudou a espalhar a adoção de preços que refletem os custos. Por conseguinte, isso removeu algumas das distorções em serviços de gestão de resíduos administrados pelo conselho (CLOUGH, 2012).

Em 2004, foi feito o Acordo de Embalagem entre o governo e a indústria, entretanto um ponto fraco deste acordo foi relatórios de reciclagem de quantidades com foco em reciclagem de embalagens de bebidas usadas, enquanto ignora a redução de embalagem, além de outros esquemas para retomar baterias, pneus de automóveis e tintas. À vista disso, reduziu o volume de tais materiais no aterro. Em 2010, por sua vez, com o *Emissions Trading* fez com que se incentivassem os aterros sanitários aos

⁵ Ver: https://www.eria.org/RPR_FY2011_No.10_Chapter_13.pdf.

operadores para monitorar e gerenciar suas emissões de gases de efeito estufa. Em alguns casos, incentivou-se igualmente o uso do metano coletado para gerar eletricidade e vendê-las no sistema de energia local (CLOUGH, 2012).

No tocante ao assunto, a Estratégia de Resíduos da Nova Zelândia, visão de “zero resíduos e uma Nova Zelândia sustentável”, estabeleceu trinta metas em nove áreas de prioridade em 2002. Em 2007, o Ministério do Meio Ambiente informou progresso variável nessas metas, mas a estratégia foi revisada e continua a influenciar as atividades do governo nesta área. Em 2008, mesmo após a crise mundial, a gestão de resíduos continuou sendo uma das prioridades do novo governo, que, por conseguinte, promulgou a Lei de Minimização de Resíduos de 2008. O objetivo era o de reduzir a quantidade de resíduos gerados e descartados, de beneficiar a economia melhorando o uso de materiais ao longo do ciclo de vida do produto e de proporcionar maior emprego por meio da recuperação e do reprocessamento local de resíduos.

Com essa lei, foi imposta uma taxa que, a partir de julho de 2009, recairia sobre todos os resíduos descartados em aterros, a fim de gerar fundos para auxiliar as iniciativas de redução de resíduos do governo local, organizações comunitárias e empresas. Esta lei também tinha disposição para ajudar e, quando necessário, responsabilizar os produtores, os proprietários de marcas, os importadores, os varejistas e outros setores de produção pelos efeitos ambientais de seus produtos por meio de fiscalizações. Ademais, permitiu-se a adoção de regulamentos tornando-os obrigatório para certos grupos, por exemplo, os operadores de aterro sanitário, com relatórios dos resíduos a fim de melhorar a informação sobre e ter uma minimização de resíduos gerados. No segundo ano de operação dessa lei de 2008, um relatório do Ministério do Meio Ambiente concluiu que estavam seguindo a lei e com um funcionamento satisfatória (MfE, 2011⁶). Mesmo considerado como uma taxa satisfatória naquele tempo, o índice de reciclagem atual de apenas 28% de todos os resíduos sólidos urbanos não é suficiente para cobrir os danos ambientais e ter um desenvolvimento sustentável ideal dado que o maior fator que contribui para esse alto

⁶ Ver: [at:http://www.mfe.govt.nz/publications/waste/waste-disposal-levy-review/index.html](http://www.mfe.govt.nz/publications/waste/waste-disposal-levy-review/index.html) .

número é o desperdício, pois, quando se compra um produto, também se compra qualquer resíduo associado ao produto⁷.

Então, a Nova Zelândia está muito atrás na gestão de resíduos devido ao custo barato de se enviar lixo para aterros. Portanto, do ponto de vista ambiental, taxas mais altas nos aterros sanitários força a reciclagem reduzindo o lixo que vai para estes espaços. Neste sentido, estima-se que, se expandir a taxa de resíduos até 2025, pode-se anualmente desviar 3 milhões de toneladas de resíduos do aterro sanitário e aumentar a taxa de reciclagem para 60%. Para isso, não se pode presumir que outra pessoa fará a coisa certa, visto que é provável que apenas 50% do que você pensa que está sendo reciclado seja realmente reciclado na Nova Zelândia⁷.

Ainda nesse sentido, as projeções mostram que, com as tendências atuais da população e um sem aumento da intervenção na redução do lixo gerado, a quantidade anual de resíduos descartados em aterros sanitários quase dobrará em 10 anos somente em Auckland. Este é um aumento impressionante: de 1,6 milhão de toneladas de lixo para 3,2 milhões de toneladas de lixo, jogados fora pelos habitantes de Auckland. Como resultado, a Prefeitura de Auckland adotou uma política de lixo zero, para alcançar progressivamente o *status* de lixo zero até 2040. Por isso, muitas outras prefeituras do país estão seguindo esse exemplo, de forma que *Zero-Waste* é uma meta fundamental para todos os neozelandeses⁷.

Diante disso, a gestão de resíduos é de fato um problema global, mas pode-se dizer que alguns países são melhores do que outros no gerenciamento das consequências da produção de resíduos. Por esse ângulo, a Europa lidera o caminho para evitar resíduos em aterros sanitários, o que pode ensinar muito para os outros países como para a Nova Zelândia, onde dados do Ministério do Meio Ambiente mostram que se envia 2,5 milhões de toneladas de resíduos para aterros a cada ano. Portanto, é possível se fazer muito melhor quando se compara a Nova Zelândia a países semelhantes, visto que a reciclagem eficaz é uma forma crítica de reduzir essa quantidade de lixo que vai para aterros sanitários.

Como solução desses problemas, a Nova Zelândia tenta adotar uma abordagem com o estabelecimento de leis e o cumprimento com fiscalizações regulares mais séria

⁷ Ver: <https://www.recycle.co.nz/problemsize.php>. e : [at:http://www.mfe.govt.nz/publications/waste/waste-disposal-levy-review/index.html](http://www.mfe.govt.nz/publications/waste/waste-disposal-levy-review/index.html)

para lidar com os resíduos. Consequentemente, tendo em vista que economias de escala são sempre um desafio para a Nova Zelândia, devido a uma população relativamente pequena e com uma de extensão territorial também pequena, deve-se adaptar às soluções de gestão de resíduos. O motivo é que atualmente se descarta 15,5 milhões de toneladas de resíduos a cada ano, o que gera 3.200 kg de lixo para cada neozelandês⁸.

No tocante ao assunto, divide-se a reciclagem em 3 etapas⁹, sendo a primeira constituído pelos resíduos que são recolhidos pela Prefeitura de Auckland e encaminhados para classificação em uma Instalação de Recuperação de Materiais (MRF). Na segunda etapa, é feita a triagem dos materiais, entretanto materiais como sacolas plásticas, roupas, pilhas e restos de comida são removidos manualmente. Isso garante que se recuperem apenas os materiais que podem ser reciclados. Por sua vez, a última etapa é uma parte automatizada, pois o papel e o papelão são separados por uma máquina vibratória, enquanto os itens de metal são removidos usando ímãs ou uma corrente parasita. Além disso, scanners ópticos identificam diferentes tipos de plástico e, então, tudo o que resta é o vidro, que é classificado por cor. Em seguida, classificados os materiais para reciclagem, eles são vendidos para se fazer novos produtos na Nova Zelândia, bem como no exterior.

Nesse sentido, uma série de políticas governamentais foi posta em prática para superar a gestão de resíduos, que é uma questão especialmente urgente devido ao grande consumo de recursos pela nação e à importação de grandes volumes de bens, o que é típico dos membros da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico). Mesmo com uma população pequena, a Nova Zelândia enfrenta dificuldades para reduzir a quantidade de lixo que vai para aterros, incluindo reciclagem e tecnologias (DAVIES, 2009).

Como apresentando, o desenvolvimento mútuo de políticas e programas governamentais com iniciativas privadas causou o aumento significativo da conscientização da população e a mudança para uma melhor gestão ambiental nos últimos anos. Para isso, o governo fez parcerias com a empresa Visy, pois é líder global em embalagem e recuperação de recursos e pode ser considerada pioneira em

⁸ Ver: <https://www.recycle.co.nz/problemsize.php> .

⁹ Segundo <https://www.makethemostofwaste.co.nz/recycling/what-happens-to-your-recycling/>.

sustentabilidade desde o início de sua abertura. As capacidades de inovação, fabricação, inovações tecnológicas e logística são organizadas em torno de um sistema fechado integrado. Esse trabalho em conjunto gera soluções personalizadas com valores agregados nos produtos para os seus clientes, parceiros e comunidades¹⁰. Essa empresa se encontra no mercado há mais de 70 anos e opera em mais de 120 locais em toda a Australásia. Ademais, possui escritórios comerciais na Ásia e na Europa. Sobre isso, afirma-se que:

Com mais de 7.000 funcionários, a abordagem inovadora da Visy oferece soluções ponta a ponta para as necessidades de nossos clientes em papel, embalagem primária, embalagem de fibra, suprimentos e consumíveis de embalagem, displays de ponto de venda, automação, manuseio de materiais, logística e reciclagem. Na Nova Zelândia Visy começou 24 anos atrás, com uma instalação voltada apenas para o papel, entretanto desde então, o crescimento foi grande e em escala com grande capacidade desde então. Atualmente tem-se 11 instalações na Nova Zelândia e emprega mais de 900 pessoas localmente¹¹.

Este trabalho estuda especificamente a Visy's Auckland Materials Recovery Facility (MRF), a empresa terceirizada que atua na Nova Zelândia no setor da reciclagem. Essa organização recicla aproximadamente 30% dos resíduos sólidos, como papel e papelão, plásticos, vidro, estanho e alumínio em fluxos separados para serem reciclados e reutilizados para fazer novos produtos. A empresa investe na infraestrutura de reciclagem e de remanufatura da Nova Zelândia com metas estabelecidas para as próximas décadas que visam o crescimento e o desenvolvimento em como criar empregos de manufatura bem remunerados e de colarinho verde, disse o presidente executivo da Visy, Anthony Pratt. Outras atualizações nas tecnologias da empresa começarão a ser instaladas em 2022 e irão melhorar a reciclagem de papel e papelão, resultando em um aumento dos 28% na capacidade de reciclagem da Nova Zelândia¹².

5 Resultados e discussão

5.1 Reciclagem

Muitos componentes dos resíduos sólidos urbanos podem ser reciclados, e os materiais podem ser usados para em uma série de aplicações pós-descarte. Como já

¹⁰ Ver: <https://www.visy.com.au/create-a-better-world>.

¹¹ Ver: <https://www.visy.com.au/newsroom/2021/7/8/visy-in-new-zealand>

¹² Informação acessada em <https://www.visy.com.au/newsroom/2021/6/28/new-zealand-prime-minister-jacinda-ardern-tours-visys-auckland-material-recovery-facility> .

citado, os benefícios gerados com a reciclagem são vários, entretanto vale ressaltar a redução do espaço usado no aterro, bem como da quantidade de matéria-prima utilizada na criação de novos produtos. Dessa forma, preservam-se os recursos naturais, poupam-se água e energia, diminui-se a poluição e aumenta-se o lucro que pode ser gerado com os resíduos. Ademais, há a redução do transporte de matérias primas e entulhos, além da criação de empregos, principalmente para países em desenvolvimento, em particular com no caso o Brasil.

No entanto, no tocante a todas as questões relativas à reciclagem e ao desenvolvimento sustentável, deve-se analisar três pilares, como o parâmetro ambiental, o desenvolvimento de uma sustentabilidade econômica e social. Pois, deve-se analisar a necessidade da sociedade, o valor econômico agregado associado e os possíveis danos ambientais.

Devido a extensão dos processos de reciclagem, são estabelecidas etapas como mostrado na figura 2. Quando se consume um produto ele passa por etapas iniciais de produção até o seu descarte e a geração de resíduos, onde esses resíduos podem ser reintroduzidos no ciclo produtivo se passarem pelas etapas que envolvem a coleta, a triagem, o transporte, o beneficiamento e, assim, a reciclagem com um valor agregado.

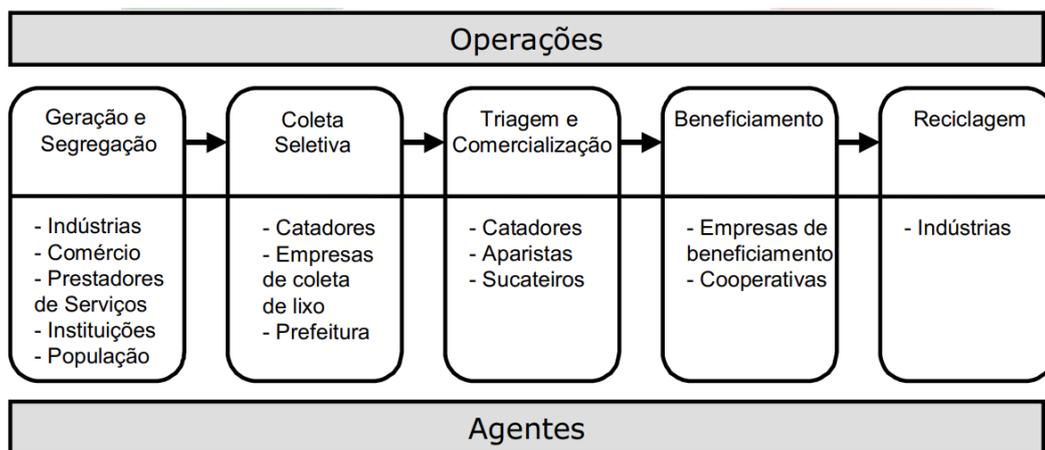


Figura 2. Representação esquemática da cadeia da reciclagem (LAJOLO, 2003, p.21)

No tocante à questão das atividades da reciclagem, elas estão aumentando no Brasil e na Nova Zelândia atualmente, e um dos fatores é devido ao reflexo do que ocorre nos países mais desenvolvidos. Nesse sentido, há a compreensão de que estes resíduos devem ser reaproveitados para evitar, assim, a poluição ambiental e para diminuir a demanda de matérias-primas, bem como economizar energia. Isso vem se

tornando um fato também da realidade brasileira, entretanto ainda deve haver alguns ajustes na questão do gerenciamento e das políticas públicas efetivas para o controle e a fiscalização ambiental.

Além disso, outro ponto importante da reciclagem é a substituição dos lixões por aterros sanitários, onde se deve depositar somente os rejeitos e reciclar todo o material que é possível ser reciclado. Entretanto, não é o que acontece, devido à coleta seletiva ineficiente e ao lixo que é destinado ao aterro sanitário ser somente o rejeito de produtos que não podem ser reciclados. Portanto, o que ocorre é uma vasta variedade de materiais indo para os aterros.

Nesse sentido, os aterros sanitários atualmente são compostos por uma coleta errada devido à presença de materiais com potencial reciclagem juntamente com a de material orgânico, cuja destinação errada acarreta na chegada destes rejeitos no aterro sanitário. Sobre os aterros, eles são construídos por meio do isolamento do chão com uma manta de polietileno e argila, que faz a impermeabilização do solo e evita a contaminação do lençol freático. Além disso, o lixo é depositado sobre essa impermeabilização e coberto diariamente por uma camada de argila, bem como são instalados coletores dos gases gerados, principalmente do metano, que visam a queima destes para a emissão de gás carbônico na atmosfera.

Outrossim, o chorume gerado é coletado e tratado na estação de tratamento de efluentes, onde a água é retornada para o seu curso hídrico sem poluentes. Devido ao fato de no aterro os dejetos serem cobertos, a ocorrência da queima e do tratamento do chorume não tem a presença de animais e, assim, obtém-se um tratamento muito mais correto do ponto de vista ambiental. Entretanto, está longe de ser sustentável devido à

grande presença de materiais que poderiam ser reciclados e não são¹³. Para ilustrar o que foi acima mencionado, segue uma imagem de como opera um aterro sanitário.



Figura 3. Aterro Sanitário¹⁴.

Consequentemente, as tecnologias adotadas são de grande importância no ambiente organizacional, visto que são os meios pelos quais as organizações transformam os insumos em produto final. Para isso, usam-se equipamentos, materiais simples e baratos ou até mesmo mecanismos sofisticados, caros e complexos, como computadores, automação e robôs. Nesse sentido, deve-se levar em consideração que tecnologias são criadas diariamente, o que pode rapidamente tornar serviços e produtos obsoletos e até mesmo as tecnologias anteriores. Isso oferece, então, vantagens competitivas ao funcionamento das organizações. (MEGGINSON, 1998). Logo, observa-se que a tecnologia adotada ajuda no desenvolvimento dos processos de coleta de lixo, triagem, valorização e reciclagem de materiais — como papel, plástico, metais, vidro, orgânico e não recicláveis —, bem como na comercialização e na distribuição dos derivados desta produção. Nesse viés, a figura 4 retrata o modelo mais comum adotado para a tecnologia desenvolvida em relação aos resíduos sólidos.

¹³ Ver os principais materiais que podem ser recicláveis em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82430/227599.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹⁴ Ver: <https://www.todamateria.com.br/aterro-sanitario/>.

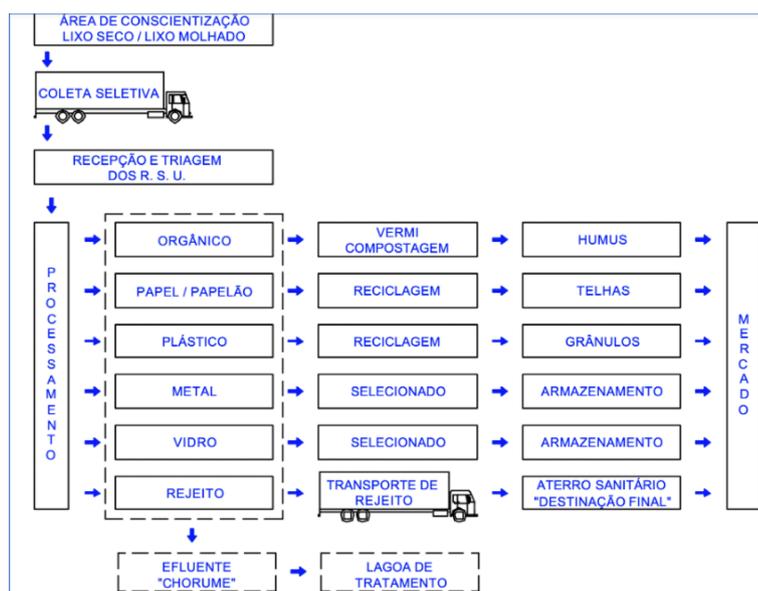


Figura 4. Modelo tecnológico do processamento de RSU (COOPREC, 2001)¹⁵.

5.1.1 Papéis

Dentre os materiais recicláveis, os papéis¹⁶ são polímeros naturais. Desde a sua invenção até os dias atuais, o princípio de fabricação do papel é o mesmo. Entretanto, ao passar dos anos, muita tecnologia tem sido incorporada ao processo de obtenção das fibras celulósicas, que constituem esse material. Composto do papel, a celulose é um polímero natural linear com 7000 a 15000 moléculas de glicose, encontrada na parede celular de todos os vegetais. Essa substância é obtida por meio da exploração da madeira de florestas nativas ou de reflorestamento. A produção é feita a partir da madeira proveniente, na maioria dos casos, de árvores de eucaliptos, de que uma máquina retira a casca e em que outra máquina forma cavacos, uma forma de fragmentação da madeira. Em seguida, esses cavacos são processados para a retirada da lignina, os quais irão despolimerizar esta macromolécula de condensação. Para isso, o método utilizado pode ser o de kraft ou o de sulfato, que são de polpação alcalina. Dessa forma, os cavacos de madeira são digeridos em soluções químicas com estas propriedades: 6,8 a 9,2 atm, 170 a 177 °C e 2 a 5 h de processamento. Por conseguinte, forma-se um “licor branco”, uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) e

¹⁵ Gráfico encontrado em CRUZ, A. L. M (2002), na página 112. Ver: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82430/227599.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

¹⁶ São considerados papéis: jornais, folhas de caderno, formulários de computador, caixas em geral, fotocópias, provas, envelopes, papel de fax, cartazes, rascunhos, aparas de papel.

sulfeto de sódio (Na_2S), com pH 13 e 14 extremamente poluentes devido aos altos valores de DQO e DBO. Ademais, geram-se vários compostos tóxicos, cujo descarte no ambiente não é possível. Outrossim, pode-se utilizar o método de polpação ácida (sulfito), em que os cavacos de madeira digeridos são inseridos em uma solução aquosa de ácido sulfuroso e íons bissulfito¹⁷. Assim, há a formação de papéis brancos.

Por sua vez, os resíduos tanto do processo ácido quanto do básico, oriundos da hidrólise da lignina e das hemiceluloses e dos extraíveis, permanecem em uma solução que é chamada de licor negro altamente tóxico com altos valores de DQO e DBO. Após esse processo, ocorre o refinamento, que é a adequação da polpa para a obtenção do papel e o branqueamento.

Portanto, a reciclagem do papel se dá por fatores econômicos, tendo em vista que a disposição final do papel não é um problema, pois é completamente biodegradável por levar de 6 meses a alguns anos para se decompor dependendo das condições do ambiente em que foi descartado. Diante disso, as vantagens da reciclagem do papel é a minimização do uso de terras agricultáveis e de água para a produção florestal, bem como dos processos de polpação, altamente poluente, além de utilizar muita água. Ademais, outras vantagens da reciclagem do papel são a diminuição do consumo de energia e a inibição da derrubada de 17 árvores, evitada pela reciclagem de uma tonelada de papel. Isso representa a economia de 26,5 mil litros de água e 2,5 mil litros de petróleo. Nesse sentido, as figuras 5 e 6 sintetizam alguns dos processos mencionados acima.

¹⁷ Com parâmetros de 6,1 a 7,5 atm, de 125 a 160 °C com um tempo entre 6 a 12 horas.

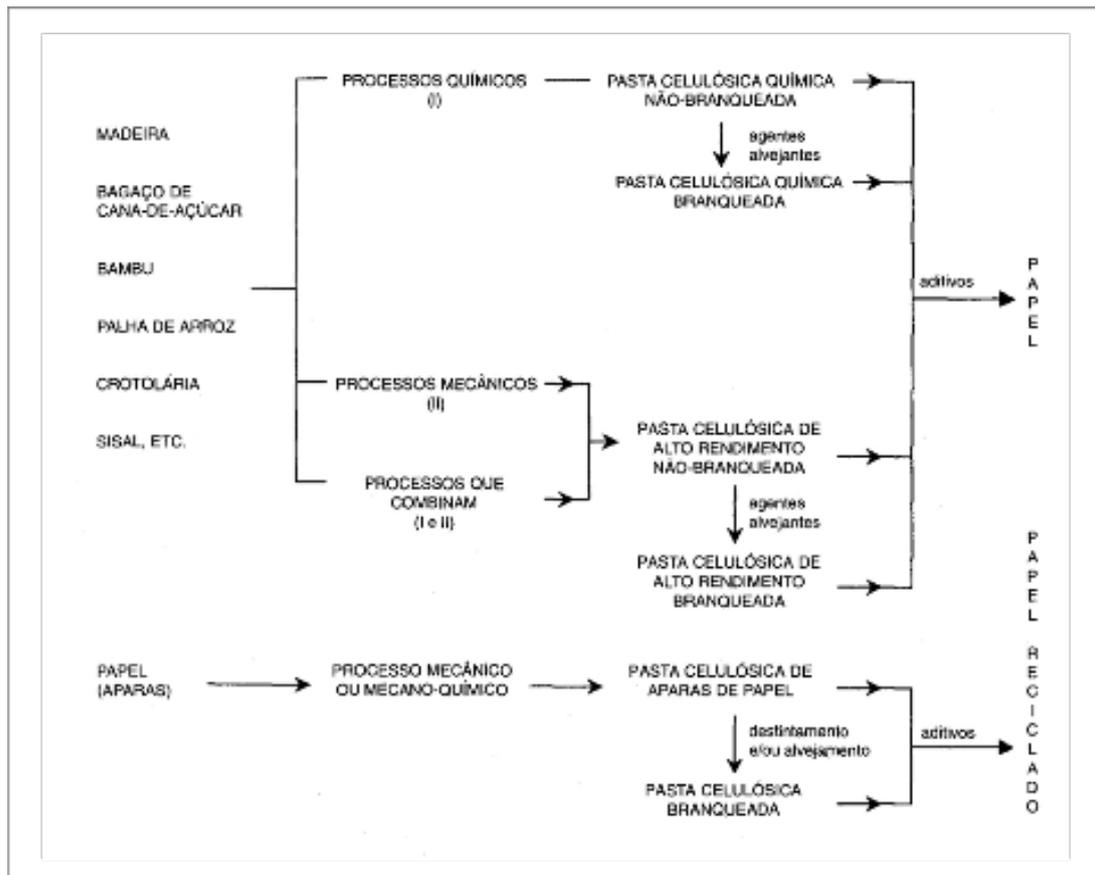
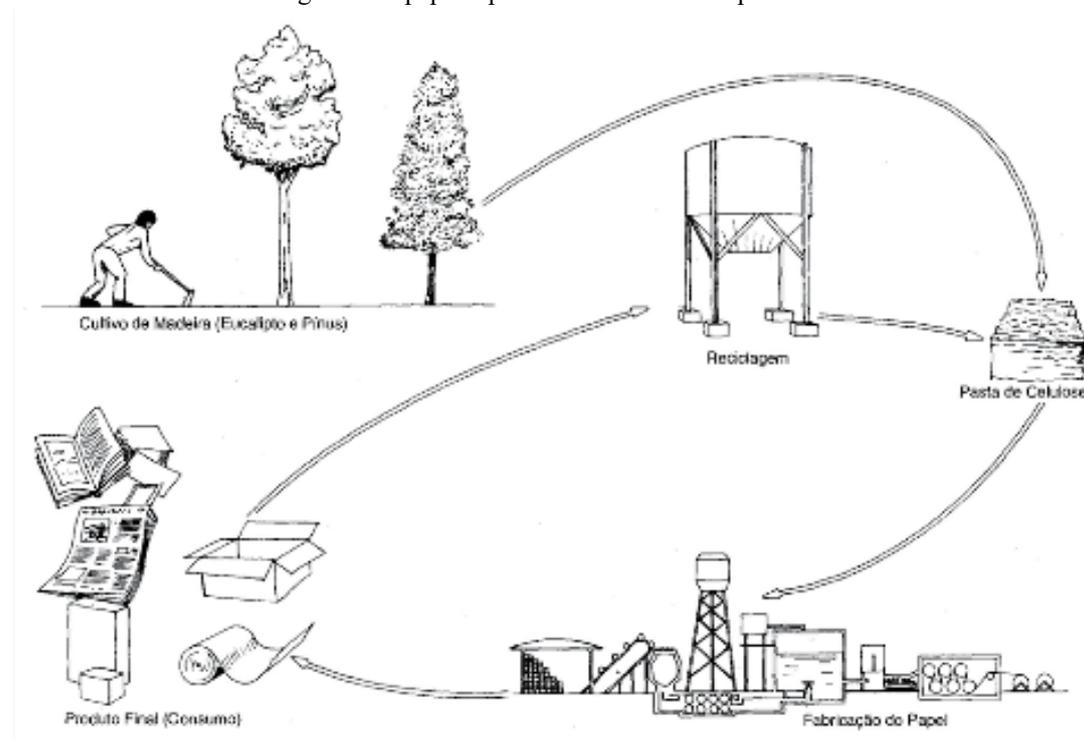


Figura 5. O papel a partir de suas matérias-primas¹⁸.



¹⁸ Fonte: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf.

Figura 6. Processo de produção do papel.

À vista disso, pela necessidade de proteger o meio ambiente, tornou-se necessária a reciclagem do papel. Ao longo dos anos, o material mostrou ser fonte acessível de matéria-prima limpa. Nesse sentido, os sistemas de reciclagem do papel envolveram muito com o objetivo de reduzir a quantidade de lixo gerado. Além disso, as campanhas de coleta seletiva aumentaram em todo o mundo e também a ação dos catadores nas ruas no caso do Brasil, os quais têm, na maioria das vezes, a sua única fonte de renda no recolhimento de lixo.

No entanto, o papel é de difícil reciclagem, porque a mistura de diferentes tipos de celulose e mesmo a tinta de canetas e impressoras fazem com que raramente fique branco novamente. Por isso, dos 29% da produção reciclada no Brasil, 55% é usada para confecção de caixas de papelão. Além disso, papéis laminados, plastificados, carbonos e manteiga não podem ser reaproveitados (CONTARDI, 1997)¹⁹. Nos centros de triagem, ocorre a separação e, então, o papel é enfardado em prensas e depois encaminhado aos aparistas, que classificam as aparas e as revendem para as fábricas de papel como matéria-prima. Nas fábricas, misturam-se o papel que vem das cooperativas e o papel virgem para preparar a suspensão. Em seguida, usa-se um sistema de filtragem para eliminar possíveis impurezas e, assim, o produto da filtragem entra no sistema de formação de papel.

Posteriormente, os papéis prensados que chegam na indústria são colocados em grandes trituradores como se fosse um gigante liquidificador nomeado de “hidropulper”. Essa máquina tem um formato de tanque cilíndrico e um rotor giratório ao fundo, cuja finalidade é desagregar estes papéis e misturá-los com água. Dessa forma, gera-se um creme rico em celulose. No próximo processo, é feita uma filtração por meio da peneira que se localiza abaixo do rotor, a fim de se separar as impurezas (fibras, pedaços de papel não desagregado, arames e plásticos). Com a finalidade de retirar as tintas, usam-se compostos químicos, água e soda cáustica. Ademais, para retirar impurezas como areias, é usado o equipamento chamado de “center-cleaners”, que produz um creme mais puro. Ainda com relação ao processo de reciclagem dos papéis, discos refinados são usados para fazer um melhoramento das fibras da celulose,

¹⁹ CONTARDI, Sueli. Programa Educacional para Reciclagem. Sucata Nossa de Cada Dia. Disponível em: <<http://www.atibaia.com.br>>

reforçando a ligação entre elas. Por último, o creme sofre um branqueamento com composto de cloro ou piróxido, seguindo para secagem. Depois, os produtos são destinados às máquinas de fábrica de papel onde são cortados e embalados para venda (COPEL, 2000).

Nesse contexto, os principais problemas para a reciclagem de papéis estão relacionados ao descarte inadequado, que inviabiliza o processo, às necessidades de separação por cor e tipo de papel e de se fazer o branqueamento da polpa obtida. Esse último é um processo poluente e, por decompor a fibra a cada reuso, diminui a qualidade do papel. Portanto, só é possível a reciclagem de 5 a 7 vezes.

5.1.2 Vidros

Por sua vez, o vidro²⁰ é um dos materiais mais utilizados pelo homem. Ele é 100% reciclável e sem limite de reciclagem. Ademais, a economia na reciclagem do vidro é significativa, uma vez que a temperatura de fusão de areia e de óxidos é de 1000°C, e a temperatura de fusão de cacos de vidro é de 600. No entanto, deve-se levar em consideração que o vidro tem um baixo valor agregado e alto custo de transporte devido ao seu peso.

No tocante ao assunto, o vidro é um sólido inorgânico amorfo, ou seja, um sólido não cristalino, conhecido também como cerâmica transparente. Por isso, utiliza-se vidro em janelas, copos, portas, mesas, jarras e vários outros utensílios. Além disso, é considerado moderno com as características que conhecemos hoje, embora seja usado em grande escala pelo homem há mais de 6 mil anos. Dessarte, seu princípio de fabricação é basicamente o mesmo desde que foi inventando. Com o passar dos anos, várias tecnologias foram desenvolvidas e acrescentadas a este processo de produção para se chegar aos aspectos dos vidros de hoje, com novas possibilidades de uso e com a característica química de ser relativamente inerte. Ademais, os vidros são e também de fácil limpeza e higienização, bem como isento de qualquer matéria viva ou sólidos inorgânicos, entre outros. Conseqüentemente, é muito usado na construção civil atualmente.

²⁰ Vidro inclui garrafas, copos e recipientes em geral.

No que lhe diz respeito, o vidro de sílica pura é mais utilizado em reatores químicos por serem extremamente resistentes (não quebram fácil). Para este processo, utilizam-se temperaturas de fusão muito altas, em torno de 1600 °C, e, para a sua reciclagem, sempre se usaram os cacos de vidro como fundente, ou seja, são matérias que ajudam diminuir a temperatura de fusão para 600 °C.

Em uma composição clássica do vidro, normalmente há em torno de 70% de sílica (areia), em torno de 15% de Barrilha, aproximadamente 10 % de calcário, 2% de Feldspato, 2% Dolomita e 1% de aditivos. Caso se deseje cores, adiciona-se cerca de 3% de algum sal que é o corante do vidro²¹. No tocante à reciclagem, usam-se cerca de 50% de cacos de vidro, 35% de sílica (areia), em torno de 7% de barrilha e apoteata, aproximadamente 6% de calcário e cerca de 1% Feldspato. A grande vantagem desse processo é o ganho energético, devido ao fundente baixar a temperatura do forno²². Segundo *Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado*²³, do CEMPRE, diz que espelhos; vidros planos, como vidro de janelas e *box* de banheiro; vidros de automóveis; vidro “cristal”; vidros especiais, como lâmpadas, tubos de televisão e válvulas; fôrmas e travessas de vidro temperado e qualquer outro tipo de vidro temperado não podem ser reciclados.

Além da redução do consumo de matérias-primas retiradas da natureza, a adição do caco à mistura reduz o tempo de fusão na fabricação do vidro, tendo como consequência uma redução significativa no consumo energético de produção, redução de custos de limpeza urbana; diminuição do volume do lixo em aterros sanitários; geração de novos recursos para obras sociais e educacionais; implementação de empregos; preservação do meio ambiente.

Isto posto, a reciclagem de vidro é feita para a economia de energia e de recursos naturais, como dito, por ser reciclado infinitas vezes e não perde as suas propriedades. Ademais, os cacos de vidros retornam ao ciclo produtivo facilmente, podendo ser usados parcialmente ou completamente, a depender da viabilidade econômica do processo. Portanto, não são nocivos aos organismos vivos, são

²¹ Ver: Ministério de Minas e Energia – MME: ”Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos”, 2015.

²² ABIVIDRO. 1999. Anuário e folheto informativo.

²³ Ver: Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado / Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. 316 p. : il. ; 11.264 kbytesv. Acessado pelo link https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf.

praticamente inertes a produtos químicos e não têm um tempo de decomposição definido.

Sendo assim, para que ocorra a reciclagem, deve-se analisar a viabilidade econômica do processo para prosseguir. Para isso, os fatores limitantes da reciclagem do vidro devem ser analisados. Tais fatores estão ligados ao custo da operação de coleta e de classificação, pois devem ser separados por tipo e cor. Além disso, são feitos a retirada de rótulos, a limpeza, a trituração e o transporte ao local de reciclagem ou a uma fábrica de vidro.

Nesse sentido, o maior problema dessa reciclagem está nos consumidores que não fazem a separação correta deste material, o que gera dificuldades com o produto. Por isso, é de grande importância a remoção de resíduos (impurezas) do vidro, pois podem ser de caráter inorgânico — como pedras, cerâmicas, concretos, louças e cristais —, substâncias que possuem uma maior temperatura de fusão. Conseqüentemente, geram-se falhas e defeitos no produto, por exemplo metais provocam uma coloração no vidro e outros defeitos estruturais. Os resíduos podem ser de caráter orgânico, os quais, em pequenas quantidades, não ocasionam tanta interferência quanto os de caráter inorgânico geram. Isso ocorre devido aos compostos orgânicos — como plásticos, papel e terra — se decomporem e volatizarem em altas temperaturas do forno do vidro, o que não ocasiona problemas. No entanto, se houver um excesso desses materiais, provoca-se uma alteração de cor ou formação de bolhas no vidro reciclado.

5.1.3 Metais

Em terceiro lugar, os metais²⁴ são materiais de elevada durabilidade, resistência mecânica e facilidade de conformação, por isso são muito utilizados em equipamentos, estruturas e embalagens em geral (CEMPRE, 2000). Além disso, a maior parte dos materiais metálicos se decompõem rapidamente diferente de outros materiais como vidro e plástico. Nesse contexto, o ferro, quando está sendo decomposto na forma de ferrugem, sai de metal reduzido (Fe^0) e vai para metal

²⁴ Materiais metálicos englobam as latas de alumínio, sucatas de diferentes origem, ferro.

oxidado (Fe^{3+}), o que gera, assim, a ferrugem. Pois, a hematita, o minério que dá origem ao ferro, é composta pelo metal oxidado, e na siderúrgica este metal passa a ser reduzido. Os metais, quando passam pelo processo de oxidação gerando a ferrugem, se dispersam no ambiente e, por isso, não é economicamente viável o seu aproveitamento como as jazidas minerais.

No tocante ao assunto, a matéria prima que dá origem aos metais vem do minério, rochas em que existe uma dada concentração de um mineral que possibilita/viabiliza a extração de um elemento químico. Portanto, essas rochas são a reserva natural de um metal causada por eventos geológicos distintos, o mineral, por sua vez, é o composto químico de um elemento que está presente nas rochas.

Dentre os diferentes tipos de metais, o alumínio é obtido a partir do minério da Bauxita (Al_2O_3 e Fe_2O_3); o cobre, a partir da Calcopirita (FeS e CuS); o aço, da Hematita (Fe_2O_3); o chumbo, por Galena (PbS) e o Zinco, pela Esfalerita (ZnS). Tais metais são reciclados devido à pureza e à raridade de serem encontrados, bem como aos processos de purificação e à energia gasta para reduzi-los. No entanto, deve-se levar em consideração também que, quando o aço é produzido inteiramente a partir da sucata, há uma redução da poluição do ar (-85%) e do consumo de água de (-76%), eliminando todos os impactos decorrentes da atividade de mineração. Cada tonelada de alumínio reciclado poupa a degradação do ambiente com a retirada de 5 toneladas de bauxita. 01 (uma) lata de alumínio reciclada equivale a economia de energia de um televisor em uso pelo período de três horas.

Sobre o assunto, é importante destacar que a sucata constitui no nome dado para os resíduos de metais e está dividida em sucata de aço de origem interna ou de retorno, sendo originada da usina siderúrgica, durante o processo de fabricação dos mais variados tipos de aço. Tem-se também a sucata de processamento ou industrial que deriva de atividades industriais como a indústria automobilística, embalagens, naval, construção civil, entre outras. Por último, também se tem a sucata de obsolescência que deriva da coleta de produtos colocados em desuso como por exemplo as embalagens, máquinas, fogões, geladeiras, etc²⁵.

A reciclagem de materiais metálicos dá-se primeiro por sua coleta, depois ocorre a separação, que pode ser, no caso de materiais ferrosos, feita por eletroímãs.

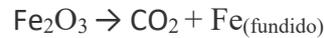
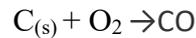
²⁵ Ver: <http://www.inesfa.org.br/reciclagem.php#materiais>.

Em seguida, os metais sofrem uma fragmentação e, então, com a ajuda de eletroímãs, facilmente a maioria é separada e os demais, manualmente. Após essa etapa, junta-se o material da obsolescência com o que vem da siderurgia e da indústria de transformação para que a fragmentação e a limpeza seja feita. Por fim, passa-se a um processo de prensagem e para a última etapa, em que os metais são levados para um alto-forno. Por sua parte, o ferro é um dos materiais mais utilizados na sociedade contemporânea de diversas formas. Nesse contexto, o ferro puro é de uso limitado devido às suas propriedades, o que o torna quebradiço e de fácil oxidação. Entretanto, ele é usado principalmente em ligas metálicas, como as com carbono, níquel, manganês, cromo, titânio etc. Formam-se, assim, propriedades muito interessantes e aplicadas em vários setores. O ferro, devido à utilização nas ligas, é o metal mais utilizado industrialmente para a construção civil, naval, automobilística, entre outras.

A obtenção do ferro se dá por meio da mistura destes três minerais: o carvão, a calcita ou carbonato (CaCO_3) e o minério de ferro (hematita). Juntam-se os três, que, em seguida, são colocados no alto forno carregado com carvão mineral ou vegetal (no caso do Brasil), que é queimado para que se atinja a temperatura de $1000\text{ }^\circ\text{C}$. A mistura das três matérias funciona como fundente por abaixa o ponto de fusão da hematita. O alto forno tem uma variação de temperatura, sendo mais alta em sua base e, na parte superior, mais baixas. Por isso, na parte de cima, colocam-se os materiais (minério de ferro, calcário e carvão) e, mais ou menos no meio do forno, há a injeção de ar em pequena quantidade para a formação posterior de monóxido de carbono. Assim, gera-se a produção do ferro carbono, chamado de ferro-gusa, que é o ferro puro. Na superfície desse ferro formado, há a escória, que são cinzas, sílicas e impurezas que vêm junto com os minerais.

Além disso, vale ser mencionado que os processos do procedimento envolvem a reação do carvão com oxigênio, o que forma monóxido de carbono. Em seguida, esse monóxido de carbono vai reagir com a hematita para formar Fe^0 e dióxido de carbono. Portanto, há uma oxidação do carbono e uma redução do ferro, por conseguinte o carbonato se decompõe devido à temperatura e forma, então, CO_2 e cal, o óxido de cálcio (CaO). Nesse contexto, o óxido de cálcio tem como principal função reagir com as impurezas (sílicas, alumina, entre outras) para gerar a escória, separada por

densidade por flutuar sobre o ferro líquido. As reações desse processo podem ser descritas da seguinte maneira:



Há também o esquema do alto-forno que está representado na imagem da figura 7 que sintetiza o processo onde mostra a transformação desses minérios em ferro no como mostrado nas reações acima, elas acontecem no forno que dão a origem do produto final (ferro gusa).

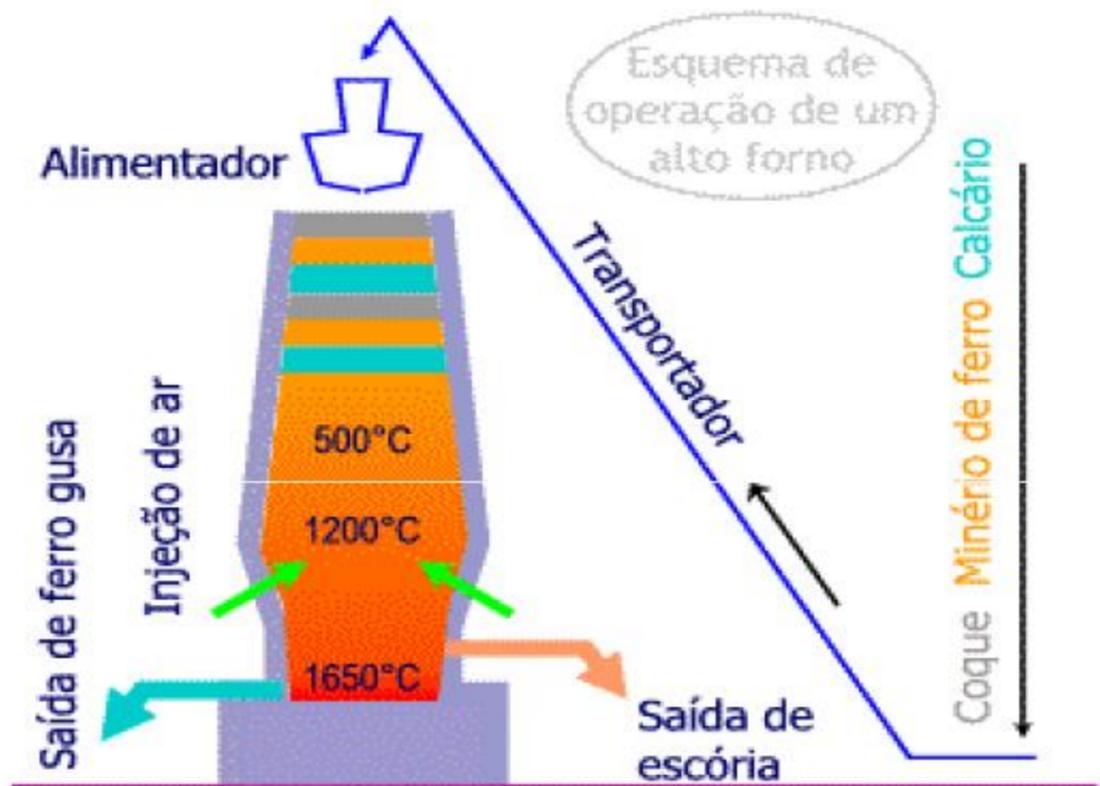


Figura 7. Esquema da produção de ferro em um alto forno, fonte²⁶.

Nesse viés, com o ferro gusa formado, passa por uma purificação e, então, formam-se as ligas metálicas para o uso diversificado. Vale ressaltar que também existem fornos elétricos para reduzir o ferro e transformá-lo em ferro gusa.

26 A imagem pode ser acessada em: <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM233/Arquivos%20FTP%202020/Aula%20Gusa%20A%C3%A7os/Aula%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20Gusa.pdf>

Por sua parte, para a reciclagem do ferro, é necessário que se faça o processamento da sucata do ferro. Primeiramente, o ferro pós consumo é transportado e colocado em trituradores que o reduzem a pequenos pedaços, por conseguinte forma-se um material particulado. Com a ajuda de um eletroímã, separa-se o ferro de impurezas oriundas do tritramento e, então, há a obtenção de um material ferroso, que é separado, pois é um material ferromagnético. Esse material é lavado, prensado e transportado para o processo de reciclagem.

Nesse contexto da reciclagem do ferro, entende-se que a sucata possui o minério de ferro que é colocado no alto forno para se produzir o ferro gusa e os lingotes. Dessa maneira, faz-se a transformação desse produto em bens de consumo. Dessarte, o processamento de sucatas nas siderúrgicas pode envolver apenas as sucatas ou as sucatas juntamente com o minério do ferro. Em ambas situações, há um grande ganho energético.

Por seu lado, quando se fala em alumínio, logo é lembrado o assunto reciclagem. Isso acontece, visto que a reciclabilidade do alumínio é infinita, sem que o material perca suas características no processo de reaproveitamento. Por isso, o alumínio influencia sua indústria para a sustentabilidade em termos econômicos, sociais e ambientais. Nesse sentido, o alumínio pode ser reciclado tanto a partir de sucatas, de sobras do processo produtivo, de utensílios domésticos, de latas de bebidas, de materiais de construção, de componentes automotivos, entre outros (ABAL, 2021)²⁷.

Dessa forma, além de reduzir o lixo que vai para os aterros, a reciclagem desse material proporciona um significativo ganho energético e a economia da bauxita, o minério que origina o alumínio primário. Ademais, há a geração de renda para trabalhadores que dependem dessa atividade de reciclagem. No processo de reciclagem de uma dada quantidade de alumínio, gasta-se 5% da energia necessária para produzir a mesma quantidade de alumínio pelo processo primário, e, também, segundo dados do *International Aluminium Institute* (IAI), ocorre a liberação de somente 5% das emissões de gás de efeito estufa em comparação ao processo primário. (ABAL, 2021²⁸ e VOGEL, C, 2004). Por sua vez, as latas de alumínio, depois de

²⁷ Ver: <http://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/>.

²⁸ Ver: <https://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/por-que-reciclar/>.

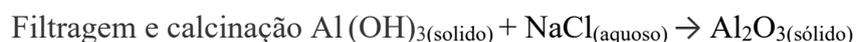
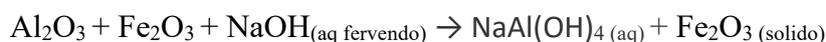
coletadas, são amassadas por prensas especiais, em seguida o material é enfardado pelos sucateiros, pelas cooperativas de catadores, pelos supermercados e pelas escolas e repassado para as indústrias de fundição (siderúrgicas). Em seus fornos, as latinhas são derretidas e transformadas em lingotes de alumínio. Esses blocos são vendidos para os fabricantes de lâminas de alumínio que, por seu lado, comercializam com as indústrias de latas. As latas de alumínio são recipientes de pouco peso, o que aumenta o seu consumo, visto que isso ocasiona a economia em seu transporte. Ademais, há uma melhora do processo de obtenção do alumínio a partir da reciclagem de latas, devido ao grande aumento de embalagens de bebidas feitas de alumínio. No tocante ao assunto, o alumínio tem propriedades físico-químicas, como baixo ponto de fusão (660 °C) e boa condução térmica e elétrica com propriedades refletivas. De acordo com a temperatura, sua queima pode gerar compostos orgânicos voláteis provenientes de tintas de estamperia das embalagens que não atrapalham sua reciclagem. Entretanto, latas misturadas com o restante do lixo podem estar contaminadas com matéria orgânica, excesso de umidade, plástico, vidro, areia e outros metais, o que dificulta sua recuperação para uso mais nobre. As embalagens de alumínio se degradam parcialmente nos aterros devido à existência de uma camada de óxido em sua superfície.

Dessa forma, o alumínio é um bem interessante por ter grande aplicabilidade na construção, visto que é um material leve, fácil de modelar além de que a passivação — o impedimento do oxigênio presente no ar — melhora sua durabilidade. Ou seja, o alumínio é um dos metais com a maior tendência de oxidar quando esse processo ocorre. No momento em que oxida, forma-se um filme sobre a superfície, o que faz essa passivação chegar às outras partes do material que não está oxidado, então para de haver a oxidação.

Por outro lado, um dos principais problemas com o processo da indústria do alumínio é o alto custo, posto que se demanda muita energia elétrica e calor. Logo, do ponto de vista de viabilidade econômica, o alumínio deveria ser utilizado mais para a construção civil e a atividades mais nobres e não ser empregado nas embalagens, por poderem ser feitas de vidro ou outro material mais barato. Por isso, o processo primário do alumínio somente é viável onde a energia elétrica é mais barata.

Ainda sobre o tema, a produção do alumínio se dá por meio do minério da Bauxita que tem alumina e hematita (Al_2O_3 e Fe_2O_3 hidratados). Para isso, separa-se a

hematita para a produção de alumina pura e, então, faz-se uma eletrólise para se obter o alumínio metálico. No entanto, esse processo não era viável economicamente até se desenvolver um sistema em que se diminui o estado de oxidação do alumínio. Dá-se o procedimento por meio da fervura da bauxita em uma solução de NaOH aquoso no estado de ebulição. Com isso, formam-se o tetrahidroxialuminato de sódio (NaAl(OH)_4) que permanece em solução, e também a ferrugem, que é a hematita (Fe_2O_3) na forma sólida. Em seguida, faz-se a filtração dessa solução, tendo por resultado o tetrahidroxialuminato de sódio (NaAl(OH)_4) com alto grau de pureza na forma aquosa e a hematita na forma sólida. Após esse processo, faz-se a acidificação do o tetrahidroxialuminato de sódio (NaAl(OH)_4) com um ácido, por exemplo o HCl, o mais utilizado. Então, como resultado da acidificação, há a precipitação do óxido de alumínio hidratado, água (H_2O) e cloreto de sódio (NaCl). Por fim, outra filtração é realizada e, assim, após a calcinação, gera-se a alumina pura (Al_2O_3). Segue as reações químicas do processo²⁹:



A alumina pura (Al_2O_3) não é economicamente viável para produzir alumínio metálico, e, para fundir a alumina, necessita-se da temperatura de fusão de mais de 2000 graus °C. Logo, desenvolveu-se um processo chamado de Héroult-Hall, no qual há a utilização de um sal fundido, o hexafluoraluminato de sódio, que é a criolita (Na_3AlF_6) obtida por meio fluoreto de alumínio (AlF_3) e fluoreto de sódio (NaF). A criolita atua como fundente da alumina, isto é, aquela consegue abaixar o ponto de fusão desta a cerca de 1000°C. Por conseguinte, é necessária somente a metade da temperatura da alumina pura, então há um grande ganho energético e, assim, viabiliza-

²⁹ Ver: Constantino, Vera R. Leopoldo et al. Preparação de compostos de alumínio a partir da bauxita: considerações sobre alguns aspectos envolvidos em um experimento didático. Química Nova [online]. 2002, v. 25, n. 3 [Acessado 10 Outubro 2021] , pp. 490-498. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000300024>>. Epub 07 Ago 2002. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000300024>.

se o processo e mantém-se o sistema no estado líquido. Segue a equação química do processo em questão:



Com isso, faz-se uma redução eletroquímica. Com o ânodo e cátodo, usam-se barras de grafite. No cátodo, há o alumínio metálico sendo formado e, no ânodo, a oxidação do grafite, que produz CO_2 . Esse processo permite a obtenção do alumínio³⁰. Seguem as reações envolvidas no processo:

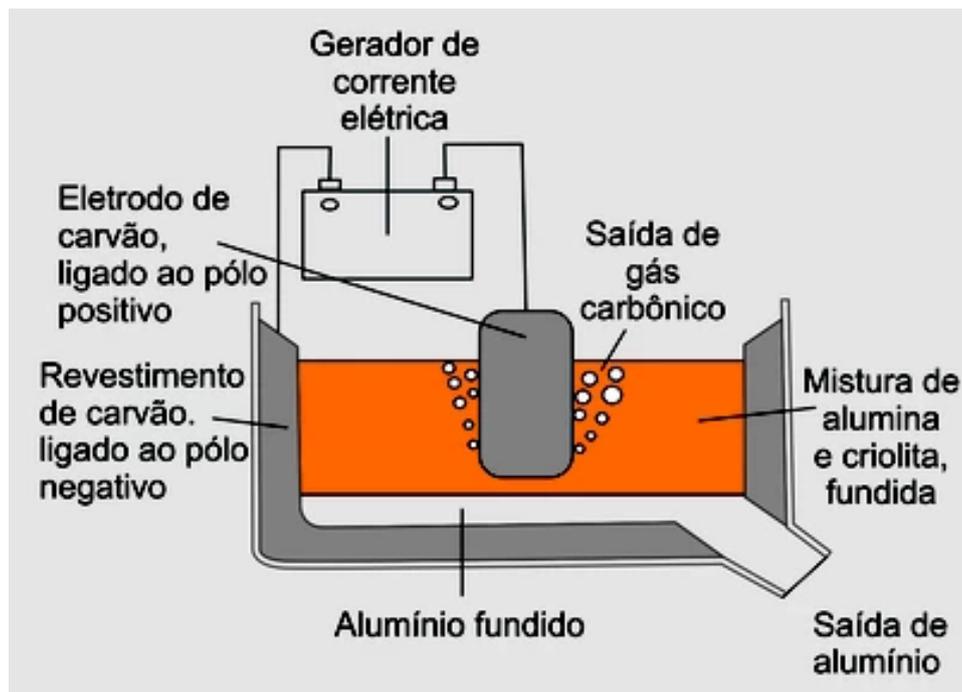
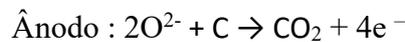
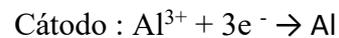


Figura 8. Eletrólise do processo de Héroult-Hall na obtenção de alumínio³¹.

³⁰ Ver: https://www.researchgate.net/profile/Valdis-Bojarevics/publication/265374551_Long_waves_instability_of_liquid_metal-electrolyte_interface_in_aluminium_electrolysis_cells_A_generalization_of_Seles_criterion/links/5ecbec0292851c11a88a7fea/Long-waves-instability-of-liquid-metal-electrolyte-interface-in-aluminium-electrolysis-cells-A-generalization-of-Seles-criterion.pdf

³¹ A figura pode ser acessada em: <http://educacao.globo.com/provas/enem-2013/questoes/74.html>.

A obtenção do alumínio através da sucata, por sua vez, é um processo bem mais vantajoso do que o primário como exemplifica a imagem acima. Ela se dá por meio da prensa do alumínio que é enviado à reciclagem, onde ele é fundido no forno que opera a 750 °C. Entretanto, o ponto de fusão é de 660 °C. Pode fazer um tratamento com o alumínio de forma artesanal ou industrial. Na reciclagem artesanal, produzem-se utensílios e peças já acabadas, por exemplo facas, painéis, entre outras, ou também podem ser feitos lingotes. Na industrial, por sua parte, também podem ser confeccionadas peças já acabadas ou feitos os lingotes, os quais, tanto na artesanal quanto na industrial, são passados por processos de laminação e extrusão. Em seguida, vão direto para a indústria de transformação e viram os produtos acabados (SCHLESINGER, M., 2006)³².

De outra parte, na obtenção do alumínio primário pelo processo de Héroult-Hall, gastam-se 11.000kJ. Já pela reciclagem, gastam-se apenas 960kJ, apesar de chegar no mesmo produto, o lingote. Dessa forma, há uma economia de cerca de 90%. Isso explica a grande quantidade de alumínio reciclado em todo o mundo quando comparado com outros metais (SCHLESINGER, M., 2006)³³.

5.1.4 Plásticos

Em quarto lugar, os plásticos³⁴ são materiais fabricados a partir de resinas sintéticas produzidas por meio de matérias primas de origem natural, como o petróleo, o gás natural, o carvão ou o sal comum (WIEBECK E PIVA, 1999). Os plásticos são comercializados em pó, grânulos, fundidos ou em solução e, nessas formas, alimentam a indústria de transformação. Neste lugar, após a aplicação de calor, pressão e adição de inúmeros modificadores e aditivos, resultam-se os citados produtos tão conhecidos e indispensáveis ao nosso dia a dia. O material plástico vem substituindo gradualmente os materiais convencionais no projeto de produtos “design”, não só por seu baixo custo, mas também por consequência do desenvolvimento contínuo de sua funcionalidade, que permite acondicionar, envolver, acomodar e até transportar

³² Ver: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420006247/aluminum-recycling-mark-schlesinger>.

³³ idem.

³⁴ Plásticos podem ser embalagens de refrigerante, de produtos de limpeza, de margarina, copinhos descartáveis, canos e tubos, sacos plásticos em geral, etc. <https://core.ac.uk/download/pdf/30363517.pdf>

produtos. Os “plásticos” mudaram, além disso, os hábitos de vida do consumidor, por exemplo, com talheres descartáveis e as práticas de comércio. Nesse sentido, afirma-se que:

A reciclagem de plásticos em geral nos resíduos sólidos urbanos trazem grandes benefícios ambientais, sociais e econômicos para a sociedade como a redução do volume de lixo coletado que é removido para os aterros sanitários, propiciando aumento da vida útil e a redução dos custos de transporte; economia de energia e petróleo, pois a maioria dos plásticos é derivada do petróleo, e um quilo de plástico equivale a um litro de petróleo em energia; geração de empregos (catadores, sucateiros, operários, etc); menor preço para o consumidor dos artefatos produzidos com o plástico reciclado (em média, os artefatos produzidos com o plástico reciclado são 30% mais baratos do que os mesmos produtos fabricados em matéria-prima virgem); Melhorias sensíveis no processo de decomposição da matéria orgânica nos aterros sanitários; uma vez que o plástico impermeabiliza as camadas de material em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos.³⁴

O plástico proveniente do lixo pode ser comercializado em diversas formas e diferentes estágios de preparo, dependendo dos sistemas de coleta e separação, do beneficiamento, da disponibilidade de empresas recicladoras na região, etc. (NOME, ANO, PÁGINA)

Nesse sentido, os polímeros termoplásticos são materiais mais leves e mais baratos, que substituem os materiais tradicionais (ferro, madeira, vidro). A maioria desses plásticos são extremamente estáveis quimicamente, o que é uma vantagem durante o uso. Entretanto, após a utilização dos plásticos, sua decomposição demora muitos anos para acontecer. Além disso, hoje em dia, em todo o mundo, está ocorrendo o acúmulo desse material, visto a formação de grandes ilhas de lixo no oceano graças a esse tipo de material. Ademais, ele também é encontrado em rios, lagos, solos e em todo lugar para onde seja carregado com a chuva e o vento até chegar aos oceanos. Por isso, os problemas ambientais causados pelos plásticos em zonas aquáticas são estes: o impedimento da passagem de luz, a ingestão por animais ou a deformação dos bichos que entram em contato com ele. Portanto, o destino correto seria levá-lo para a reciclagem ou para os aterros sanitários, caso não exista a possibilidade de reciclagem.

No tocante ao assunto, o ciclo produtivo do plástico se dá pela exploração de gás, petróleo e carvão. Nesse contexto, as refinarias de fósseis produzem diversos desses componentes, e alguns são destinados para o polo petroquímico, o qual é uma central de matéria prima que transforma alguns dos gases em matéria prima para a produção de polímeros. As centrais de matéria prima, chamadas de primeira geração, são enviadas para as fábricas de segunda geração, as indústrias produtoras das moléculas poliméricas, os polímeros. Como exemplo, há todas as etapas de refino e o

craqueamento, além de outras, que produzem várias olefinas. Algumas dessas olefinas são destinadas para a produção de combustível, e outras, para centrais de matérias prima. Nesses locais, faz-se a separação e formam-se as lentilhas, que são grãos de polímeros puro. Isso tudo ocorre na indústria de segunda geração, vendedora deste produto para as indústrias de terceira geração, indústrias de transformação. Essas indústrias modificam as lentilhas, de forma que se pode agregar pigmentos para dar cor e fazer compósitos quando se deseja alterar as propriedades desse material. Então, após esse processo, adequa-se o material à necessidade do produto final por meio de processos de injeção, sopro e modelagens. Dessa forma, há a formação de variados produtos, desde sacos plásticos até para-choques de carros.

Por sua vez, a reciclagem de polímeros termoplásticos no próprio ciclo produtivo, com uma reciclagem mecânica, se dá primeiramente por meio da separação do material nos centros de triagem, onde o material é cortado e lavado. Posteriormente, é colocado em uma extrusora que viabiliza a modificação do material polimérico, por amolecê-lo, e, então, os pedaços de plástico são esticados em uma máquina com forma de “macarrões”. Ao fim, o material é resfriado e cortado para formar as lentilhas de polímeros. Essas lentilhas são separadas por cor e por tipo de polímero.

Nesse contexto, a separação é feita a partir dos códigos de polímero dados por estes números: 1 para PET ou PETE (Tereftalato de polietileno), 2 para os PEAD (Polietileno de alta densidade), 3 para PVC (Policloreto de Vinila ou cloreto de vinila), 4 para PEBD (Polietileno de baixa densidade), 5 para PP (Polipropileno), 6 para PS (Poliestireno) e 7 para os Outros plásticos³⁵. Como resultado dessa separação, há a geração de lentilhas muito similares às lentilhas virgens, ou seja, do processo primário. No entanto, os problemas enfrentados nesse tipo da reciclagem são as sujeiras e as modificações feitas no material (frankensteins³⁶), que dificultam a separação e a reciclagem. Ademais, vale ressaltar que a reciclagem degrada os polímeros de acordo com o tipo de material, o que faz com que alguns possam ser reciclados muitas vezes como os PET e outras, poucas vezes, como os PEAD. Por sua vez, outros materiais, como os PEBD, não podem ser reciclados nenhuma vez. A impossibilidade de reciclagem por infinitas vezes ou a não reciclagem do plástico se deve ao fato de que,

³⁵ Ver: <https://www.ecycle.com.br/tipos-de-plasticos/>

³⁶ São alterações feitas em um material com potencial de reciclagem, que dificultam ou impossibilitam a sua reciclagem. Como exemplo, há as caixas de longa vida ou produtos artesanais modificados.

no processo para transformá-lo em lentilhas para a futura reutilização, se usa calor, e este calor degrada as moléculas dos polímeros.

Portanto, a forma ideal para reciclar plásticos seria possível somente no caso de polímeros oriundos da reação de condensação, em que se faz a despolimerização de resinas de condensação para obter os monômeros originais. Dessa forma, a vantagem da utilização desse processo é o envio desses monômeros para as indústrias de segunda geração ou para outro ciclo produtivo que os utilize. No entanto, esse processo é muito pouco viável, visto que somente cerca de 10% dos PETs são reciclados desta forma³⁷.

Ainda no tocante ao assunto, outra forma de reciclar plásticos reciclados inúmeras vezes, não recicláveis ou que estão completamente misturados e contaminados é jogá-los em um processo de queima. A razão disso é que a maioria dos polímeros é inflamável, portanto, gera vapor, que, por sua vez, produz energia elétrica e também calor. Para esse processo, deve-se considerar que a queima de polímeros gera vários gases altamente tóxicos, por isso é necessária uma queima controlada destes, com o uso de filtros de exaustão que impeçam a edição de poluentes gasosos.

Os polímeros são macromoléculas resultantes da união de muitas unidades de moléculas pequenas, que levam o nome de monômeros. Existem polímeros naturais, como o látex, o amido, o glicogênio, a seda, a celulose e as fibras de algodão. Além disso, podem ser artificiais, como polipropileno (PP), o poli(tereftalato de etileno) (PET), o polietileno (PE), o poli(cloreto de vinila) (PVC), os quais são conhecidos como polímeros sintéticos. Existem também os termoplásticos que são o PP, o PE, o PET, o PVC e o poliestireno (PS), que são polímeros moldáveis quando submetidos a um aumento da temperatura. Possuem baixa densidade e são considerados isolantes térmico e elétrico, resistentes ao impacto além de terem um baixo custo, o que faz com que a suas aplicações sejam abrangentes e anualmente crescentes mundialmente³⁸.

³⁷ Ver: DI SOUZA, Luiz; TORRES, Maria Conceição M. e RUVOLO FILHO, Adhemar C. Despolimerização do poli (tereftalato de etileno) - PET: efeitos de tensoativos e excesso de solução alcalina. *Polímeros* [online]. 2008, v. 18, n. 4 [Acessado 11 Outubro 2021] , pp. 334-341. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282008000400013>.

³⁸ Ver: SPINACÉ, Márcia Aparecida da Silva e DE PAOLI, Marco Aurelio. A tecnologia da reciclagem de polímeros. *Química Nova* [online]. 2005, v. 28, n. 1 [Acessado 11 Outubro 2021] , pp. 65-72. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100014>.

No que lhes concerne, os polímeros PE, PP, PVC e PET bem como os engradados de PEAD são reciclados de forma mecânica sendo primeiramente necessária a separação de resíduo polimérico, que ocorre por meio manual. Para isso, usa-se mão de obra barata ou pode-se preferir a automatizada, baseado na diferença da densidade do material nos tanques de flotação ou em hidrociclones. Após essa etapa, ocorre a moagem, a lavagem, a secagem, o processamento e depois o uso para o novo produto³⁹.

Dessa forma, é importante a parte de separação devido ao PET sofre hidrólise se estiver em contato com impurezas (50 ppm) de PVC. Logo, tecnologias de raios X são desenvolvidas para identificar o cloro encontrado no PVC. Portanto, pode ser uma reciclagem química devido à despolimerização por solventes, métodos térmicos ou térmico catalíticos. Se forem utilizados métodos térmicos, como a pirólise do PVC, gera-se HCl, que pode ser neutralizado com óxido de cálcio. Nesse contexto, os óleos obtidos da pirólise do PVC têm compostos organoclorados. Em contrapartida, a outra forma de reciclagem é a energética em que, caso o resíduo de polímero não seja economicamente viável, são incinerados. Se o polímero contiver cloro ou flúor (halogênios), pode-se gerar problemas devido à produção de HCL e HF, fonte de emissão de dioxinas⁴⁰.

Ademais, há os polímeros biodegradáveis que se decompõem em semanas ou meses, por isso são menos prejudiciais ao meio ambiente quando comparados aos outros tipos de polímeros, que dão origem aos variados tipos de plásticos. Pois, os polímeros biodegradáveis não se acumulam no ambiente, portanto diminuem o lixo e a poluição, assim se encaixam no contexto da sustentabilidade. Sofrem ação de organismos como algas, fungos e bactérias para a decomposição e normalmente são utilizados para fabricação de embalagens, sacolas e produtos para agricultura e consumo.

³⁹ *Idem*, 2005.

⁴⁰ *Idem*, 2005.

5.1.5 Orgânicos

O lixo orgânico, por fim, pode ser de origem urbana, agroindustrial, bem como vir de restaurantes, jardins, etc, e no segmento sobre reciclagem de papel, mencionado, ele pode ser considerado material orgânico. As reações e os processos bioquímicos de decomposição da matéria orgânica contida em restos de matérias de origem animal ou vegetal é chamada de compostagem. Nesse processo de degradação biológica da matéria orgânica em presença de oxigênio do ar, são gerados como produto o composto orgânico, o gás carbônico, além de calor e água. O composto pode ser colocado no solo para aprimorá-lo sem causar riscos ao meio ambiente. Alguns outros processos como a vermicompostagem, que é identificada pela presença de minhocas na fase final do composto orgânico e resulta no húmus de minhoca, são utilizados na fabricação de adubos orgânicos. Na compostagem desses materiais, há a geração destes três principais produtos: os efluentes compostos, chamados de húmus; os efluentes gasosos, voláteis emitidos para o ambiente (CH₄, CO₂, H₂, H₂S, H₂O e compostos orgânicos voláteis, entre outros); os efluentes líquidos, os chorumes que são lixiviados aquosos de íons de metais que, dependendo do composto orgânico decomposto, podem conter metais pesados e níveis de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) altíssimos. Os efluentes líquidos podem gerar nitrogênio amoniacal também, por isso têm alto potencial poluidor das águas⁴¹.

Ademais, vale ressaltar ainda que nos lixões ocorre a decomposição anaeróbica da matéria orgânica, que forma metano e chorume, poluentes do ar e dos lençóis freáticos. Portanto, há o desperdício de matérias que poderiam ser recicladas, a disseminação de doenças e a diminuição da qualidade de vida dos catadores. No Brasil os lixões são ilegais desde 1981, entretanto, como já falado, só em 2018 o maior lixão da América (o lixão da Cidade Estrutural) foi desativado quase 40 anos depois de ser aberto.

⁴¹ SIQUEIRA, T. e ASSAD, M.. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil).. *Ambiente & Sociedade* [online]. 2015, v. 18, n. 4 [Acessado 12 Outubro 2021] , pp. 243-264. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1243V1842015>.

No tocante ao assunto, o lixo orgânico complexo — composto por carboidratos, proteínas, lipídios, os quais são macromoléculas — sofrem a hidrólise por ações de enzimas hidrolíticas, que são secretadas por Bactérias Fermentativas. Esses microrganismos, por sua vez, produzem compostos orgânicos simples, como açúcares, aminoácidos e pépticos. Esses compostos orgânicos simples sofrem a ação de outros microrganismos, como Bactérias Acidogênicas, que os transformam em ácidos graxos voláteis, ácido láctico, gás carbônico, hidrogênio, amônia, aminas e sulfeto de hidrogênio, entre outros. É isso que gera o cheiro característico da decomposição. Depois dessa etapa, há a acetogênese, a ação oxidativa por meio de Bactérias Acetogênicas em que se geram hidrogênio, dióxido de carbono e acetato. Por fim, a última etapa do processo é conhecida como Metanogênese, que ocorre pela ação de Arqueas Metanogênicas. Estas podem decorrer por meio da metanogênicas acetoclásticas, que formam ácido acético e metanol, e da metanogênicas hidrogenotróficas, cujo resultado é hidrogênio e dióxido de carbono. Por último, há o metano gerado como produto final do processo⁴².

Nesse contexto, a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) afirma que apenas 1% do resíduo orgânico produzido é reciclado, o que gera o seu reaproveitado (CEMPRE, 2020). Isso mostra que diminuiu o volume total do resíduo de matéria orgânica utilizando esse processo, que faz a transformação da matéria orgânica em gás carbônico, vapor de água e composto. Essa é uma forma de reciclagem da matéria orgânica.

Portanto, o lixo orgânico oriundo do lixo domiciliar pode ser reaproveitado, se for de forma controlada, nas usinas de triagem e de compostagem. No Brasil, a compostagem é de fundamental importância, visto que cerca de 50% do RSU se constitui de matéria orgânica. Por conseguinte, a compostagem tem benefícios, como a diminuição de cerca da metade do lixo destinado ao aterro, o reaproveitamento agrícola da matéria orgânica, a reciclagem de nutrientes para o solo, a ação e processos

⁴² Ver: BARCELOS, Beatriz Rodrigues de. Avaliação de diferentes inóculos na digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domésticos. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)-Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Ademais, algumas dessas informações podem ser encontradas em: <https://www.cpt.com.br/cursos-meioambiente/artigos/como-acontece-a-decomposicao-biologica-do-lixo>

ambientalmente correto; a eliminação de patógenos, a economia de tratamento de resíduos e efluentes⁴³.

Ainda sobre o tema, pode-se afirmar que o material orgânico se decompõe rapidamente no ambiente, entretanto, em grande quantidade e descartados em lugares indevidos, geram um impacto ambiental enorme. Isso se deve ao fato que há a geração de metano, a formação de chorume que atinge os cursos hídricos, além do lixo atrair animais e espalhar doenças e um forte odor desagradável. Ademais, deve-se levar em consideração que o metano produzido é expelido para a atmosfera, o qual causa um efeito estufa cerca de vinte vezes mais do que o CO₂. Por isso, há a necessidade de sua queima, o que mostra o potencial nocivo do metano.

Existem várias soluções para o lixo orgânico, que podem ser por meio das seguintes formas. No primeiro caso, quando não ocorre a coleta seletiva e a destinação do lixo é correta, a matéria orgânica pode ser tratada em um pirolisador, que faz a gaseificação da mistura de lixo urbano. Para isso, usa-se uma tocha de plasma com grandes voltagens com alto custo energético. O plasma pirolisa a matéria orgânica transformando-a em gás, chamado de gás cóbrio ou gás de síntese. Dessa forma, ocorre a formação de gás hidrogênio, monóxido de carbono e pequenos hidrocarbonetos, liberados pela parte de cima do equipamento. A parte que não é transformada em gás é liberada na parte de baixo do gaseificador, rica em sílica e vários metais. O gás liberado é queimado e, assim, é produzido vapor para gerar calor ou eletricidade, por isso há aproveitamento do lixo para a produção energética.

⁴³ Ver: RECICLAGEM DO LIXO URBANO PARA FINS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS, 2000.

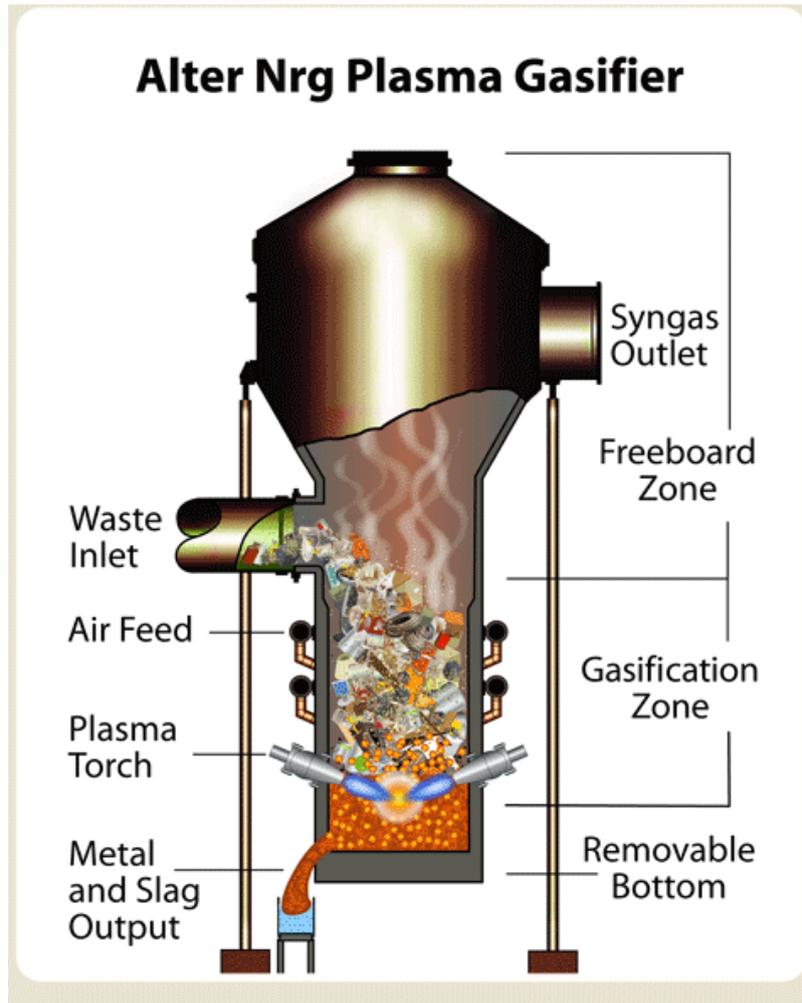


Figura 9. Gaseificador de plasma⁴⁴.

Sobre o pirolisador, há informações importantes sobre o seu funcionamento — o que é o plasma e gaseificação por plasma, bem como quais são suas vantagens e confiabilidade — que serão destacadas a seguir:

Plasma, muitas vezes referido como o “quarto estado da matéria”, é o termo dado a um gás que se tornou ionizado. Um gás ionizado é aquele em que os átomos do gás perderam um ou mais elétrons e se tornaram eletricamente carregados. O sol e o relâmpago são exemplos de plasma na natureza. O plasma sintético é formado pela passagem de uma descarga elétrica por um gás como o ar ou o oxigênio. A interação da descarga elétrica e do gás de processo faz com que a temperatura do gás aumente significativamente, muitas vezes ultrapassando 5.500 °C, quase tão quente quanto a superfície do sol.

A gaseificação é um processo que converte materiais que contêm carbono, como carvão, coque de petróleo, resíduos sólidos urbanos ou biomassa, em um gás de síntese (gás de síntese), composto principalmente de monóxido

⁴⁴ Imagem encontrada em: <http://energyresourcesgrp.com/7.html>

de carbono e hidrogênio. A gaseificação ocorre quando uma matéria-prima contendo carbono é exposto a temperaturas e/ou pressões elevadas na presença de quantidades controladas de oxigênio. Syngas pode ser usado como um combustível para gerar eletricidade ou vapor ou pode ser usado como um bloco de construção químico básico na produção de produtos de energia de alto valor, como etanol ou óleo diesel.

A tecnologia da tocha de plasma WPC, que está em desenvolvimento há mais de 30 anos, é um dispositivo de aquecimento de processo de alta eficiência projetado para operar com manutenção mínima em um ambiente industrial. A tocha de plasma WPC fornece um nível inerente de flexibilidade em relação aos queimadores de combustão, pois permite o controle da temperatura, independente do fluxo de combustível ou oxigênio no processo. Em geral, quanto maior a diferença de temperatura entre a fonte de calor e o material a ser aquecido, mais rápido ele pode ser processado. Os benefícios das tochas de plasma WPC incluem:

Alta confiabilidade - mais de 500.000 horas em operação comercial. Comprovado comercialmente na maior instalação de gaseificação de plasma do mundo. Disponibilidade em uma ampla gama de entradas de energia⁴⁵

No segundo caso, quando a matéria orgânica é coletada seletivamente com a biomassa pura, realiza-se um processo de gaseificação de material ligno-celulósico similar. Porém, esse processo ocorre com um custo energético mais baixo, visto que as temperaturas são mais baixas e, então, há apenas uma queima parcial. Se o processo se desenrola em altas temperaturas (1200–1400 °C), verifica-se quase exclusivamente a produção de CO e H₂. Por sua vez, com temperaturas mais baixas (800–1000°C), realiza-se a produção de CO, H₂ e hidrocarbonetos. Nesse contexto, os produtos finais podem ser o Bio-Gás natural (metano e outros hidrocarbonetos), usado como gás de cozinha ou para a geração de calor. Ademais, pode-se ter um gás de síntese, cujo potencial o permite ser usado industrialmente como matéria prima. Esse processo está sintetizado na figura 10.

⁴⁵ Texto acessado em: <http://energyresourcesgrp.com/7.html>. Tradução livre minha.



Figura 10. Tecnologia de Gaseificação Nexterra⁴⁶.

Sobre a imagem da tecnologia de gaseificação representada, a empresa Naxterra, que a desenvolveu, dá alguns detalhes importantes, os quais ajudam a compreensão do processo.

A tecnologia principal do Nexterra é um sistema de gaseificação de atualização de leito fixo. Esses sistemas variam em potência de 2 a 40 MWth (8 a 140 MMBtu/h) e de 2 a 15 MW elétricos. Os sistemas do Nexterra são simples em design, são capazes de lidar com uma ampla variedade de matérias-primas e produzir emissões muito baixas.

Legenda:

1 - Sistema de alimentação de combustível

A caixa de medição fornece armazenamento de combustível de curto prazo e garante um fornecimento constante de combustível para o gaseificador. O combustível é transportado por um sem-fim horizontal da caixa de medição para um sem-fim vertical que empurra o combustível para a base da pilha de combustível dentro do gaseificador.

2 - gaseificador

⁴⁶ Imagem encontrada em: <http://www.nexterra.ca/files/gasification-technology.php>.

Dentro do gaseificador, o combustível passa por estágios progressivos de secagem, pirólise, gaseificação e redução a cinzas. Ar de combustão (20 - 30% estequiométrico), vapor e / ou oxigênio são introduzidos através do cone interno e externo na base da pilha de combustível. Oxidação parcial, pirólise e gaseificação ocorrem em (815-980°C), e o combustível é convertido em “gás de síntese” e cinzas não combustíveis. As temperaturas de combustão na pilha de combustível são rigidamente controladas e mantidas abaixo das temperaturas de fusão das cinzas para garantir que não haja formação de “clínquer” e que as cinzas fluam livremente.

3- Sistema de remoção automática de cinzas

À medida que o combustível é processado no sistema, ele é reduzido a cinzas não combustíveis. A cinza migra para a grelha na base do gaseificador, de onde é removida de forma intermitente por meio de um conjunto de aberturas. Quando ativada hidráulicamente, a grelha giratória se abre e a cinza cai em dois funis. Cada funil de cinzas tem dois sem-fins paralelos para transportar as cinzas para um transportador de coleta e uma caixa de cinzas fechada.

4-Syngas

Syngas sai do gaseificador em 260 - 370 ° C. O gás de síntese pode ser queimado em um oxidante de acoplamento próximo com o gás de combustão resultante direcionado ao equipamento de recuperação de calor (por exemplo, caldeiras, aquecedores de óleo térmico, trocadores de calor ar-ar), alimentado diretamente em caldeiras ou fornos industriais, ou limpo para uso na queima de motores de combustão interna ou na produção de gases e produtos químicos de alto valor.⁴⁷

Em um terceiro caso, a forma de tratar o lixo orgânico urbano ou agroindustrial, que porventura passe por uma coleta seletiva adequada e também por uma destinação correta, seria por meio de Biodigestores. Estes podem ser aplicados para esgoto, resíduos agroindustriais (por exemplo, esterco de fazendas e granjas), resíduos orgânicos domésticos, entre outros. Esse processo consiste em usar a matéria orgânica, colocando-a em um biodigestor, para produzir metano, CO e CO₂. Liberam-se os compostos para a atmosfera ou usam-se estes para a geração de energia e gás de síntese, como mostrado na figura 11. Igualmente como produto, há o chorume, que pode ser usado biofertilizante líquido, desde que não venha contaminado com matéria orgânica, que soltam metais (como pilhas, baterias e outros materiais de circuitos eletrônicos). O lixo orgânico pode ser operado em batelada, processo em que se enche o biodigestor e se espera o tempo de reação para concluir o processo da biodigestão. Então, retiram-se o biofertilizante e o efluente gasoso que sai continuamente. Também,

⁴⁷ Texto acessado em: <http://www.nexterra.ca/files/gasification-technology.php>. Tradução livre minha.

o lixo orgânico pode ser operado de forma contínua pela entrada ininterrupta do material no biodigestor, o que ocasiona a saída sucessiva dos efluentes líquidos e gasosos⁴⁸.

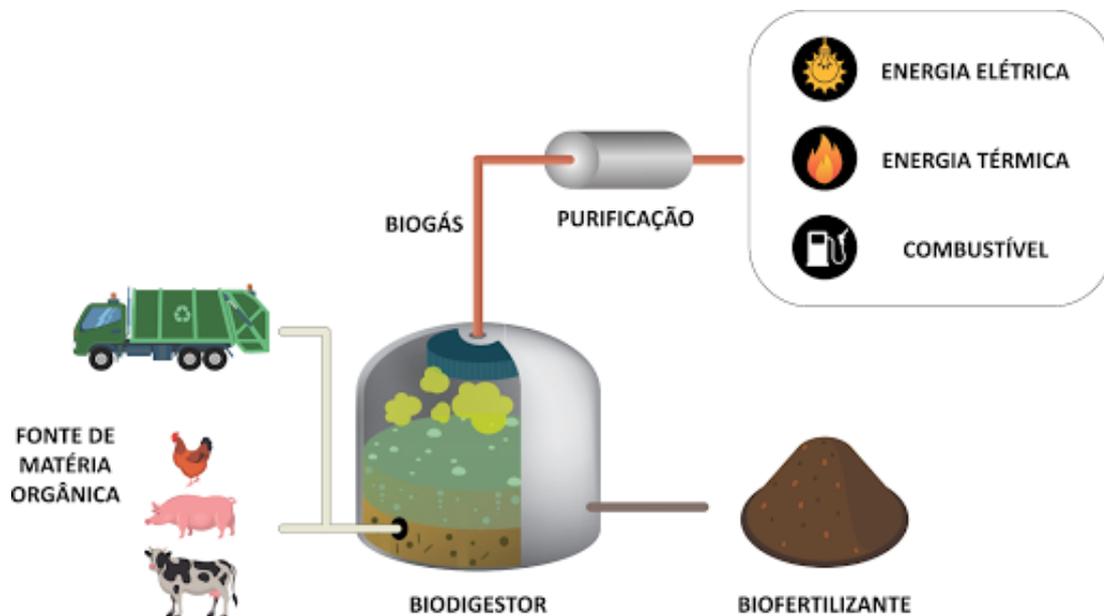


Figura 11. Esquema da utilização de Biodigestor⁴⁹.

Por fim, outra destinação para o lixo orgânico, como já abordado, pode ser a compostagem. Nesse contexto, a matéria orgânica deve ser devidamente separada e ter uma destinação correta. As composteiras podem ser feitas destas duas formas: por meio principalmente da atuação de bactérias e fungos ou por meio de minhocários, em que, além das bactérias e fungos, há a presença de minhocas, facilitadores da decomposição da matéria orgânica. À vista disso, o princípio de funcionamento das duas é basicamente o mesmo: as composteiras são compostas por camadas sucessivas de uma material lignocelulose vegetal seca (folhas, serragens, capins, gramas), rica em carbono, e de resíduos orgânicos, ricos em nitrogênio. Com a decomposição da matéria orgânica, gera-se o chorume, que é coletado ou eliminado para o solo, dependendo do tipo de composteiras utilizadas. Por último, há o composto formado, que pode ser húmus comum ou de minhoca. Nesse processo (ilustrados pelas imagens das figuras

⁴⁸ Ver: DE AZEVEDO FRIGO, K. D. *et al.* Biodigestores: seus modelos e aplicações. Acta Iguazu, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 57–65, 2000. DOI: 10.48075/actaiguazu.v4i1.12528. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/12528>. Acesso em: 12 out. 2021.

⁴⁹ Imagem encontrada em: <https://www.foxwater.com.br/247/biodigestor-e-biometano-o-que-e-um-biodigestor>.

12 e 13), a composteira deve ter uma certa umidade para que ocorra um bom desempenho das bactérias para ocorrer a formação do composto.



Figura 12. Composteira Minhocário com coleta de chorume⁵⁰.

⁵⁰ A imagem foi encontrada em <https://souresiduozero.com.br/2020/03/compostagem-recicle-seu-organico-dentro-de-casa/>



Figura 13. Composteira com um único compartimento sem a coleta do chorume ⁵¹.

Outrossim, um grande problema dos materiais orgânicos ainda não mencionado é a presença dos óleos e das gorduras residuais, que são extremamente complicados e sérios no ponto de vista ambiental e econômico e para melhorar essa realidade este material deve ser separado, armazenado e coletado para ser tratado. Pois, um litro de óleo residual contamina um milhão de litros de água, devido ao óleo se espalhar superficialmente sobre a água formando um fino filme. Nesse contexto, sua área de abrangência é muito grande. Portanto, a consequência é a inibição ou a diminuição da oxigenação, além de que vários compostos tóxicos presentes nesses óleos vão para a água.

No ponto de vista econômico, a maior parte das empresas de tratamento de esgoto e de efluente tem um alto gasto para fazer a desobstrução e a limpeza de dutos, porque as gorduras e os materiais sólidos os entopem⁵².

⁵¹ Imagem encontrada em: <https://www.lowes.ca/product/composters/usd-global-stationary-bin-composter-889477>

⁵² Ver: Lopes, A. P. et al. Purificação de Glicerina Residual Obtida na Produção de Biodiesel a Partir de Óleos Residuais. Revista Virtual de Química: 2014. Disponível em: <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/761>

Então, o grande desafio para esses contaminantes problemáticos é o tratamento correto do óleo residual devido à poluição gerada. Na maioria das casas, jogam-se óleos na pia e em poucas quantidades. Entretanto, o efeito acumulativo na proporção de toda a cidade provoca uma grande quantidade que vai diretamente para a rede de esgoto. Assim, há o grande problema ambiental já mencionado. A coleta é feita normalmente em grandes restaurantes, indústrias de alimentos ou frigoríficos, que geram grandes quantidades desses óleos, e por isso é facilitada a coleta. Todavia, em pequenos açougues, restaurantes e domicílios, geram-se poucos resíduos, o que dificulta a coleta. Por conseguinte, para solucionar esse problema, deve-se armazenar os óleos em garrafas pets, por exemplo, e entregar em algum lugar de coleta. A partir de uma macromolécula feita do óleo de soja⁵³, pode-se fazer sabões, detergentes, biodiesel e tintas de impressão.

5.2 Reciclagem, no Brasil

O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020²⁰ mostra o quanto o assunto da Política Nacional de Resíduos Sólidos é complexo. Nesse sentido, a evolução alcançada com essa política mostra os ajustes e caminhos para a viabilização da aplicação da lei, ao demonstrar, a longo prazo, as medidas para a finalização de práticas de destinação inadequada.

Entre os períodos de 2010 e 2019, os dados do Brasil mostraram que a geração de RSU foi de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano, o que apresenta um considerável acréscimo. Nesse viés, a geração per capita também seguiu o mesmo caminho, tendo um aumento de 348 kg/ano para 379 kg/ano. Entretanto, os recursos investidos pelos municípios e estados na coleta e nos demais serviços de limpeza urbana — abrangendo a destinação final dos RSU, serviços de limpeza, jardinagem das cidades, manutenção de parques, limpeza de cursos hídricos, entre outros — passaram de R\$ 17,65 bilhões (média de R\$ 8 por habitante/mês em 2010) para R\$ 25

⁵³ Para saber mais sobre esta técnica, ver: ERHAN, S.Z.; BAGBY, M.A and CUNNINGHAM, H.W., Vegetable oil-based printing inks. J. Am. Oil Chem. Soc., 69(3): 251-256, 1992. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/7>

bilhões (R\$ 10 por habitante/mês ao final da década). Isso confirma um grande avanço, entretanto insuficiente para superar o desgaste ambiental causado⁵⁴.

Ainda no tocante ao assunto, o Brasil gerou 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em 2018, um aumento de pouco menos de 1% em relação a 2017. Apesar disso, houve uma alta de 1,66% em relação aos mesmos anos com relação à coleta. Dos 79 milhões gerados, 92% deste valor, que corresponde a 72,7 milhões, foram coletados, o que comprova o aumento da coleta com ritmo mínimo de crescimento em relação a geração de lixo. Apesar disso, 8%, que corresponde a 6,3 milhões de toneladas de resíduos, ficaram sem serem recolhidos nas cidades, pois possivelmente não houve uma correta destinação. Dos 70,3 milhões de toneladas de resíduos em lixões/aterros, correspondendo a 89%, somente 2,4 milhões, equivalente a apenas 3%, são de resíduos reciclados. Ainda há a informação de que 29,5 milhões de toneladas de resíduos, 40,5% do total coletado, foram despejadas inadequadamente em lixões ou aterros controlados, locais onde os resíduos são dispostos e que contam com algum tipo de gestão ambiental, como isolamento, acesso restrito, cobertura dos resíduos com terra e controle na entrada de resíduos, mas que não são os mais adequados⁵⁵.

Observando que o Brasil possui as tecnologias necessárias para o cumprimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), os custos e a não integração na gestão dos RS comprometem o seu desenvolvimento. De forma geral, não foi efetiva o suficiente por não estar sendo levada à risca, mas sem ela, provavelmente, o país estaria ainda mais atrasado na questão do tratamento dos RSU.

Nessa perspectiva, dados apresentados pelo CEMPRE (2020) mostram as taxas de reciclagem de certos produtos no Brasil, tais como o plástico que, no ano de 2018, foram reciclados apenas 22,1%, já a geração de resíduo plástico pós-consumo, 3,4 milhões de toneladas. Em contrapartida, o volume de resina plástica pós-consumo, produzido no Brasil, foi de aproximadamente 758 mil toneladas, resultando no índice de 22,1%. A respeito dos vidros, a taxa da foi de 33% em 1994 para 47% em 2011. O

⁵⁴ Ver: <https://meuresiduo.com/geral/panorama-dos-residuos-solidos-no-brasil-edicao-2020/#:~:text=Os%20recursos%20aplicados%20pelos%20munic%C3%ADpios,em%202010%2C%20para%20R%24%2025>

⁵⁵ Ver: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>

papel, em geral, teve o índice de 66,9%, representando 5,1 milhões de toneladas de papéis reciclados em 2019, um destaque mundial. Por sua vez, as latas de alumínio, das 375,5 mil toneladas geradas, 366,8 mil toneladas foram recicladas, por conseguinte obteve um percentual de 97,4% e foi outro destaque mundial, pois é o país que mais contribui para este tipo de reciclagem. Apenas 47% de latas de aço foram recicladas em 2012, e é importante salientar que a lata de aço é totalmente reciclável. Por fim, das embalagens longa vida, 42,7% foram recicladas no Brasil no ano de 2020, sendo que o papel cartão é o principal material na composição, o qual é um material renovável, pois se origina a partir da madeira. Essas são embalagens 100% recicláveis e têm até 80% da sua constituição vinda de fontes renováveis (CEMPRE, 2020).

Ainda com relação à temática, os tipos de resíduos sólidos produzidos no Brasil em 2018 foram de 51,4 % de matéria orgânica, 36,1% de alumínio, 16,7% mistos, 13,1% papel e papelão, 2,9% metais e 2,4% de vidros. Quando comparados esses dados com a reciclagem por tipo de resíduo sólido em 2018, há 98% de alumínio, 54% PET, 47% vidro, 30% papel cartão, 28% papel de escritório e 22% de plásticos foram reciclados. Portanto, não têm relação com a produção de resíduos, e sim com o processo envolvido na reciclagem de cada material⁵⁶.

Fazendo uma comparação mundial com as estáticas sobre a reciclagem, o Brasil não está mal em relação ao restante do mundo. Brasil e Japão são os países que mais reciclam, o que demonstra que, mesmo com os números desfavoráveis, o país possui grande capacidade de reciclagem. Entretanto, deve-se levar em consideração o ponto ambiental, social e econômico para fazer a reciclagem, observando que, às vezes, a coleta e a reciclagem não compensam econômica ou energeticamente, ou ainda como matéria-prima para fazer a reciclagem.

A reciclagem de latas de alumínio somente chegou ao Brasil em outubro de 1991 e, antes de completar um ano, tornou-se um sucesso. Até os dados atuais, coletados do ano de 2020, nota-se o expressivo índice de 97,4% do total consumido no país foi reaproveitado pela indústria e voltou para as prateleiras dos supermercados e dados de 2001 afirmam que este número era de 44%, observando um expressivo aumento (ABAL – Aluminium Association, 2001 e 2021).

União Europeia, Japão, EUA e Brasil são os maiores recicladores de alumínio do mundo, veja Figura 2 (ABAL, 2021).

⁵⁶ Ver: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>

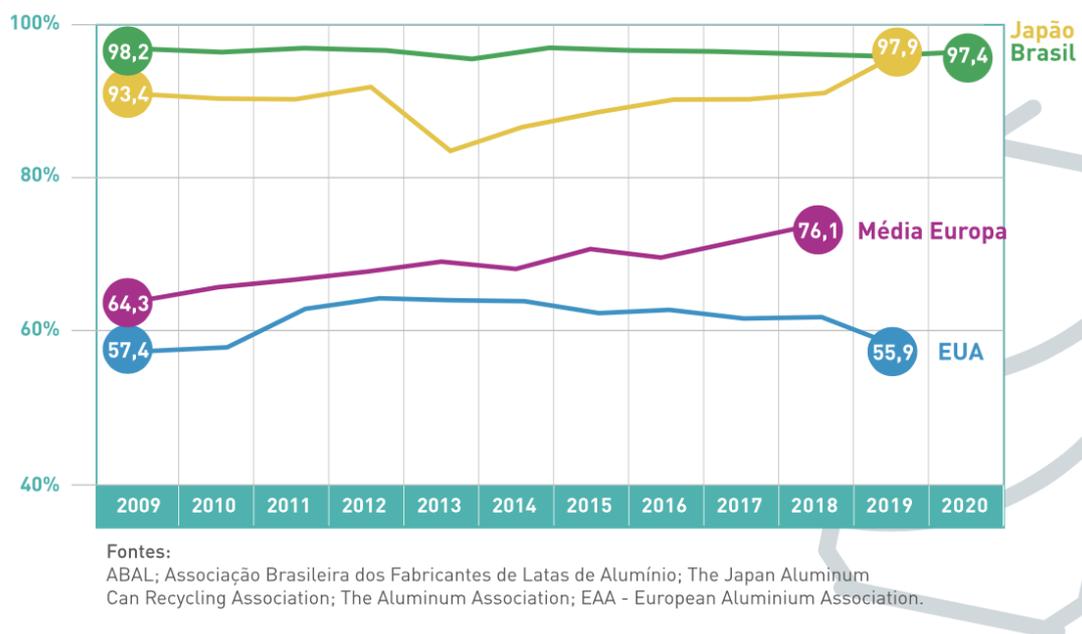


Figura 14. Taxas de reciclagem do alumínio dos principais países desta reciclagem⁵⁷.

Isso demonstra o potencial do Brasil em reciclar. Entretanto, o crescimento da indústria de reciclagem pós-consumo no Brasil está com grande dificuldade, visto que a coleta seletiva ainda se encontra em fase incipiente. Por consequência, a triagem dos resíduos urbanos se torna de difícil realização, pois usam métodos bastante rudimentares e manuais, com resultados de baixa produtividade e comprometimento da qualidade final dos materiais recuperados. Então, com esse cenário e com a promulgação da Lei Nacional de Resíduos Sólidos, faz-se necessário o uso de máquinas, as quais proporcionam um rápido retorno do capital investido.

O sistema de triagem atual — na maioria das empresas de catadores que fazem operações com RSU e nas que operam com materiais já pré-selecionados — tem um funcionamento bastante primitivo em grande parte, uma vez que são encaminhados para esteiras de forma manual. Trabalhadores ficam postados ao lado das esteiras e, ao decorrer destas, observam o material que passa, selecionando itens reaproveitáveis. Logo, há uma grande dependência do número de pessoas para fazer esta separação,

⁵⁷ Fonte da imagem: <https://abal.org.br/wp-content/uploads/2021/04/LAY-GRAF-RECICLAGEM-2009-2019-DEZ2020.svg>

tornando-se impossível recolher de forma efetiva e produtiva o material que pode ser reciclado, ocorrendo muito desperdício, necessitando de uma separação automática do lixo, o que facilitaria e aumentaria a eficiência das operações.

5.3 Coleta Seletiva, no Brasil

A Coleta Seletiva, em termos práticos, consiste em separar os resíduos. Esta separação ocorre de acordo com o tipo de resíduos: orgânicos ou inorgânicos. Para isso, deve-se armazená-los em recipientes diferentes pela própria população, que posteriormente é coletado pela prefeitura ou pelas cooperativas. Segundo Legaspe,

a concepção do sistema de Coleta Seletiva baseia-se no princípio de minimizar a quantidade de resíduos, restos da atividade de consumo da população, que são enviados aos Aterros Sanitários, às Usinas de Compostagem, ou aos Incineradores, que são as formas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos recolhidos nas cidades(...) A Coleta Seletiva de lixo contribui com a sociedade no sentido de se repensar o consumismo e o desperdício de materiais que podem ser reciclados (LEGASPE, 1996, p.136).

Nesse sentido, um dos grandes desafios da reciclagem no Brasil é a redução do consumo e a coleta dos resíduos nas cidades, bem como nos lugares de difícil acesso. Isso ocorre, pois a população em geral, que é a consumidora desses materiais, não ajuda/contribui para a coleta, e o governo não investe suficiente em educação ambiental.

No Brasil, até a década de 80, devido à realidade socioeconômica, a coleta seletiva era feita apenas por catadores. Entretanto, a partir da década de 1990, começou a coleta seletiva que, desde então, tem um crescimento consistente nesta área. Desse modo, para capacitar os catadores que antes trabalhavam em condições precárias nos lixões e sem segurança, políticas estão sendo adotadas com a desativação dos lixões no Brasil e a implantação da coleta seletiva. Consequentemente, esses trabalhadores que viviam do lixão, ocupam-se da triagem e da reciclagem, além de disporem de educação ambiental. Todavia, é um desafio implementar uma coleta seletiva separada por matérias e sem contaminações, mas é possível, com a conscientização da sociedade. O objetivo seria, então, que o Brasil fizesse a coleta seletiva adequadamente, e não somente separando matérias orgânicas secas e molhadas.

Nesse viés, cooperativas ou centros de reciclagem são projetados de forma a reduzir a quantidade de material destinado aos aterros sanitários. Como consequência,

fazem-se a triagem e a reciclagem dos resíduos, gera-se emprego e capacitam-se os catadores que trabalhavam antigamente nos lixões. Por fim, igualmente são implementados projetos de educação em escola e na sociedade civil.

No Brasil em um todo, para melhorar esta questão, deve-se fazer a coleta seletiva com cooperativas, aumentar a participação dessas na coleta seletiva do serviço público e haver indústrias de reciclagem espalhadas por todo o Brasil. Pois, do ponto de vista ambiental e econômico, às vezes, não é vantajoso fazer a reciclagem devido à distância e o custo operacional.

5.4 Reciclagem, em Brasília

Com o fechamento do lixão da Cidade Estrutural em 2018, a reciclagem em Brasília ocorre por meio de cooperativas, que são pagas pelo SLU. Nesse contexto, vale ressaltar que, mesmo com o lixão fechado, ainda se recebe um volume assustador de resíduos da construção civil, na faixa de 6.000 toneladas por dia, que continua sendo enterrado lá. Segue uma imagem de 2019 que mostra a ocorrência dessa prática.



Figura 15. Descarga de lixo da construção civil no Lixão da Estrutural, em 2019.

Os resíduos domiciliares são coletados pelas empresas de limpeza urbana contratadas e por cooperativas, que realizam a coleta seletiva nas regiões administrativas do DF, mas, anteriormente, eram destinados para este lixão. Entretanto, dados do relatório anual de 2020 do SLU mostram que a população gera os RSU, de que o SLU faz a coleta e não faz a destinação para o lixão desde 2018. Essa divisão se faz em coleta seletiva, que gira em torno de 58,3 T/dia, a qual é transportada pelo SLU/DF para empresas ou cooperativas de catadores, que recebem diretamente resíduos recicláveis particulares, além da coleta seletiva pública. A coleta convencional gera em torno de 2.503,5 T/dia de RSU, de que o prestador de serviço SLU/DF faz a coleta. Esse é destinado para transbordo ou para a Unidade de Tratamento Biológico do PSul, que recebe 521,7 T/dia, ou para a Unidade da Asa Sul, a qual acolhe um total de 205,8 T/dia. Nesses lugares, há cooperativas de catadores trabalhando diretamente nas esteiras e separando o material orgânico, que é transformado em composto orgânico. Em seguida, faz-se a sua comercialização ou doa-se o composto orgânico a agricultores familiares.

Então, ocorre a triagem dos recicláveis de 19 T/dia e de compostos orgânicos com o total de 197,4 T/dia. Ambos os processos têm a coleta dos rejeitos que vão para o aterro sanitário de Brasília, o que totaliza, em média, 2.611,5 T/dia. Ademais, a comercialização dos recicláveis dá um total de 58,0 T/dia e de composto doado ou vendido um total de 67,2 T/dia. Nesse contexto, ressalta-se que rejeitos gerados por grandes geradores e em eventos podem ser depositados no ASB, entretanto deve-se pagar por isso⁵⁸.

Na entrevista, o Dr. Paulo Celso dos Reis Gomes, professor universitário da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília do Departamento de Engenharia de Produção, diz que trabalhou no governo por 8 anos como subsecretário de meio ambiente e diretor do SLU, fazendo o trabalho de responsável técnico na coordenação dos projetos. Ele afirma que:

A maior compostagem da América Latina é feita aqui em Brasília, são 200 toneladas por dia de material para a compostagem, e a legislação do Brasil autoriza que se atingir uma certa qualidade, o composto pode ser utilizado na agricultura. Então quase todo este composto é doado e usado na agricultura familiar aqui no entorno.

⁵⁸ Fonte: <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/RELATORIO-ANUAL-2020.pdf>

Nesse sentido, no relatório trimestral de 2021, o SLU mostra a doação de mais de 20 mil toneladas de Composto Orgânico. Isso ocorreu pela primeira vez em que o SLU doou mais de 20 mil toneladas de Composto Orgânico de Lixo (COL) em um ano. Em 2020, foram doadas para pequenos produtores rurais mais de 21 mil toneladas do material, o que representa um aumento superior a 25% em relação a 2019 quando foram doadas cerca de 15 mil toneladas⁵⁹.

Esses dados também mostram que a usina de compostagem do PSul comemorou, no dia 5 de fevereiro, 35 anos da Usina de Tratamento Mecânico Biológico do SLU (UTMB). Essa unidade recebe os resíduos da coleta convencional de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia que passam por processo de triagem de material reciclável e tratamento para a produção do composto orgânico⁶⁰.

Algumas das empresas, com que a SLU faz contrato de coleta seletiva⁶¹, fazem o processamento dos resíduos sólidos recicláveis, outras, a coleta seletiva de resíduos recicláveis. No entanto, somente três realizam a prestação de processamento de RSU da recepção: triagem, prensagem, enfardamento, armazenamento e comercialização. Isso mostra o quanto essas empresas, que são constituídas em sua maior parte por excatadores dos lixões, estão trabalhando com melhores condições de trabalho.

Entretanto, sob o ponto de vista ambiental, ainda há muito para ser feito, como melhor investimento em tecnologias, para que ocorra uma maior eficiência do processo. Segundo a entrevista com Paulo Celso, explica-se que normalmente há somente esteiras onde os resíduos passam e são separados por catadores de cooperativas. Depois são prensados, as vezes sem que haja máquinas que ajude nesse processo, é tudo muito manual com uma média de 200 kg por catador no trabalho diário. A meta para 2035 é que esse número chegue a 500 kg diários. Logo, para isso, deve-se ter um investimento em maquinário.

Nesse contexto, a eficiência na triagem, que era em torno de 30% em algumas cooperativas e cargas, hoje é de até 85%, visto que elas mesmas fazem a coleta e a

⁵⁹ Fonte: <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/Relatorio-de-Atividades-SLU-primeiro-trimestre-2021.pdf>

⁶⁰ Ver: <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/Relatorio-de-Atividades-SLU-primeiro-trimestre-2021.pdf>

⁶¹ O SLU faz contratos de coleta seletiva e triagem com as empresas ACOBRAZ, RENASCER, R3 COOPERATIVA, Recicle a Vida, Cooperativa de Trabalho de Material e de Educação Ambiental Nova Esperança - COOPernoes, Associação dos Ambientalistas da Vila Estrutural - Ambiente, Cooperativa de Reciclagem, Trabalho e Produção - Plasferro, entre outros dezenas de nomes.

triagem. Por sua vez, a triagem oriunda dos caminhos da coleta seletiva das empresas, que somente fazem a coleta, faz com que a eficiência caia para entre 40% e 50%. Na média, as cooperativas têm em torno de 60% ou menos de eficiência em seus processos, por isso a meta é de até 2035 todas estiverem acima de 60% de eficiência.

À vista disso, vale ressaltar que, segundo a entrevista feita com o Paulo Celso, diz que “ no centro de reciclagem é tudo manual, mecanicamente é somente a esteira onde os resíduos sobem e passam pelos catadores e depois faz-se a prensagem com a máquina de prensa, não tem mais nada mecânico”, além de ser destacado que:

Os catadores já sabiam fazer a separação dos materiais, porém fizemos vários treinamentos com eles e cursos para melhorar as operações no centro de triagem como um todo, pois parte destes catadores estavam trabalhando no lixão, onde não tinham banheiro, não tinha vestiário, não tinha refeitório, não tinha o uso obrigatório de equipamentos de segurança (como botas, luvas, uniforme), horário para entrar e sair e então foi feito um acordo de convivência com esses catadores, que foram para os galpões, onde não entraram sozinhos, pois para entrar nos galpões tinham que estar dentro de uma cooperativa de catadores, e esta cooperativa tinha que estar contratada pelo serviço de limpeza urbana.

Ademais, os dados obtidos pelo relatório de 2020 ainda relata que a coleta resíduos domiciliares e comerciais em 2020 foi de 786.122,0 toneladas nestas proporções: coleta, tratamento e destinação dos resíduos de serviços de saúde 3.130,2 T; coleta dos resíduos de remoção (coleta corretiva) (manual + mecanizada) 615.760,8T; limpeza pós eventos e coleta de resíduos de caixa de gordura 107,25T; resíduos processados em usinas de tratamento 228.422T; resíduos domiciliares aterrados 821.090T; coleta de animais mortos 65,84T; coleta seletiva 18.311,03T; resíduos de entulhos aterrados na URE (Unidade de recebimento de Entulho) 1.589.393,18T e tratamento de chorume 398.489,35 m³.

Além disso, a URE recebeu mais de 220 mil viagens em 2020, aterrando em média 132 mil toneladas por mês. No período, foram aterradas 1,58 milhão de toneladas. Com esses dados, pode-se ter a noção da quantidade de lixo gerado anualmente e as perspectivas são de crescimento, caso não sejam tomadas medidas para diminuir o consumo e aumentar a reciclagem.

5.5 RSU - Brasília, DF

Como uma pirâmide, a estrutura e o funcionamento do mercado global de reciclagem, detectados na pesquisa bibliográfica, estão divididos em três partes. O

topo são as indústrias nacionais e internacionais, as quais são as grandes beneficiadas de todo o processo de reciclagem de lixo no Brasil, na Nova Zelândia e no mundo. A razão disso é que elas detêm o monopólio, operam de forma quase sem concorrência comercial e representam um modelo oligopsônio. Ou seja, caso haja poucos compradores para determinado produto, desenvolve-se uma situação de mercado em que um reduzido número de empresas e produtores consomem os materiais recicláveis e impõem às condições e os preços aos catadores e cooperativas, tornando-os reféns de exploração. Por sua vez, o meio da pirâmide é constituído pelos sucateiros, que, informal ou formalmente, compram os produtos reciclados pelos catadores ou cooperativas e os revendem às indústrias. Por último, na base da pirâmide, os catadores autônomos, que participam ou não de associações, fazem a primeira etapa do processo, recolhendo e separando os resíduos⁶².

Nesse cenário, encontra-se o aterro sanitário de Brasília (ASB), o primeiro da Capital Federal, inaugurado somente em 2017, juntamente com o projeto de encerramento do Lixão da Estrutural, que ocorreu no ano seguinte. A capacidade do aterro é para atender todo o DF e até mesmo receber rejeitos de municípios vizinhos. O órgão responsável é o Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal – SLU/DF, que faz toda a operação do Aterro Sanitário de Brasília, por meio da Gerência de Aterros (GERAT) e do Núcleo do Aterro Sanitário (NUASA)⁶³.

O Aterro Sanitário de Brasília está localizado na zona rural da Região Administrativa de Samambaia, em Brasília - Distrito Federal (figura 16).

⁶² Fonte: http://www.limpezapublica.com.br/textos/reciclagem_residuos_solidos.pdf

⁶³ Fonte: <https://www.slu.df.gov.br/slu-divulga-relatorio-anual-de-atividades-2020/>



Figura 16. Localização do Aterro Sanitário de Brasília, com destaque para a região administrativa de Samambaia (em vermelho)⁶⁴.

Nessa circunstância, o funcionamento do Aterro Sanitário de Brasília recebe resíduos sólidos durante as 24 horas do dia, todos os dias da semana, inclusive domingos e feriados, tendo sido projetado para receber em média 68 mil toneladas de resíduos por mês (2.200 toneladas por dia). Nos últimos 3 anos, houve uma média diária de 364,5T/dia em 2018; 2.511,0T/dia em 2019 e 2.277,8 T/dia em 2020⁶⁵.

Ademais, o aterro recebe resíduos da Classe II A, ou seja, não perigosos e não inertes, provenientes dos serviços de coleta domiciliar e de limpeza pública. Entretanto, pode-se receber no aterro resíduos sólidos domiciliares; resíduos de origem comercial equiparados a resíduos domiciliares; resíduos sólidos provenientes dos serviços de varrição em vias e logradouros públicos, bem como de outros serviços pertinentes à limpeza pública urbana; resíduos sólidos provenientes de indústrias, comércios ou outras origens desde que equiparados aos resíduos domiciliares⁶⁶.

Ainda a respeito do ASB, foi dividido em 4 Etapas sequenciais em sua implementação. A primeira Etapa, já encerrada, contempla uma área de 110.000 m², localizada na região leste da área de disposição, com capacidade para dispor de 1.468.000 toneladas de resíduos. A Etapa 2, com área de 121.850 m², situada na região central da área de disposição, tem capacidade para dispor de 2.476.000 toneladas de

⁶⁴ Fonte: SLU.

⁶⁵ Fonte: <https://www.slu.df.gov.br/slu-divulga-relatorio-anual-de-atividades-2020/>

⁶⁶ *Idem*.

resíduos. Por sua vez, a Etapa 3, cuja área de 88.000 m² é localizada na região sudoeste, pode comportar 1.596.000 toneladas de resíduos. Por fim, a Etapa 4 consistirá em um coroamento a ser executado sobre todas as demais etapas (1, 2 e 3) e terá capacidade de disposição de 2.672.000 ton de resíduos. Logo, fazendo previsões e considerando o recebimento mensal de 68 mil toneladas de resíduos, o empreendimento tem uma vida útil de aproximadamente 12,5 anos, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Resumo de áreas, capacidade e vida útil de cada Etapa de implantação e operação do ASB⁶⁷.

Etapa	Área (m²)	Capacidade (T)	Vida útil (anos)
1	110.000	1.468.000	2,5
2	121.850	2.476.000	3,03
3	88.000	1.596.000	2,61
4		2.672.000	4,4
Total	320.000	8.212.000	12,54

Além dos resíduos sólidos não convencionais provenientes de caixas de gordura residenciais e do gradeamento primário e desarenador de todas as Estações de Tratamento de Esgoto da Caesb (ETE), os animais mortos, originários do serviço de remoção em vias públicas, também são direcionados ao Aterro Sanitário de Brasília para disposição final. Os resíduos derivados dos Grandes Geradores, transportados pelos autorizatários, são recepcionados no ASB somente mediante pagamento ao SLU, de acordo com preços públicos definidos pela Adasa. Abaixo, estão discriminados os quantitativos de resíduos sólidos recepcionados no ASB, referentes ao ano de 2020: resíduos sólidos domiciliares 790.024.120 kg; caixa de gordura 107.250 kg; 65.750 animais mortos; 7.552.150 kg Caesb; 22.251.690 kg de grandes geradores, totalizando 820.000,96 toneladas.

⁶⁷ Fonte: Projeto executivo SLU.



Figura 17. Imagem do ASB tirada no dia 25 de Janeiro de 2021.



Figura 18. Imagem do ASB tirado no dia 16 de Janeiro de 2021.

Para um melhor controle do DF, a equipe de Saúde e Segurança do Trabalho e Ambiental do SLU, junto com a equipe de Geoprocessamento, está construindo uma Nota Técnica para normatizar a análise gravimétrica a ser realizada pelas empresas prestadoras dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Nesse viés, a gravimetria consiste em um estudo teórico e de análises técnicas, seguido pelas normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a qual fixa os requisitos exigíveis para a amostragem dos resíduos sólidos. Com esta análise, é possível identificar o percentual de cada componente presente em uma amostra. No

entanto, com a paralisação da coleta seletiva e uma coleta convencional atípica devido à pandemia, os estudos foram continuados e as primeiras análises foram previstas para ocorrerem em janeiro e fevereiro/2021.

Logo, com os dados atuais, a análise gravimétrica dos rejeitos recebidos no Aterro Sanitário de Brasília foi realizada pelo SLU de acordo com os procedimentos descritos na ABNT NBR 10.007/2004. Para tanto, o Distrito Federal foi dividido em seis regiões, sendo que mensalmente é feita a análise de apenas uma região, completando-se a análise total do DF a cada 6 meses.

No que concerne a esse assunto, o levantamento de dados para o primeiro semestre de 2021 — com quantificação e pesagem dos materiais constituintes dos rejeitos provenientes de todas as seis regiões do Distrito Federal — é apresentado na Tabela 2 e 3, bem como nas Figuras 19 e 20.

Tabela 2. Resultados dos estudos gravimétricos realizados no Aterro Sanitário de Brasília no primeiro semestre de 2021.

REGIÃO METROPOLITANA DO DISTRITO FEDERAL							
Tipo de material	ASA SUL	BRAZLÂNDIA	GAMA	PSUL	SAMAMBAIA	SOBRADINHO	MÉDIA GERAL
Plástico	21,8%	17,2%	8,6%	13,4%	5,3%	16,6%	13,8%
Papel	25,0%	7,2%	9,7%	3,7%	6,0%	10,1%	10,3%
Vidro	3,2%	5,6%	7,0%	1,0%	3,1%	1,2%	3,5%
Metal	4,4%	1,1%	3,0%	0,9%	2,4%	1,3%	2,2%
Outros	8,5%	7,5%	13,8%	14,7%	15,8%	6,9%	11,2%
Matéria Orgânica	37,1%	61,4%	57,9%	66,3%	67,5%	63,9%	59,0%

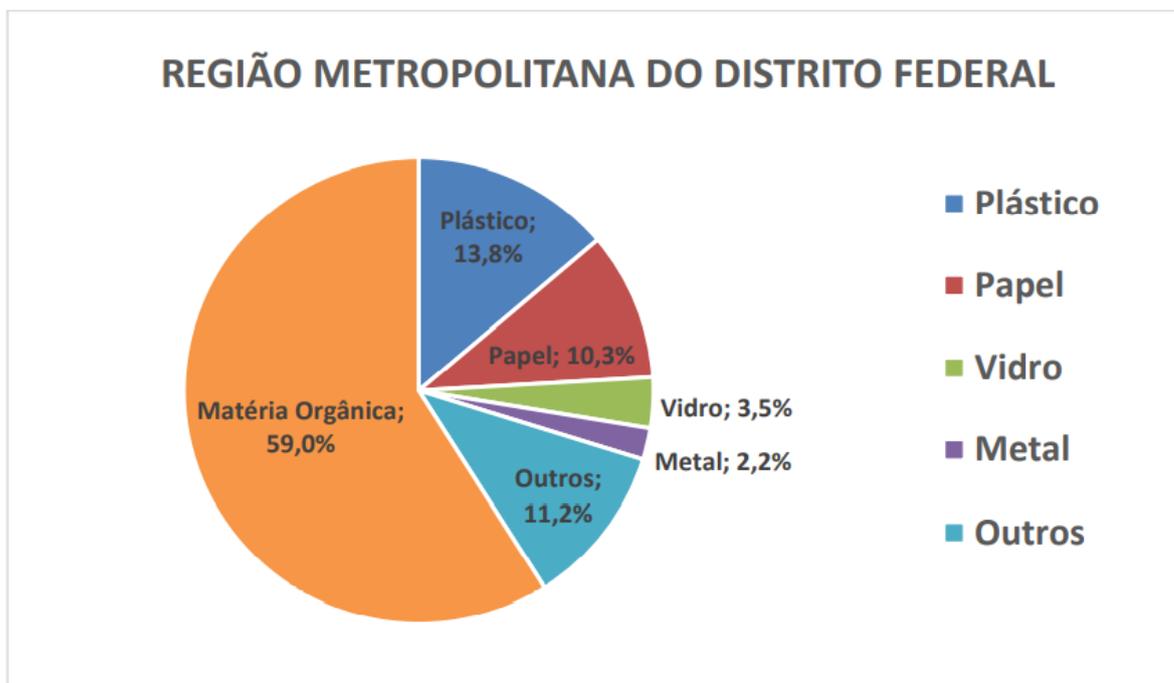


Figura 19. Resultados dos estudos gravimétricos realizados no Aterro Sanitário de Brasília no primeiro semestre de 2021.

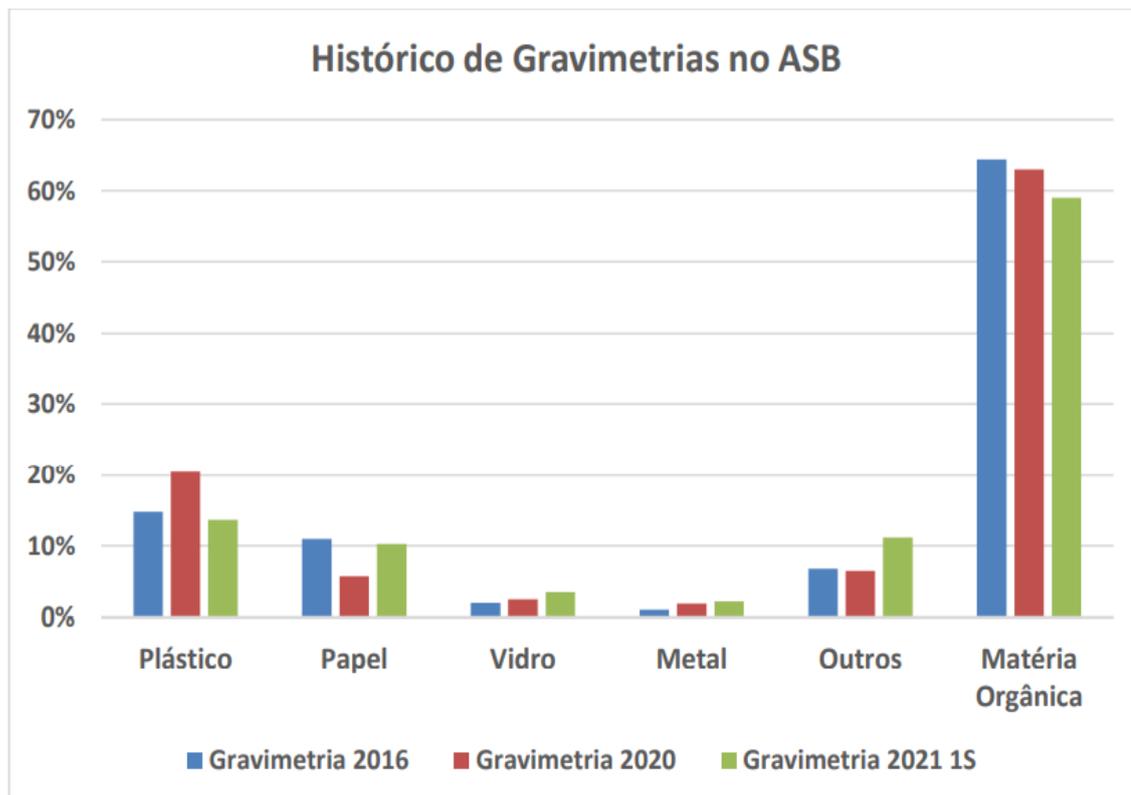


Figura 20. Histórico de gravimetrias no ASB.

Tabela 3. Consumo de energia da CEB no ano de 2021.

CEB - ANO 2021			
Mês	Consumo ponta - kWh	Consumo fora de ponta - kWh	Valor da fatura
Janeiro	1.610.415	13.673.986	R\$ 18.833,97
Fevereiro	1.652.644	14.063.527	R\$ 15.825,79
Março	1.695.852	14.461.193	R\$ 15.539,79
Abril	62.622	558.816	R\$ 26.843,15
Maio	152.701	1.463.320	R\$ 33.258,13
Junho	235.296	2.137.225	R\$ 29.316,93
Julho	290.819	26.137.225	R\$ 17.587,48
Agosto	352.775	3.089.091	R\$ 24.320,01
Média	756.641	9.448.048	R\$ 22.690,66

Por sua vez, o Centro Integrado de Reciclagem na Estrutural foi inaugurado no dia 2 de dezembro (ver figura 21). Chamado de Complexo Integrado de Reciclagem do Distrito Federal (CIR/DF), ele tem uma disponibilidade de área de 80 mil m² na Cidade Estrutural. Além disso, empregará cerca de 2 mil pessoas e tem a capacidade de criar, para catadores de materiais recicláveis, 750 postos de trabalho no centro de reaproveitamento, local capaz de processar até 5 mil toneladas de lixo por mês. Na obra, o investimento governamental foi de R\$ 21 milhões. Há, em seu complexo, dois Centrais de Triagem e Reciclagem (CTR) e uma Central de Comercialização (CC), com área prevista para implantação de novos galpões e ampliação da indústria, tanto para triagem quanto para beneficiamento de resíduos recicláveis.

Nesse âmbito, a obra do CIR/DF foi executada pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital (Novacap), sendo o contrato feito com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O local é administrado pela Secretaria do Meio Ambiente (Sema), e o Serviço de Limpeza Urbana é responsável pela gestão compartilhada do espaço junto com a Sema, a Central das Cooperativas de Materiais Recicláveis do DF (Centcoop) e as cooperativas e associações de catadores que atuam no local. Com a abertura do CIR, atualmente estão trabalhando entre 450 a 480 catadores de cinco cooperativas/associações contratadas pelo SLU, vinculadas à Centcoop.

Além disso, o CTR investiu em equipamentos para que se possa ter um melhor rendimento do processamento, os quais serão capazes de separar o vidro por cor, bem como descontaminá-lo e triturá-lo para comercialização. Isso não era feito até então,

o que significa um avanço em que há uma maior agregação de valor de mercado, resultado dos esforços das iniciativas existentes hoje no DF de empresas particulares. Ademais, haverá uma linha de reciclagem para o plástico que será processado, enquanto é lavado, descontaminado e transformado em pequenas partículas (lentilhas), por conseguinte agregar-se-á um valor em sua venda que pode representar um ganho de até dez vezes no valor do produto.

Outrossim, os trabalhadores são os responsáveis pelo funcionamento do complexo, pois este funciona como uma indústria e atua em recepção, triagem, classificação, prensagem, armazenamento e comercialização dos materiais recicláveis oriundos da coleta seletiva. Nesse viés, a projeção para este centro de reciclagem é, na sua operação de capacidade máxima, de processar até 5 mil toneladas de resíduos recicláveis por mês.



Figura 21. Foto aérea do CTR⁶⁸.

Brasília possui 4 CTRs com esteiras, prensa vertical, empilhadeira e o restante é tudo manual. As CTRs estão localizadas em 1 Galpão com 4 esteiras e 3 galpões

⁶⁸ Fonte: Relatório anual de 2020 de SLU, que pode ser acessado pelo seguinte link. <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/RELATORIO-ANUAL-2020.pdf>

com 2 esteiras, e além disso tem mais 2 galpões alugados com 4 esteiras no total, totalizando 14 esteiras em uso no DF.

No tocante ao assunto, o Relatório anual do SLU diz que:

As organizações contratadas são responsáveis por recepcionar, triar, prensar, enfardar, armazenar e comercializar os materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva realizada pela prestadora de serviços contratada pelo SLU, sendo admitido o recebimento de doações. Além da contratação para triagem, algumas cooperativas e associações também são contratadas para prestar o serviço de coleta seletiva⁶⁹.

Ademais, outro dado importante é o percentual de aproveitamento da coleta seletiva por cooperativas no ano de 2020, quando 81,7% foi aproveitado e 18,3% foi rejeitado. Esses valores se referem ao aproveitamento das cooperativas que fazem o trabalho de coleta e triagem de materiais recicláveis. Em contrapartida, quando comparado ao índice de aproveitamento das cooperativas que realizam só a triagem dos materiais coletados por empresas, a média total de aproveitamento no período do relatório atual ficou em 37%, dado que reflete o potencial de ampliação da qualidade do material disposto para coleta seletiva pública e os impactos da pandemia. Nesse sentido, reforça-se que esse índice de aproveitamento é referente às cooperativas que realizam apenas a triagem, o que mostra o quanto é importante uma coleta seletiva efetiva e de qualidade, com a participação e mobilização de toda a população. Portanto, gestões de políticas públicas devem ser adotadas para uma maior divulgação dos dados e a conscientização a respeito da educação ambiental e da importância da coleta seletiva.

Nesse contexto, quando observados os resíduos que retornaram ao ciclo produtivo no ano de 2020, há o papel com 42%, plástico 30%, 16% de vidro e 11% de metal e 1% de diversos, que são na maioria embalagens de longa vida. Esses materiais foram comercializados pelas cooperativas ou associações ao SLU por meio do processo de triagem de resíduos.

Da mesma maneira, outro dado interessante é a receita de comercialização das cooperativas do ano de 2020, como mostrado no gráfico da figura 22 disponibilizado pelo SLU.

⁶⁹ *Idem*, pg. XX.

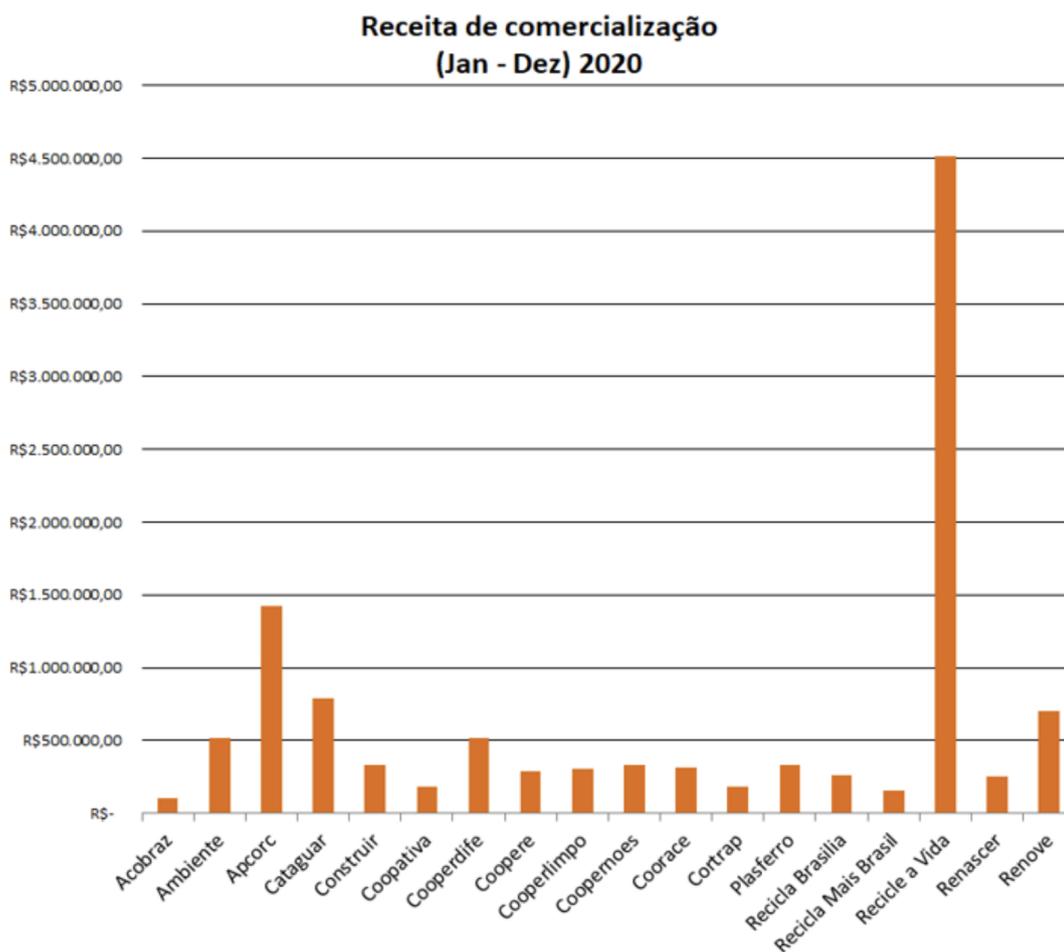


Figura 22. Dados das cooperativas em relação às receitas dos materiais vendidos. Fonte: SLU

Nessa conjuntura, as cooperativas são contratadas e recebem para separar o material, pela quantidade e não por um valor fixo diariamente. Por conseguinte, quanto mais material eles separam e vendem, mais eles recebem, o que potencializa a coleta e, assim, os trabalhadores retiram mais material reciclável do lixo. Dentre as cooperativas, quem conseguiu a maior receita de venda foi a Recycle a Vida, que tem, dentro de seus processos, uma extrusora de isopor e beneficiamento de plásticos. Essa cooperativa tem diversos processos de verticalização da produção, que aumentam o preço de venda dos seus materiais.

No tocante ao assunto, Paulo Celso afirma:

A cooperativa Recycle a Vida é uma cooperativa de outro nível, é a mais empreendedora, a que tem feito mais iniciativas com inovação. Ela pega o PEAD, o polietileno de alta densidade, e separa por cor, tritura lava e peletiza e com isso ela vende pelo dobro do preço, em um projeto que fizeram com a fundação Banco do Brasil e o BNDS financiando este

equipamento onde é a mais organizada e não a maior. A maior é a cooperativa Ambiente, entretanto falta liderança, organização e colaboração maior dos catadores.

Ainda sobre a cooperativa Recicle a Vida, Paulo Celso diz que:

em uma inovação aqui em Brasília que a cooperativa Recicle a Vida está fazendo, ela está vendendo o rejeito ao invés de mandar para o aterro sanitário para ser enterrados sem custo pelo SLU, ela separa uma parte desse rejeito e está vendendo o seu rejeito para a cimenteira de Brasília (Ciplan) para fazer coprocessamento de material no alto forno como CDR (combustível derivado de resíduos), substituindo o coque de petróleo, vende em torno de 10 toneladas por mês de material para uma cimenteira, isso, eu acho, que não tenham lugar no Brasil que faz isso com uma cooperativa de catadores fazendo esta venda”.

A venda dos materiais é feita pelas próprias cooperativas, que, na maioria das vezes, destina este material para empresas localizadas em São Paulo, pois não há nenhuma indústria de reciclagem no Centro-Oeste. Por sua vez, a principal entidade compradora desses materiais é a Capital Recicláveis, considerada uma das maiores empresas do entorno e do Brasil. Tal empresa faz a intermediação entre algumas cooperativas que não têm capacidade de negociação diretamente com outras empresas. Ela é responsável por cerca de 38% das compras de materiais no DF.

No que lhe concerne, a Rede Alternativa é uma cooperativa de 2º grau de catadores de materiais recicláveis, que procura agregar o material das cooperativas e associações de 1º grau e buscar a comercialização direta com as indústrias. Na maioria dos casos, essas não estão localizadas no Distrito Federal. Apesar da pouca viabilidade econômica, atualmente 10 empresas comercializam vidro no DF, em especial a Green Ambiental, responsável por cerca de 33% do total comercializado pelas contratadas do SLU. Ademais, é importante comentar o caso da Dannaplas, que, comprando muito menos material que a Capital, conseguiu gerar uma receita significativa às cooperativas. A Dannaplas é uma empresa que compra principalmente termoplásticos.

Ainda no tocante ao assunto, ressalta-se sobre a entrevista feita com Paulo Celso que, quando questionado sobre as principais tecnologias que ele conseguiu aplicar nos projetos desenvolvidos por ele e sua equipe, ele diz:

Aqui nós estamos muito atrasados, estamos no Brasil. Conseguimos fechar o lixão e abrir o aterro sanitário um grande salto, eu não falo um salto tecnológico, mas sim um salto de dignidade humana, pois tinha 2000 catadores no lixão, então foi esse vetor duplo de fechar o lixão e abrir o aterro sanitário, colocando os catadores em cooperativas em galpões de triagem com contratos com o governo tem outras, mas com esta magnitude estas foi a maior.

Portanto, ainda se ressalta a necessidade para que haja uma compreensão interdisciplinar com a contribuição de outros responsáveis envolvidos e que também têm sua parcela de responsabilidade legal na gestão integrada de resíduos. Entre eles, destacam-se o poder público, os fabricantes de produtos, os fornecedores de insumos hospitalares, as empresas de coleta, o tratamento e a disposição final, os usuários dos serviços e até mesmo a comunidade científica. Esta última pode se juntar à causa no sentido da busca de meios que viabilizem o manejo dos URS de maneira adequada e, assim, colaborar para a sustentabilidade ambiental e progresso da saúde⁷⁰.

Todos os dados apresentados são passíveis de melhora, tendo em vista que o fechamento do lixão ocorreu há apenas 3 anos e meio. Esse evento gerou a saída dos catadores do lixão, os quais foram realocados com a iniciação das cooperativas e o destino dos resíduos para o novo aterro sanitário de Samambaia. Assim, como tudo é muito recente, deve-se aumentar e muito as operações do aterro, pois pode-se ter uma melhora no tratamento de chorume. Além disso, o aproveitamento do biogás para a geração de energia melhoraria o sistema de coleta não somente em Brasília, mas em todo o país. Isso é necessário, porque a coleta atual não facilita a separação, devido à população fazer a mistura de todos os tipos de lixo, e, no contexto dos catadores, eles também devem possuir uma maior capacitação e ter a implementação, com grandes investimentos, de novas tecnologias, já disponíveis no mercado. O objetivo é fazer uma incorporação tecnológica nessas linhas de triagem que hoje em dia têm somente a esteira. Para isso, deve-se haver equipamentos de sensor óptico ao final da esteira, os quais aumentariam, assim, a sua eficiência e a automação dos processos, pois os catadores estão em seu limite. Tais operações podem ser por sensores ópticos para a separação de diferentes tipos de plásticos, e o vidro, pelo seu tipo e a sua cor. Ademais, haveria a separação magnética de materiais ferrosos por meio de eletroímãs.

5.6 Reciclagem, na Nova Zelândia

Segundo o ministério do meio ambiente da Nova Zelândia gera 17,49 milhões de toneladas de resíduos por ano, dos quais 12,59 milhões de toneladas são enviadas para aterro. Estes aterros são divididos em classes (1, 2, 3, e 4), também se incluem os

⁷⁰ Ver: GUNTHER, W. M. R.. Apostila do Curso de Verão da USP sobre Elaboração do Plano Gerenciamento de Resíduos de Saúde. 2013. São Paulo (Brasil): Universidade de São Paulo; 2013.

materiais reciclados na Nova Zelândia e aqueles enviados para o exterior para reciclagem⁷¹.) Nesse contexto, os aterros de Classe 1 sofrem um grande problema de aumento de resíduos destinados para ele, pois houve um aumento de 47%: foi-se de 2.499.571 toneladas em 2009/2010 para 3.682.419 toneladas em 2018/2019. Isso se deve muito ao fato do desperdício per capita ter aumentado de 580 kg para 740 kg por ano. Nos dias atuais, houve uma ligeira diminuição nos resíduos destinados à Classe 1 devido, provavelmente, à pandemia causada pelo COVID-19 em 2019 e 2020, com a diminuição em 2020. Entretanto, as tendências de longo prazo sugerem que a taxa de descarte de resíduos só está aumentando no país como mostra o gráfico da figura 23.

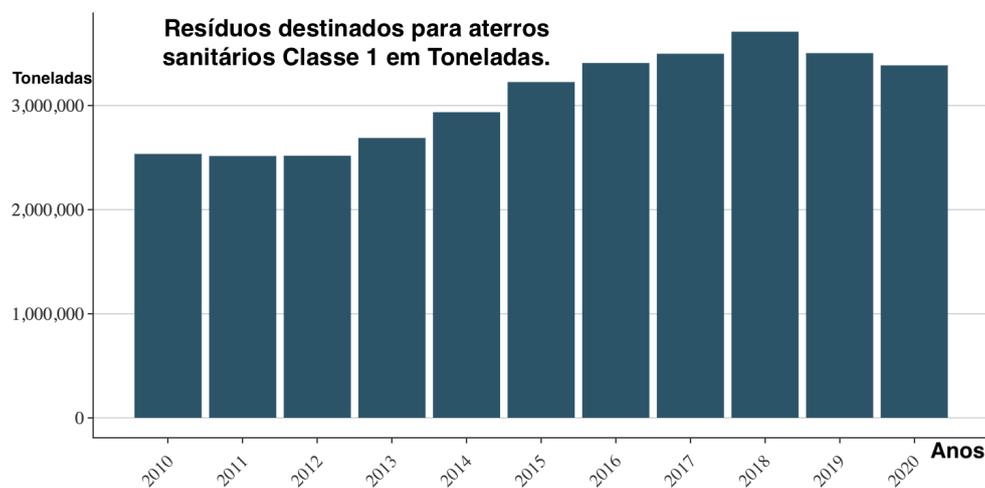


Figura 23. Gráfico em toneladas de 2009/2010 até 2020/2021 RSU destinados a Aterros do tipo 1⁷².

Na tabela 4, igualmente há a apresentação dos dados do gráfico acima em toneladas em relação ao ano⁷³.

⁷¹ Fonte: Online Waste Levy System, adaptado de MfE, 2016 e MfE, 2014.

⁷² Fonte: <https://environment.govt.nz/facts-and-science/waste/estimates-of-waste-generated/>

⁷³ *Idem*.

Tabela 4. Produção de Resíduos na Nova Zelândia em Tonelada/ano.

Anos	Toneladas
2010	2499570.91
2011	2553070.89
2012	2447180.79
2013	2596962.68
2014	2798577.35
2015	3090877.81
2016	3351738.37
2017	3488251.37
2018	3485557.41
2019	3682418.78
2020	3352321.88
2021	3546879.52

Nesse contexto, destacam-se as instalações com uma infraestrutura planejada para a disposição final controlada de resíduos na terra, os chamados aterros sanitários. Além disso, o nível de proteção ambiental depende do tipo de resíduo aceito em cada aterro. Na Nova Zelândia, obedece-se à Lei de Gestão de Recursos de 1991 (*Resource Management Act 1991 -RMA*), em que os aterros devem ter condições de consentimento adequadas ao material que são depositados. São divididos em classes. Os de Classe 1, que são aterros de resíduos sólidos municipais, aceitam resíduos domésticos, bem como outros resíduos, tais como municipais mistos de fontes residenciais, comerciais e industriais. Os de Classe 2 recebem resíduos sólidos de atividades de construção e demolição, incluindo entulho, gesso cartonado, madeira e outros materiais que são os aterros gerenciados. Ou seja, esses aterros sanitários são compostos principalmente por materiais limpos, mas também por resíduos de

construção e demolição com contaminantes leves. Os de classe 3 são os aterros de construção e demolição, onde são depositados materiais de construção e demolição como produtos de madeira, asfalto, gesso cartonado, isolantes e outros sem contaminantes. Por fim, os de Classe 4 são *Cleanfills*, ou seja, este é o lugar onde o material de aterro limpo é descartado.

Por conseguinte, as Classes 3 e 4 podem ter solos contaminados, mas não perigosos, outros materiais inertes, por exemplo entulho. Nessa circunstância, os *Cleanfill* são resíduos que, quando enterrados, não geram um efeito adverso sobre as pessoas ou o meio ambiente, a exemplo disso há os materiais naturais virgens, como argila, solo e rocha, e outros materiais inertes, como concreto ou tijolo, que são livres de componentes combustíveis, putrescíveis, degradáveis ou lixiviáveis, substâncias perigosas, produtos ou materiais derivados de tratamento de resíduos perigosos, estabilização de resíduos perigosos ou práticas de eliminação de resíduos perigosos, materiais que podem representar um risco para a saúde humana ou animal, como resíduos médicos e veterinários, amianto ou substâncias radioativas, resíduos líquidos. Por último, encontram-se os Aterros Industriais, os quais aceitam resíduos industriais especificados, pois, em sua maioria, estes espaços são monovolumes associados a uma indústria ou instalação específica⁷⁴.

No que lhe diz respeito, a Lei de Minimização de Resíduos de 2008 define que os aterros que aceitam resíduos domésticos — que não sejam inteiramente provenientes da construção, reforma ou demolição de uma casa — devem ser registrados como instalações de descarte. O custo das instalações são a taxa de eliminação de resíduos de US\$ 10 por tonelada de resíduos eliminados na instalação⁷⁵.

Entretanto, a partir de 1º de julho de 2021, o governo da Nova Zelândia está aumentando e expandindo progressivamente a taxa nacional de eliminação de resíduos definida em 2009. Dessa maneira, a taxa irá passar para US\$ 60 por tonelada em julho de 2024 e a receita arrecadada será destinada às iniciativas de redução de resíduos e incentivo à recuperação de recursos, por exemplo compostagem e reciclagem⁷⁶. Dessa

⁷⁴ Fonte: <https://environment.govt.nz/what-government-is-doing/areas-of-work/waste/waste-disposal-levy/expansion/>

⁷⁵ Fonte: <https://environment.govt.nz/guides/types-of-landfills/>

⁷⁶ Fonte: <https://environment.govt.nz/what-government-is-doing/areas-of-work/waste/waste-disposal-levy/expansion/>

forma, será expandida a taxa de resíduos para cobrir outros tipos de aterros, incluindo aterros de construção e demolição. Atualmente, a taxa de resíduos só se aplica a aterros municipais que levam resíduos domésticos, sem nenhuma taxa sobre os quase 90% restantes dos aterros em todo o país. Nesse sentido, há o investimento da receita adicional da arrecadação de resíduos em iniciativas que apoiem a redução de resíduos, como a construção de infraestrutura de reciclagem na Nova Zelândia⁷⁷.

Aumentar e expandir a arrecadação ajuda a reconhecer os custos reais dos resíduos, torna-os mais justos para todos e incentiva a reutilização e a reciclagem de materiais, em vez de apenas levá-los até o lixo. Portanto, é provável que os aumentos de impostos tenham um impacto mínimo no orçamento semanal de uma família. O Ministério do Meio Ambiente estima que, quando totalmente implementado, o novo imposto pode aumentar o custo do saco de lixo semanal do município em cerca de US\$ 0,25, dependendo das decisões individuais do conselho⁷⁸.

Dessa forma, a Nova Zelândia preocupa-se com as emissões de gases de efeito estufa dos Aterros Sanitários, então analisou as melhorias e estimativas de 2020. Em seguida, notou-se que a composição dos resíduos descartados em aterros sanitários Classe 1 mudou ao longo do tempo. Desde 1950, os resíduos de alimentos e jardins para aterros diminuíram de 28% para 15%; de papel, de 16% para 6% e, no entanto, os resíduos de madeira aumentaram de 7% para 12%. Por sua vez, os resíduos que não emitem gases com efeito de estufa (resíduos inertes), que incluem plásticos e outros materiais, aumentaram de 45% para 57%. Para ilustrar tal questão, veja os gráficos da Figura 24.

⁷⁷ Fonte: <https://environment.govt.nz/what-government-is-doing/areas-of-work/waste/waste-disposal-levy/expansion/>

⁷⁸ Fonte: *idem*.

Material	Toneladas	%
Potencialmente perigoso	798,271	21,5%
Escombros e concreto	744,092	20,1%
Madeira	467,664	12,6%
Desperdício de comida	333,881	9,0%
Plástico	308,169	8,3%
Papel	218,211	5,9%
Lixo de jardim	212,747	5,7%
Têxteis	186,035	5,0%
Metal	130,146	3,5%
Papel higiênico	91,551	2,5%
Borracha	77,690	2,1%
Lodos de esgoto	71,222	1,9%
Vidro	65,150	1,8%
Total	3,704,829	

Figura 24. Análise gravimétrica da composição de aterros da Classe 1.

Para melhorar esses dados de resíduos, ou seja, diminuir a sua quantidade, o governo está propondo aumentar a taxa de aterro e aplicá-la a mais tipos de resíduos e a mais tipos de aterro, bem como aumentar a taxa de imposto. Assim, melhora-se a coleta de dados de resíduos e também se desenvolve um plano de investimento para a receita da arrecadação da Nova Zelândia, a qual está melhorando a disponibilidade, a acessibilidade e a qualidade dos dados para se ter uma base mais sólida. Por conseguinte, espera-se conseguir desenvolver e avaliar políticas e intervenções, além de entender as mudanças ao longo do tempo e monitorar a conformidade. Ademais, apoiam-se inovações e mudanças tecnológicas para lidar com muitos dos desafios em torno dos resíduos enfrentados na Nova Zelândia.⁷⁷

Nesse ínterim, o programa já começou, que consiste em trabalho para melhorar o banco de dados dos resíduos. Em 20 de maio de 2021, o gabinete do governo concordou com a notificação obrigatória adicional de dados de resíduos, como relatórios de tonelagem de aterros sanitários. Além disso, aumentou-se a taxa para aterros municipais (aqueles que levam o lixo doméstico) e aplicou-a a todos os tipos de aterro, exceto aterros limpos (apenas com materiais naturais escavados virgens) e lixões agrícolas. Por fim, o imposto em diferentes taxas — para diferentes tipos de aterro — foi efetuado, para refletir os diferentes custos ambientais e sociais do descarte. Para isso, foram igualmente consideradas as diferentes oportunidades de recuperação de materiais distintos, bem como a possibilidade de coletar mais bem dados de resíduos⁷⁹.

Nesse contexto, a proposta da Nova Zelândia para desenvolver regulamentos sob a Lei de Minimização de Resíduos para melhorar a eficácia da taxa de descarte de resíduos foi executada em todo o território do país. Assim, a Nova Zelândia aumentou progressivamente sua taxa e exigiu relatórios de dados dos resíduos. Nesse viés, as propostas têm como objetivo transformar o setor de resíduos e reciclagem ajudando na transição para um futuro com menos resíduos⁸⁰.

Ainda no tocante ao assunto, a Nova Zelândia fez um guia objetivando aumentar a conscientização sobre os riscos associados aos aterros sanitários fechados e delinear os melhores métodos práticos para um gerenciamento eficaz dos aterros sanitários fechados, de modo que os efeitos ambientais adversos fossem minimizados⁸¹. Enquanto isso, o governo do Brasil ainda não tomou atitudes eficazes para a minimização e a recuperação do lixão, pois nada foi colocado em ação após o fechamento do Lixão da Estrutural, onde há mais contaminantes e que é mais prejudicial que um aterro.

Para a questão dos lixões na Nova Zelândia, diz-se que o descarte ilegal é o de resíduos em uma área não autorizada, não dedicada, ou seja, preparada para recebê-lo. Ademais, afirma-se que, se não forem solucionados, os lixões ilegais costumam atrair mais lixos, e os riscos para a saúde do despejo ilegal podem ser significativos. Além disso, os custos para o governo local de limpar os locais de despejo ilegais podem ser

⁷⁹ Fontes: <https://environment.govt.nz/facts-and-science/waste/estimates-of-waste-generated/> e <https://environment.govt.nz/publications/reducing-waste-a-more-effective-landfill-levy-summary-of-submissions/>

⁸⁰ Fonte: <https://environment.govt.nz/publications/increase-and-expansion-of-waste-disposal-levy/>

⁸¹ Fonte: <https://environment.govt.nz/publications/a-guide-to-the-management-of-closing-and-closed-landfills-in-new-zealand/>

significativos. Para prevenir o despejo ilegal, fazem-se uma liderança e o apoio do governo local com uma cooperação entre autoridades, comunidade e indústria. Eles têm uma abordagem integrada e fazem a divulgação do sucesso e metas alcançadas, para isso realizam um envolvimento da comunidade com a aplicação direcionada e um monitoramento do programa.

Para tal fim, eles observaram que o componente mais importante de um programa de despejo ilegal de sucesso é a educação pública. No entanto, os programas de informação e educação só são eficazes quando o comportamento do público-alvo é alterado e, então, obtém-se o objetivo desejável. Um programa eficaz de informação e educação envolve o direcionado ao público com a comunicação simples e direta e um *feedback* do monitoramento, garantindo que os recursos adequados estejam disponíveis e a aplicação direcionada de acordo com o programado.

Nesse sentido, o elemento crítico de uma aplicação eficaz consiste em decretos ou estatutos que regulam a gestão de resíduos e proíbem o despejo ilegal. As ordens e leis devem ser eficazes e adaptadas para atender às necessidades específicas. Os fiscais do governo devem ter autoridade suficiente e adequada para conduzir vigilância, inspeções e investigações, bem como recursos suficientes para realizar suas tarefas. O monitoramento do programa consiste em um rastreamento e na avaliação, que devem ser usados para medir o impacto dos esforços de prevenção de lixões ilegais. Assim, pretende-se averiguar se as metas e os objetivos do programa estão sendo cumpridas. Os dados de linha de base devem ser estabelecidos para indicadores como custos anuais de limpeza, conformidade da instalação, coleta de multas, reclamações, números e localizações de locais problemáticos⁸².

5.7 Coleta Seletiva, na Nova Zelândia

No senso comum, a definição de um sistema é um "conjunto de interação unidades ou elementos que formam um todo integrado destinado a realizar alguma função" (CLARK, 1978). Assim, a gestão de resíduos considera que estes são os

⁸² Fonte: <https://environment.govt.nz/publications/landfill-full-cost-accounting-guide-for-new-zealand/9-illegal-dumping/>

sistemas de geração, coleta e descarte, planejados como operações independentes, mas interligados com cada componente podendo influenciar o outro. O planejamento necessário para essas operações requer um equilíbrio entre os subsistemas de manufatura, sistemas de transporte, padrões de uso do solo, crescimento urbano e desenvolvimento e considerações de saúde pública (CLARK, 1978). Isso apresenta a interação e representa complexidade que incluem as esferas social e ambiental que envolvem a coleta seletiva e a reciclagem como um todo.

Nesse contexto, a coleta seletiva na Nova Zelândia abrange cerca de 97% dos neozelandeses que têm acesso à reciclagem doméstica ou comunitária, segundo afirma o Ministério do Meio Ambiente (MfE). Todas as casas em Auckland são obrigadas a ter três tipos de lixeiras diferentes, uma para recicláveis, outra para resíduos de jardins e outra para resíduos em geral. Ainda vale ressaltar que, em algumas cidades da Nova Zelândia, também se possui outra lixeira para vidro. A coleta ocorre de 15 em 15 dias para os recipientes de vidro e reciclagem, 1 vez na semana para resíduos em geral e 1 vez por mês de jardinagem. Entretanto, para usar um exemplo que ocorreu em Auckland City (Nova Zelândia), aumentou-se o desperdício devido ao aumento de recipientes (lixeira) de coleta de 40 L a 240 L. Não se previu o aumento resultante nas quantidades de resíduos e não houve planejamento para isso (SEADON; BOYLE, 1999). Isso resultou em um grande aumento destinado a coleta seletiva.

Nesse contexto, os dados do relatório de 2019/20 refletem os padrões de gastos dos últimos 5 anos em que em 2019/20 o Ministério arrecadou US \$35 milhões em taxas. Metade desse valor (cerca de US \$17,4 milhões) foi distribuído às 67 Autoridades Territoriais (ATs) da Nova Zelândia, conforme exigido pela Lei. Na medida em que a distribuição aos ATs é feita com base na população, a região de Auckland recebe a maior parte do financiamento (US \$6 milhões). A taxa só pode ser gasta na promoção ou realização das atividades de minimização de resíduos estabelecidas nos planos de gestão e minimização de resíduos. Ao longo do exercício de 2019/20, os gastos concentraram-se na prestação de serviços de minimização de resíduos (como a reciclagem junto à calçada) e em projetos de educação e comunicação.

A maior parte dos fundos de arrecadação está sendo direcionada para serviços de reciclagem e programas de educação. No entanto, para o ano de 2019/20, houve um aumento notável nas iniciativas de recuperação por parte do governo local, como a

instalação de locais de recuperação de itens a serem desviados do aterro e revendidos para a comunidade. Tal cenário mostra o comprometimento do governo em cada vez melhorar e investir para uma coleta seletiva de qualidade⁸³.

5.7.1 “Zero Resíduos na Nova Zelândia em 2040”

Em 2012, o governo da Nova Zelândia traçaram o primeiro plano que é Zero Resíduos até 2040 chamado *Auckland Waste Management and Minimisation Plan 2018* — o mais recente projeto que visa reduzir e desviar os resíduos do aterro sanitário — com o principal objetivo de reduzir e desviar resíduos do aterro, confirma esta proposta ao cuidar das pessoas e do meio ambiente e transformar resíduos em recursos. Para isso, fazem o fortalecimento e relacionamentos para que este trabalho aconteça, incluindo relações com empresas produtoras de resíduos, a minimização e gestão de resíduos industriais e organizações comunitárias. Em 2016, destinaram 1,646 milhão de toneladas de resíduos domésticos e comerciais para aterro, — isso é mais de uma tonelada para cada aucklander, habitantes de Auckland. Dados mostram que o lixo doméstico para o aterro sanitário está caindo, mas o lixo comercial para o aterro sanitário cresceu significativamente entre 2010 e 2016, em grande parte devido a um pico na construção e resíduos de demolição. A quantidade de lixo plástico e orgânico que vai para aterros sanitários também aumentou. Com isso, nota-se que existem barreiras significativas que podem melhorar e que vão desde a falta de recursos financeiros a incentivos do rápido crescimento populacional.

Logo, para fazer a estimativa e conseguir as metas programadas, levou-se em consideração que a quantidade de resíduos gerados em Auckland não é sempre a mesma ao longo do tempo, então a demanda futura deve considerar estes fatores: mudanças demográficas incluindo crescimento populacional, idade, família e composição do lixo. Mas, além disso, medidas já são adotadas para que haja uma diminuição de resíduos. Como o programa pelo qual a Nova Zelândia banirá a maioria dos plásticos de uso único até 2025 se baseia na decisão feita em 2019 pelo país de eliminar os sacos plásticos e utensílios feitos deste material, pois, na maioria das vezes, acabam como resíduos em aterros sanitários. Por conseguinte, causam poluição em

⁸³ Fonte: <https://environment.govt.nz/news/territorial-authorities-contribution-to-minimising-waste-20192020/>

nossos solos, cursos de água e oceano. Tal redução melhorará o meio ambiente e garantirá a reputação do país de ser limpo e verde, tendo em vista que atualmente o consumo de plásticos diários dos neozelandeses é de 159 g por pessoa.

Com isso, em 2019 o Ministério do Meio Ambiente definiu metas que foram primeiramente a eliminação das sacolas plásticas e a redução do uso do plástico (ver figura 25). Ademais, até o final de 2022, pretende-se eliminar bandejas de carne com cloreto de polivinila (PVC), embalagem de alimentos e bebidas para viagem de poliestireno (PS), embalagem para alimentos e bebidas de poliestireno expandido (EPS), produtos de plástico degradáveis por exemplo, agitadores de bebida de plástico, botões de algodão com haste de plástico. Depois, até o meio de 2023, planeja-se fazer a eliminação de sacos plásticos de produtos, pratos, tigelas e talheres de plástico, canudos de plástico, rótulos de produtos plásticos. Por fim, na metade de 2025, eliminar-se-ão todas as outras embalagens de PVC para alimentos e bebidas e todas as outras embalagens de alimentos e bebidas⁸⁴.



Figura 25. Ilustração mostrando itens e materiais de plástico sendo eliminados⁸⁵.

⁸⁴ Ver: <https://environment.govt.nz/what-government-is-doing/areas-of-work/waste/plastic-phase-out/>

⁸⁵ Fonte: <https://environment.govt.nz/what-government-is-doing/areas-of-work/waste/plastic-phase-out/>.

Por esses fatores, a Nova Zelândia, nos últimos anos, tornou-se conhecida como um país com consciência ambiental devido à proibição da nova exploração de petróleo e gás em sua costa, bem como pela aprovação de um projeto de lei que promete atingir emissões de poluentes líquidos zero até 2050. No entanto, quando se trata de resíduos, o país ainda tem muito trabalho a fazer. Está entre os dez primeiros em todo o mundo pela quantidade de resíduos de aterro que produz per capita, de acordo com o *The Guardian*⁸⁶.

Segundo as estimativas futuras, elas sugerem que haverá mais 833.000 pessoas em Auckland, o que colocará a população na casa dos 2,3 milhões de pessoas até 2043. Portanto, as quantidades totais de resíduos para aterro continuarão a aumentar - mesmo de acordo com as metas de capital alcançadas - devido ao crescimento da população. Logo, ao se fazer uma abordagem econômica, notou-se que as usuais taxas de geração de resíduos, sem alteração, podem resultar em 2,7 milhões de toneladas de resíduos para aterro anualmente em 2040. Isso representa quase dois terços a mais do que se produziu na cidade em 2016 como pode ser observado na figura 26.

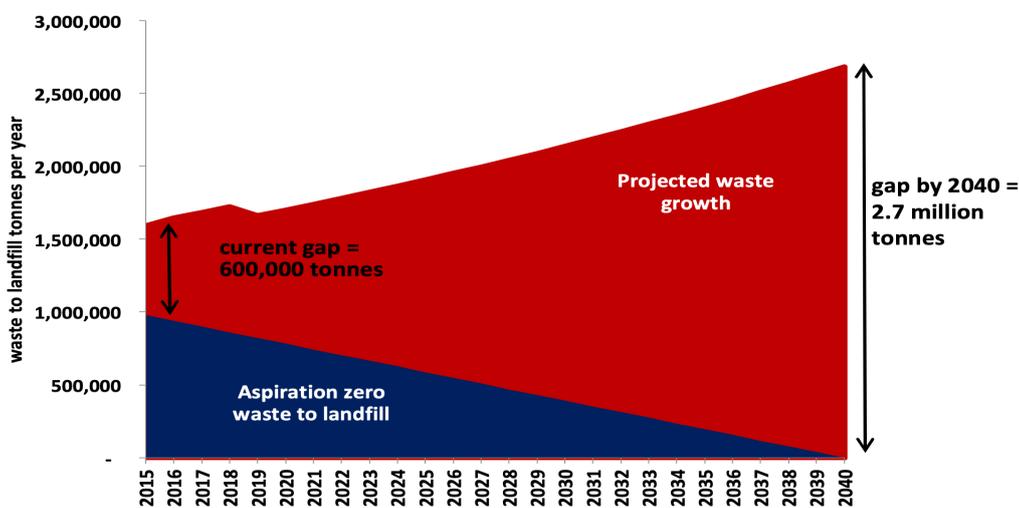


Figura 26. Toneladas de resíduos nos aterros ao decorrer dos anos.⁸⁷

⁸⁶ Fonte: <https://www.ecowatch.com/new-zealand-single-use-plastics-ban-2653577966.html>.

⁸⁷ Fonte: <https://www.aucklandcouncil.govt.nz/plans-projects-policies-reports-bylaws/our-plans-strategies/topic-based-plans-strategies/environmental-plans-strategies/docswastemanagementplan/auckland-waste-management-minimisation-plan.pdf>

Com uma análise desta figura a médio prazo, deve-se promover o não desperdício, com objetivo de se atingir a máxima minimização deste. Além disso, o planejamento de futuros serviços de resíduos também deve considerar os perigos e a necessidade de construir resiliência em sistemas de gestão de resíduos. Considera-se que desastres naturais, devido à formação geológica da ilha, podem afetar a entrega de resíduos de serviços e podem criar fontes de resíduos. Nesse contexto, Auckland é suscetível a uma ampla variedade de perigos, como inundações, escorregões, incêndio e falta de eletricidade. Menos frequentemente, eventos como erupções vulcânicas, terremotos e tsunamis também devem ser considerados nos efeitos das mudanças climáticas, que podem piorar o impacto dos eventos de risco no futuro⁸⁸.

5.7.2 Visy, Nova Zelândia

O serviço de reciclagem e coleta junto às unidades urbanas coletou mais de 130.000 toneladas de material em 2016. Dentre o material, 75% do total, em uma análise por peso, era de papel e vidro. Com respeito à questão, a cidade de Auckland destinou a empresa Visy Materials Recovery Facility (MRF), que começou seu funcionamento em julho 2016, para ser a responsável pela reciclagem com classificação e venda em mercados internos e internacionais⁸⁸.

Desde então, essa empresa lida com a reciclagem de materiais coletados em 265.000 residências, atendendo mais de 770.000 pessoas ou aproximadamente 20% da população da Nova Zelândia. Ademais, é uma das instalações de reciclagem mais tecnologicamente avançadas do hemisfério sul, com um espaço de 3,6 ha em Auckland, a maior instalação de recuperação de materiais na Nova Zelândia. Nesse contexto, a MRF classifica os materiais de reciclagem doméstica de Auckland em tipos individuais de papel, aço, vidro, plástico e alumínio.

No entanto, uma nota de preocupação é o aumento da taxa de contaminação dos materiais destinados para a reciclagem, isto é, itens que não podem ser reciclados, e vão para latas de reciclagem. Dentre esses itens, incluem-se sacos de poliestireno e plásticos que podem emperrar as máquinas da MRF. Como consequência desse

⁸⁸ Fonte: <https://www.aucklandcouncil.govt.nz/plans-projects-policies-reports-bylaws/our-plans-strategies/topic-based-plans-strategies/environmental-plans-strategies/docswastemanagementplan/auckland-waste-management-minimisation-plan.pdf>

problema, a taxa de contaminação aumentou de 5% em 2011 para 12 % em 2016, em parte devido ao aumento dos padrões de qualidade para materiais recicláveis. Nesse cenário, mesmo que 12% por cento seja comparável a MRFs internacionalmente, acredita-se ser necessário fazer melhor. Em 2016, os resíduos que foram reciclados constituíram 43% de papéis e carbono, 35% de vidros, 5% plásticos e 4% metal.

Visy pega a reciclagem oriundas das coletas urbanas e vende os materiais em mercados locais e internacionais para serem transformados em novos produtos⁸⁹.

Sobre isso, *Auckland Waste Management and Minimisation Plan* afirma:

Precisamos identificar e fortalecer os mercados de materiais recuperados, especialmente à luz do recente endurecimento da China nas regras de importação de materiais recicláveis. As opções incluem desenvolver esquemas de corretagem de resíduos e apoiar mudanças nas políticas e práticas que permitem que os materiais recuperados sejam usados no lugar de materiais virgens. Para os itens recicláveis coletados em nosso serviço de calçada, os mercados internacionais determinam o valor e a destinação dos materiais. Trabalhamos em estreita colaboração com Visy (que processa o material das coleções junto ao meio-fio de Auckland) para garantir a segurança e confiabilidade do mercado parceiro para que saibamos que os materiais estão sendo manuseados com responsabilidade. Como parte de uma economia circular, haveria valor em poder processar mais materiais recicláveis localmente, na Nova Zelândia⁹⁰.

A reciclagem de MRF Visy é considerada a maior e mais avançada usina de reciclagem de seu tipo no hemisfério sul, pois conta com um edifício com aproximadamente 18 metros de altura e uma área de cobertura de 12.000 m². Com capacidade inicial para processar 80.000 toneladas (aproximadamente 480.000 m³) de recicláveis por ano. Esta instalação irá ser responsável inicialmente com a demanda de reciclagem de Auckland e 265.000 famílias da cidade de Manukau., para isso a instalação tem uma capacidade de processamento de reserva de 120.000 toneladas (aproximadamente 720.000 m³), com funcionamento de 16 horas por dia, 5 dias por semana, processando aproximadamente 23 toneladas por hora e sendo ampliado com mais investimentos em maquinários e aumentando para 50 toneladas por hora. Nas figuras 27 e 28 aparecem imagens do empreendimento⁹¹.

⁸⁹ Fonte: <https://www.aucklandcouncil.govt.nz/plans-projects-policies-reports-bylaws/our-plans-strategies/topic-based-plans-strategies/environmental-plans-strategies/docs/wastemanagementplan/auckland-waste-management-minimisation-plan.pdf>

⁹⁰ Fonte: *Idem*.

⁹¹ Fonte: <https://www.wasteminz.org.nz/wp-content/uploads/Arthur-Amputch.pdf>.



Figura 27. Foto aérea do Materials Recovery Facility (MRF) Visy⁹².



Figura 28. Foto interna da indústria de Materials Recovery Facility (MRF) Visy⁹³.

⁹² Fonte: <https://www.wasteminz.org.nz/wp-content/uploads/Arthur-Amputch.pdf>.

⁹³ Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=IFuD4V0-2fo>

Para o processamento dos resíduos, todo o processo de reciclagem consiste em oito elementos básicos definidos por essa empresa. A primeira etapa é o recebimento dos materiais os quais são transportados para a instalação em caminhões de coleta de reciclagem e são esvaziados no chão inclinado os quais são movidos para a instalação por meio de uma correia transportadora (esteira). Assim, chega-se na próxima etapa, que é uma classificação primária de materiais que ocorre por meio da esteira que leva para uma estação de pré-classificação. É então que a classificação é feita manualmente para separar quaisquer contaminantes que não irão ser reciclados.

Logo, chega-se na terceira etapa em que ocorre remoção de materiais ferrosos (aço) após a seleção manual. Nesse ponto, a correia transportadora carrega o material reciclável para um grande imã para separar o aço dos outros materiais. Depois, ocorre a classificação do trommel em que os materiais restantes são então transportados, via esteira, para uma máquina chamada trommel, um grande cilindro giratório que separa os materiais com base em seu tamanho. Como o trommel gira, os materiais caem por dentro. Os recicláveis menores (vidro, plástico e alumínio) caem pelos orifícios no trommel e para baixo em outras correias transportadoras. A maior parte do papel viaja através do trommel e em uma correia transportadora no final do cilindro. Por sua vez, a quinta etapa constitui-se da classificação da tela, pela qual os resíduos restantes que caem pelos orifícios do trommel passam sobre uma tela vibratória. A tela funciona como uma peneira e remove pedaços finos de vidro.

Com a sexta etapa os materiais restantes se movem sobre um classificador de ar, que separa os materiais leves como latas de alumínio e recipientes de plástico de materiais de vidro mais pesados. Então, ocorre a sétima etapa, a de armazenamento de vidro e garrafas de vidro, as quais são carregadas para funis de armazenamento para transporte. Por fim, a etapa 8 acontece o armazenamento final onde recipientes de plástico, caixas de papelão e alumínio são então classificados em fluxos separados e transportados para compartimentos de armazenamento a serem enfardados. Esses fardos estão, então, prontos para entrega às plantas de reprocessamento⁹⁴. Assim, mostra-se um exemplo notável de o que as autoridades locais podem alcançar quando há vontade política para tratar de questões que abrangem toda a cidade e o meio

⁹⁴ Fonte: <https://www.wasteminz.org.nz/wp-content/uploads/Arthur-Amputch.pdf>. Para ver um vídeo educacional sobre reciclagem da Visy, o link é: <https://www.youtube.com/watch?v=IFuD4V0-2fo>

ambiente. Logo, esse projeto é fundamental para a necessidade de reduzir a longo prazo o volume de resíduos das cidades que requerem disposição para aterros sanitários. Por conseguinte, resulta-se uma solução de classe mundial e de longo prazo para o problema do lixo reciclável desta cidade e continuará a servir às comunidades futuras de Auckland por vários anos⁹⁵.

Além disso, Visy investe muito em educação fornecendo materiais para ensinar aos alunos sobre reciclagem alinhada à um currículo e visitas escolares na Nova Zelândia. Fornece recursos curriculares para professores e educadores em escolas primárias e secundárias. Tais recursos são de ensino e aprendizagem que foram desenvolvidos com o objetivo de recuperação de recursos, reciclagem em casa e na escola, reciclagem de contaminação e como esforços individuais podem contribuir para a economia circular local de recicláveis. Deveres de casa fornecem uma mensagem consistente sobre as melhores maneiras de reciclar, enquanto desmistificam quais materiais podem e não podem ser coletados das casas e o que acontece com os resíduos recuperados⁹⁶.

5.8 Comparações

Nesse ponto do trabalho, adota-se uma comparação e leva-se em consideração países desenvolvidos e subdesenvolvidos, contextos sociais, econômicos e políticos. O objetivo é o de melhor entender a relação do Estado e da população a respeito da preservação ambiental e das atitudes tomadas para diminuir a quantidade de resíduos, bem como quais os cuidados sobre o seu destino final. Nesse sentido, nota-se que, como a Nova Zelândia é um país desenvolvido, gera-se uma grande quantidade de resíduos e há uma grande taxa de desperdício.

Logo, percebe-se que, para o desenvolvimento de tecnologias para a reciclagem, é necessário seguir as normas que estão estabelecidas na legislação, que afirmam que um rejeito — ou seja, aquilo que pode ir para o aterro — é aquilo que não tem um processo já desenvolvido, tecnologicamente disponível e economicamente viável. Portanto, para muitos materiais destinados para aterros e para os produtos que

⁹⁵ Fonte: <https://www.wasteminz.org.nz/wp-content/uploads/Arthur-Amputch.pdf>.

⁹⁶ Fonte: <https://www.visy.com.au/recycling/education>

se descartam no dia a dia, não existem disponíveis essas tecnologias. Ainda vale ressaltar que na lei se define que a responsabilidade pelo resíduo é do fabricante, do importador, do consumidor e do próprio governo.

Nesse sentido, é necessário promover e fazer acontecer a minimização da quantidade de resíduos. Essa redução deve acontecer em uma ordem de prioridade que vai de não gerar, reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos a tratar os resíduos sólidos e dispor, por fim, os rejeitos de forma adequada. Ou seja, a prioridade é a análise dos resíduos que não dá para diminuir devido ao bem-estar da população. Então, deve-se desenvolver uma rota eficaz para reduzir a produção de rejeitos que vão para o aterro. Em última análise, é necessário fazer o aproveitamento da queima, com aproveitamento energético e como tratamento final, esse é no caso de resíduos hospitalares, desde que haja um controle ambiental das emissões que estão sendo geradas.

Ainda, em um mundo de custos crescentes de recursos e uma consciência pública crescente do meio ambiente, tanto no Brasil quanto na Nova Zelândia, deve-se seguir, para o desenvolvimento de processos da reciclagem, que são normas estabelecidas conhecidas como: “A ABNT NBR ISO 14001 no Brasil” ou “ISO 14001:2015 Environmental Management na Nova Zelândia”. Nesses documentos, constitui-se um padrão genérico de normas de cunho ambiental que é aplicável a organizações de todas as formas e tamanhos. Nesse contexto, visa-se especificar os requisitos e as normas que são aceitas internacionalmente, em que se estabelecem as condições e as exigências para colocar em prática um sistema de gestão ambiental. Assim, permite-se que a organização desenvolva uma estrutura para a proteção do meio ambiente e a rápida resposta às mudanças das condições ambientais, de forma com que haja a garantia de que o negócio esteja focado em seu impacto ambiental e apoiado por processos de gestão eficazes. Com isso, esse documento ajuda a melhorar o desempenho de empresas, por meio de atitudes e a utilização eficiente de recursos visando a redução da quantidade de resíduos, por fim ganha uma vantagem competitiva e uma confiança das partes envolvidas neste processo⁹⁷.

⁹⁷ Ver http://hanawitt.com.br/wp-content/uploads/Introducao14001ABNT_Portal.pdf. e https://www.imsn.com/nz/iso-14001/?keyword=%2Biso%20%2B14001&matchtype=b&network=g&device=c&utm_term=%2Biso%20%2B14001&utm_campaign=LOL-+Search-+NZ+14001&utm_source=adwords&utm_medium=cpc&hsa_acc=3768099363&hsa_cam=11767488

Além disso, também de cunho internacional, há o *marketing* de negócios voltado para estratégias baseadas em vincular a imagem das empresas com o compromisso de ser ambiental e socialmente correta. O chamado de *Marketing Ambiental* ou *Marketing Verde* refere-se à prática de desenvolver e anunciar produtos com base em sua sustentabilidade ambiental real ou percebida. Dessa forma, várias empresas do Brasil e da Nova Zelândia envolvem-se em programas socioambientais e na melhoria dos seus próprios processos. O objetivo é gerar benefícios ao meio ambiente e à sociedade. Portanto, tais iniciativas ganham cada vez mais espaço na sociedade atual em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Nesse contexto, todas essas questões apresentadas acima fazem com que se perceba a evolução da sociedade, além da forma como o mercado segue estas mudanças tão notáveis, as quais estão mudando o futuro dos resíduos. Ademais, vê-se como o sistema capitalista terá que se adequar neste novo contexto. Para isso, com o desenvolvimento da pesquisa, pode-se fazer a análise dos dados obtidos, de acordo com as respostas apresentadas nos gráficos das figuras 29 a 32. Deve-se levar em consideração que a quantidade de entrevistados no Brasil foi de 201 e na Nova Zelândia 71 pessoas.

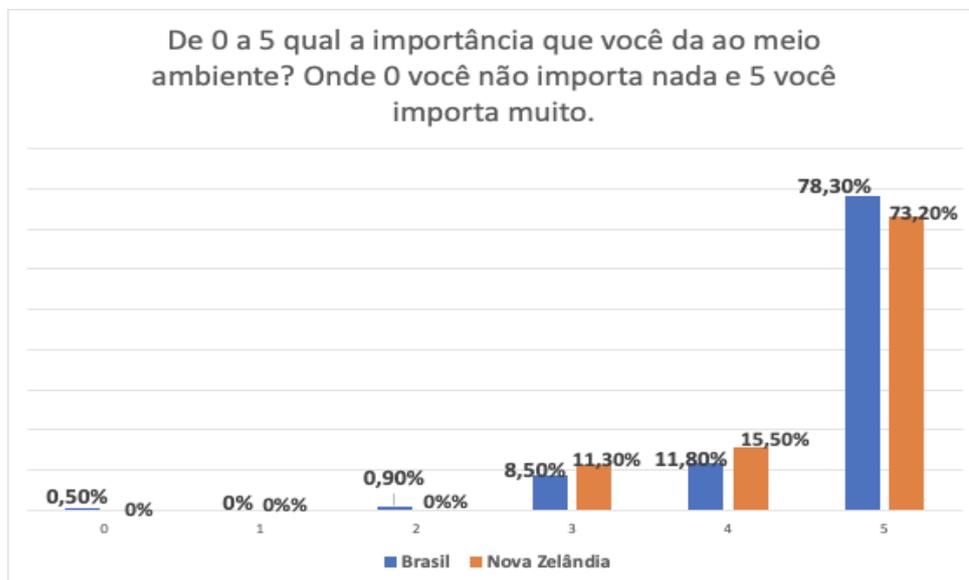


Figura 29. Gráfico sobre a importância dada ao meio ambiente.

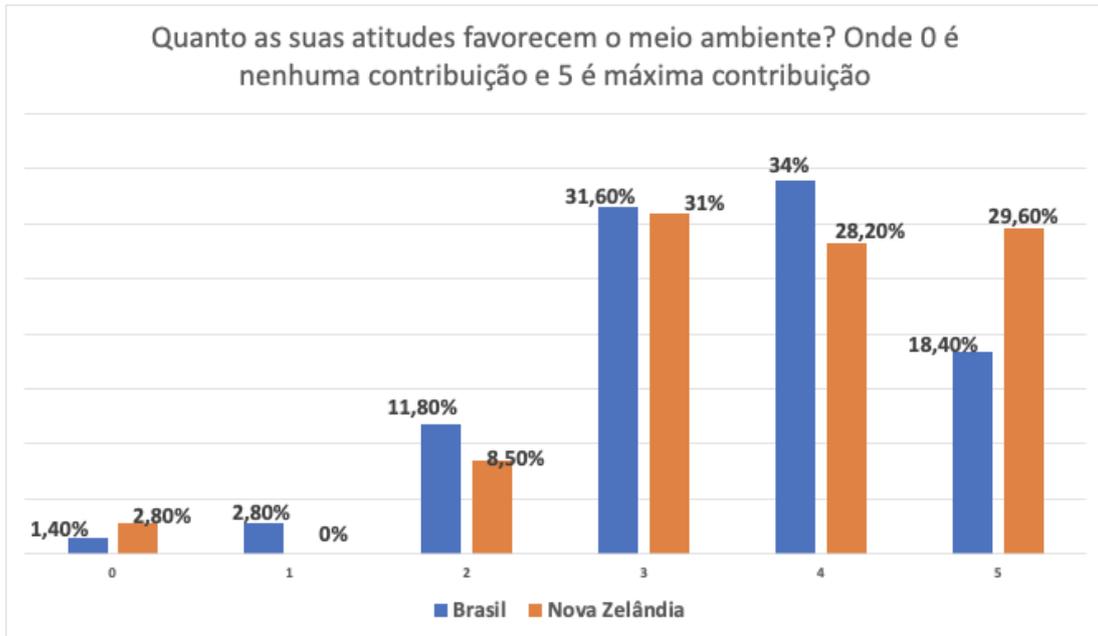


Figura 30. Gráfico sobre o quanto as atitudes favorecem o meio ambiente

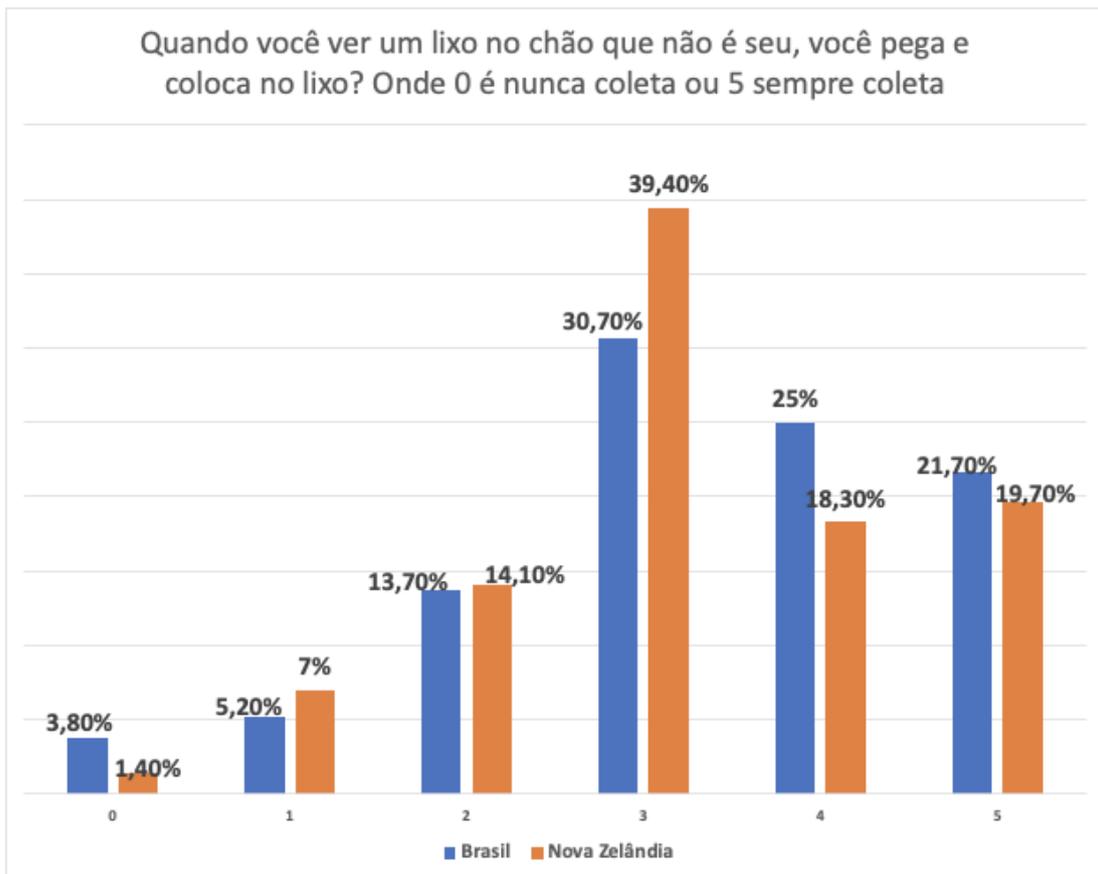


Figura 31. Gráfico sobre a atitude de catar o lixo do chão.

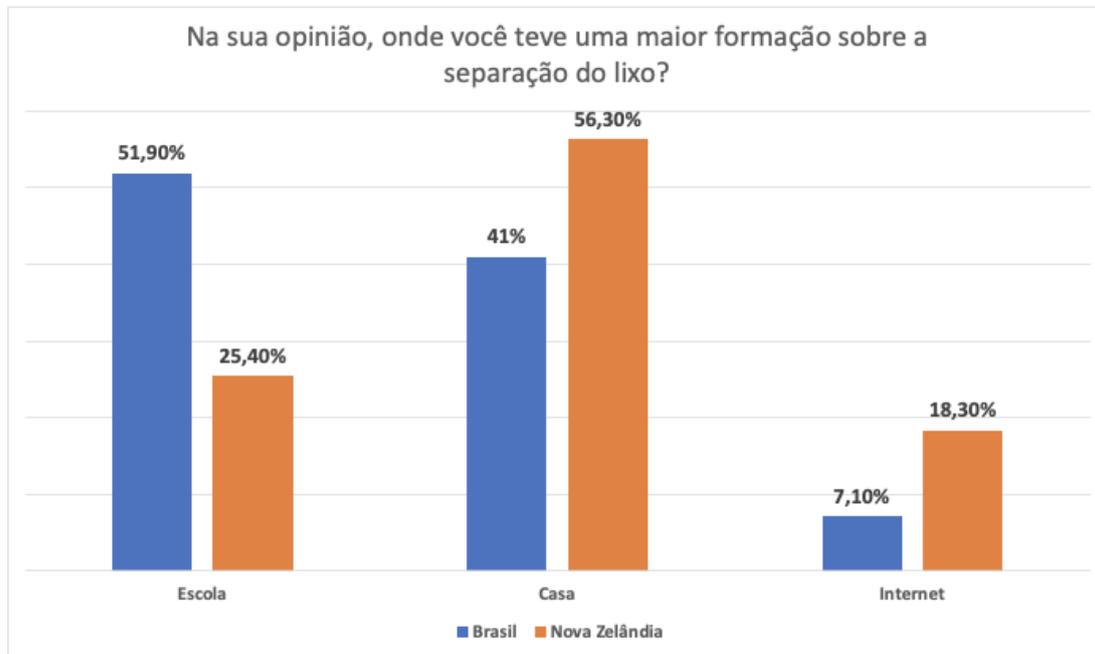


Figura 32. Gráfico sobre onde os entrevistados tiveram uma maior formação sobre a reciclagem.

Com esses dados, percebe-se, ao analisar os gráficos, que, na maioria dos entrevistados, eles se importam com o meio ambiente. Isso se reflete, nos dois países, em como as empresas devem se adaptar e modificar para seguir esse novo mercado consumidor. Nota-se que pessoas, tendo maiores atitudes benéficas ao meio ambiente no seu dia a dia, estão se preocupando com o lixo espalhado nos lugares indevidos. Além disso, com relação em que os entrevistados aprenderam mais sobre a separação do lixo, dados da figura 32 mostram que na Nova Zelândia aprenderam mais em casa do que na escola, o que mostra que esta atitude está mais presente na rotina dos neozelandês do que na dos brasileiros. Observa-se que onde os entrevistados menos aprendem sobre a separação do lixo é na internet, em que deveria ocorrer uma maior interação, divulgação de dados e informações sobre este campo, sendo apoiado principalmente por empresas patrocinadoras deste mercado.

Quando analisado o consumo de plásticos e as atitudes tomadas pela sociedade, em ambos os países, podemos notar pelos gráficos da figura 33 e 34.

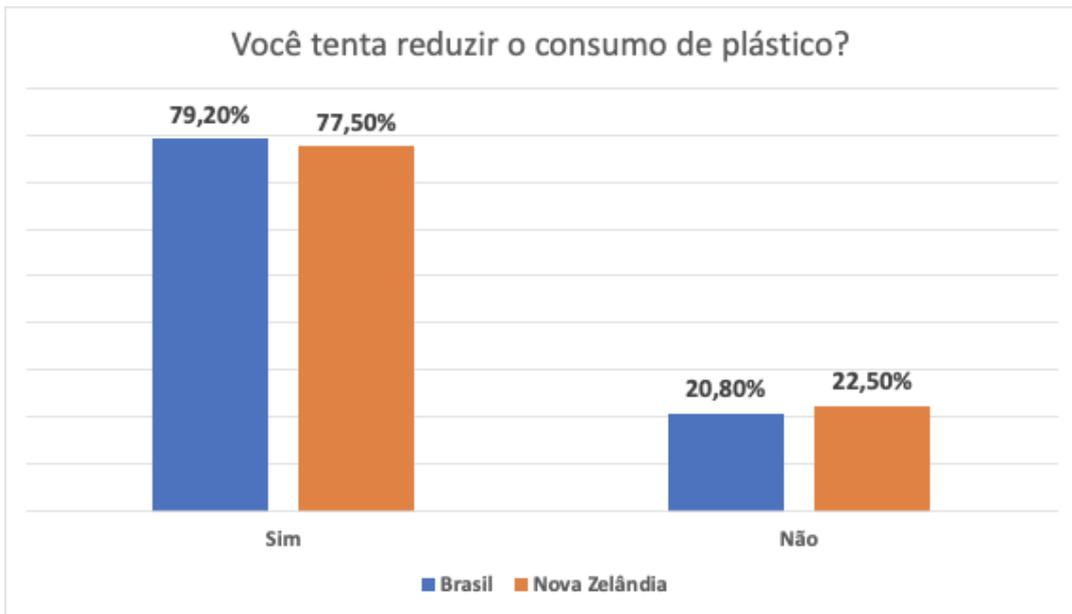


Figura 33. Gráfico sobre redução do consumo de plástico.

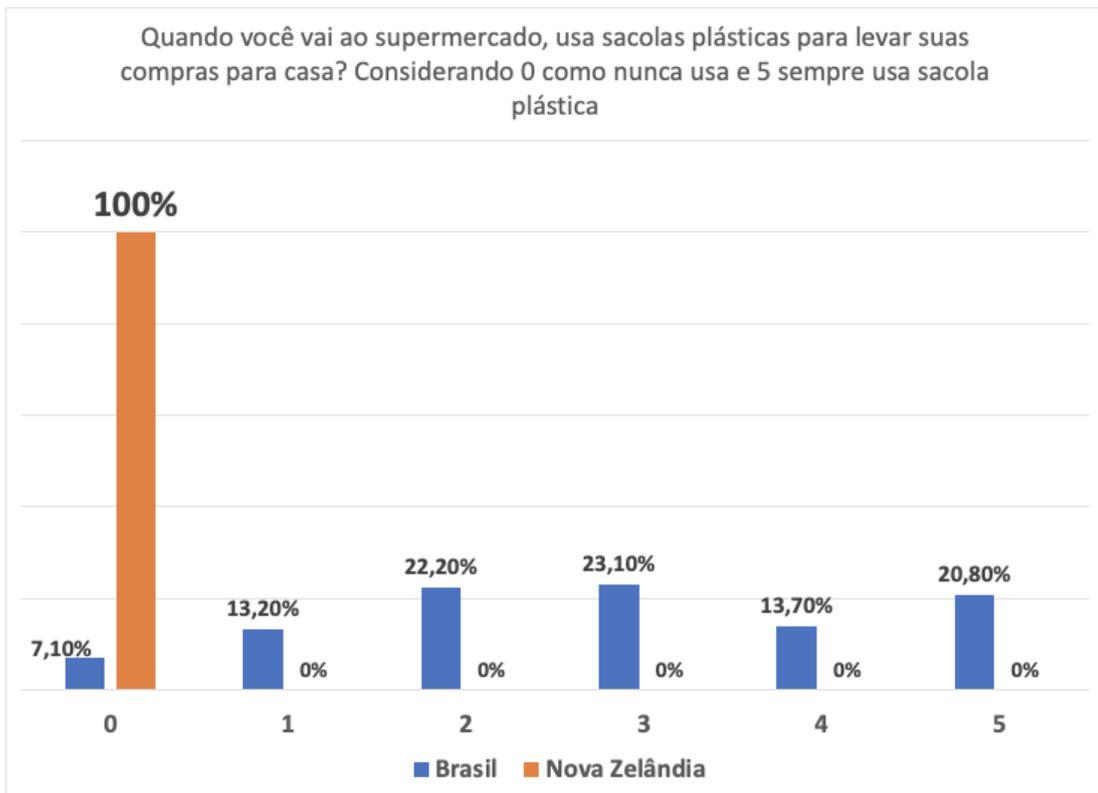


Figura 34. Gráfico sobre o uso de sacolas plásticas.

Com esses dados, podemos perceber que o Brasil ainda deve adequar-se aos novos padrões de uso de sacolas plásticas e produtos feitos de plásticos. O Brasil tem a capacidade de poder fazer a retirada e a proibição de sacolas plásticas, bem como a redução do consumo de plástico em território nacional. Para isso, deve-se adotar medidas como a Nova Zelândia fez ao aprovar a lei e, em menos de um ano, esta foi aplicada e válida em todo o seu território. Vale ressaltar que no Brasil, segundo o Ministério do Meio Ambiente, entre 500 milhões e 1 trilhão de sacolas plásticas são consumidas em todo o mundo por ano. No Brasil, aproximadamente 1,5 milhão de sacolas são distribuídas por hora⁹⁸, o que mostra a quantidade que pode ser evitada com a aprovação de uma lei de proibição das sacolas.

Em Brasília, foi adiada a proibição do uso das sacolas plásticas. A lei foi feita em julho de 2019 e entrou em vigor um ano depois. Entretanto, não ocorreu uma regulamentação e agora está previsto que, até dia 31 de julho de 2022, a aplicação da lei para proibição das sacolas plásticas utilizadas pelo comércio. Como forma de punição para comércio que não aderir a essa nova regra, pode-se sofrer com a atuação que vai de multa à interdição do estabelecimento⁹⁹. Ainda no tocante ao assunto da pesquisa, analisou a questão da coleta seletiva. Sobre isso, veja os gráficos nas figuras 35 e 36 com perguntas relacionadas a coleta seletiva e separação do lixo em casa.

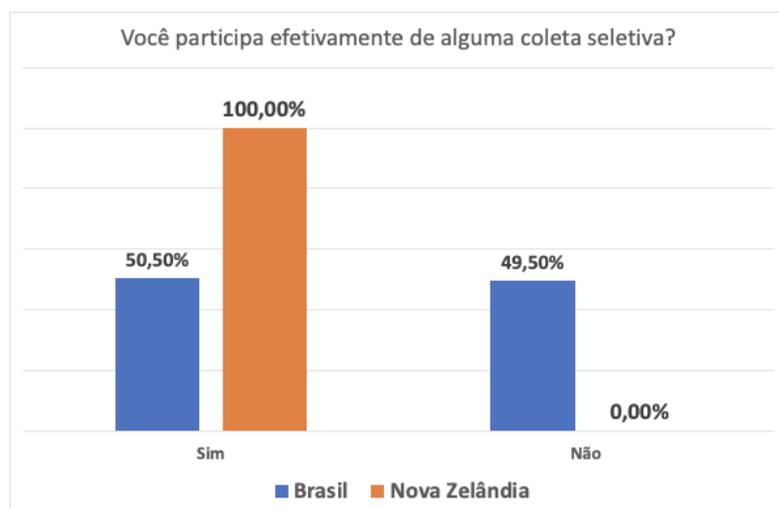
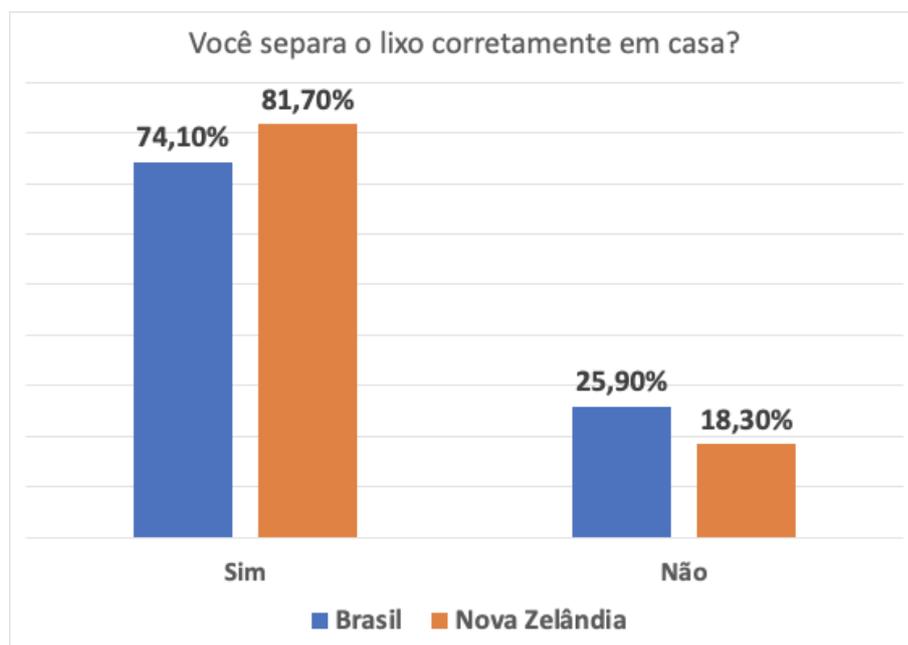


Figura 35. Gráfico sobre participação em coleta seletiva.

⁹⁸ Fonte: <https://www.alepa.pa.gov.br/noticia/4808/>.

⁹⁹ Fonte: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2021/06/22/df-adia-ate-julho-de-2022-prazo-para-proibicao-de-sacolas-plasticas-no-comercio.ghtml>



36. Gráfico sobre a separação correta do lixo.

Com esses dados sobre os cuidados com os resíduos urbanos, pode-se perceber que, 100% dos entrevistados fazem e recebem coleta seletiva disponibilizada pelas prefeituras das cidades, enquanto no Brasil somente 83,5% dos entrevistados. Além disso, 81,7% dos neozelandeses fazem uma correta separação do lixo, e, no Brasil, 74,1% fazem também corretamente. Com isso, percebe-se que, nos dois países, as pessoas estão tomando um maior cuidado com seus resíduos. Entretanto, os governantes não estão dando o devido valor em fazer uma gestão de resíduos própria quando observada a taxa de reciclagem e as toneladas de resíduos destinados ao aterro sanitário.

Ademais, outro assunto abordado na pesquisa foi em relação aos materiais orgânicos. O objetivo era saber se os entrevistados em ambos os países faziam compostagem, no gráfico da figura 37, e se já fizeram alguma compostagem em algum momento de suas vidas, no gráfico da figura 38.

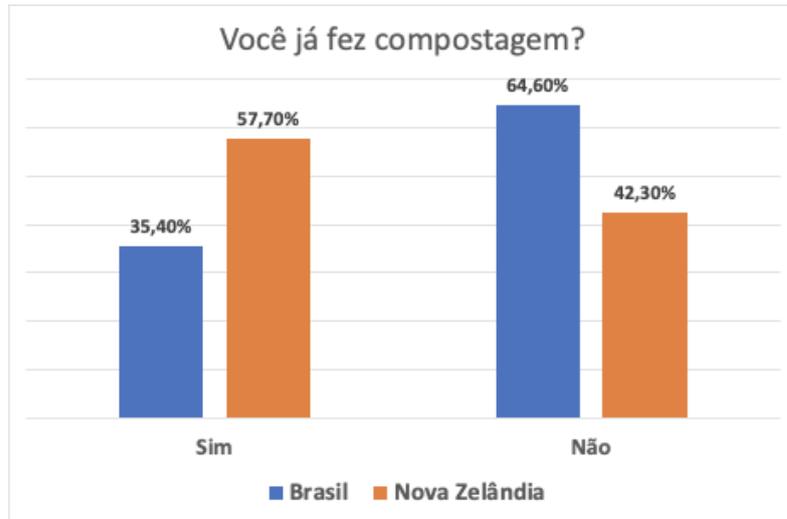


Figura 37. Gráfico sobre compostagem (passado).

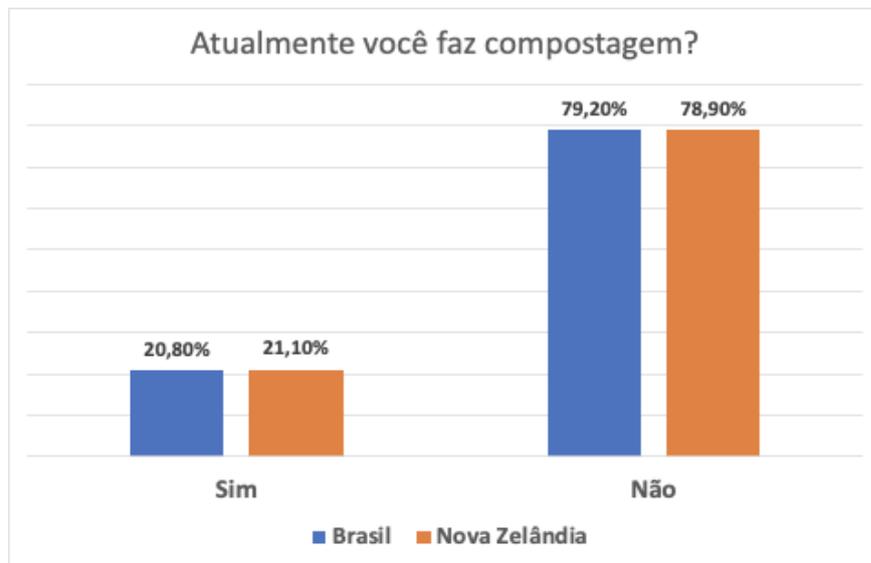


Figura 38. Gráfico sobre compostagem (presente).

Então, analisando os dois gráficos das figuras 37 e 38, pode-se perceber que, no Brasil, se necessita uma maior iniciativa mostrando os ganhos ambientais e ensinando os processos de como se faz para que mais pessoas comecem a fazer a compostagem. Quando comparada se atualmente as pessoas faziam compostagem, nota-se que os dois países têm uma taxa em torno de apenas 20%, o que necessita ser melhorado fazendo a distribuição gratuita de recipientes para a coleta de material orgânico e de composteiras para a população. Dessa forma, haverá um maior aproveitamento do material orgânico ou também a possibilidade de uma coleta específica para materiais orgânicos.

Logo, nota-se uma falta de responsabilização do governo para as indústrias de bens descartáveis e de geradoras de resíduos. Ademais, é preciso um maior rigor em programas de logística de retorno das embalagens às indústrias e de reciclagem de materiais. Para isso, um gerenciamento de seus resíduos com a ampliação e a participação em programas de coleta seletiva seria importante, bem como a motivação da população para que se reduza a produção de lixo.

6 Conclusão

Baseando-se nos resultados obtidos, pode-se concluir que o método de análise proposto é uma alternativa viável para uma melhor visão e compreensão dos dados em relação a reciclagem e o meio ambiente. Com este trabalho, foi possível observar as tecnologias disponíveis como as usadas pela empresa Visy e os processos e métodos adotados para a reciclagem. Dessa forma, nota-se a importância de estudos sobre o tema para alertar o mundo das ações geradas pelo excesso de consumo e degradação dos recursos naturais, com a evolução da sociedade e o acúmulo do lixo. Logo, a principal conclusão é que se deve “consumir menos e reciclar mais”. Todos precisamos assumir uma maior responsabilidade pelo nosso consumo e ajudar onde for possível. Reciclar é uma das ações que todos podemos realizar para reduzir o impacto que causamos em nosso meio ambiente, tendo em vista que a infraestrutura de reciclagem do mundo está sob pressão e um dos maiores problemas é quando as pessoas colocam lixo e os itens não recicláveis ou recipientes recicláveis sujos em suas lixeiras de reciclagem, pois isso faz a contaminação e afeta a qualidade e o valor desses materiais.

Levando em consideração os padrões de consumo praticados pelo primeiro mundo e pela alta sociedade do terceiro mundo, constitui-se a força impulsora do esgotamento ecossistêmico (PARIKH *et al*, 1994). Logo, o verdadeiro consumidor de colarinho verde, aquele indivíduo consciente e responsável pelos seus atos, não é aquele que escolhe consumir preferencialmente produtos recicláveis, ou que se engajar voluntariamente nos programas de reciclagem, mas aquele que cobra do Poder Público medidas efetivas por meio de processos coletivos de pressão e o mercado das indústrias para que haja o ciclo do processo produtivo. Fazer exigências ao Estado

para a implementação de políticas públicas com diferentes tipos de aterros, programas para o futuro para a diminuição dos resíduos, queda da desigualdade social e aumento da educação ambiental que ajuda na não degradação ambiental e o fim da exploração econômica. Propiciar-se-ia, assim, a possibilidade de um desenvolvimento sustentável no Brasil, os quais podem ser financiados por indústria da reciclagem, pois, segundo Calderoni (1998), giram em torno de R\$ 4,6 bilhões anuais naquela época. Nos dias atuais, este valor continua crescendo.

Quando analisado o contexto brasileiro, o que não faltam são normas e leis bem escritas e detalhadas para uma atividade efetiva. No entanto, o que está em carência é falta de regulamentação, fiscalização e de políticas públicas eficazes para que ocorra um desenvolvimento neste campo. Falta interesse político e educação de qualidade para a consciência da população, uma melhor manutenção do meio ambiente e um pensamento futuro para as próximas gerações.

No aspecto da Cidade Estrutural, o fechamento do lixão foi um grande passo, entretanto há necessidade imediata de projetos para o controle da poluição gerada em todos esses anos de funcionamento e uma melhor regulamentação, tendo em vista que ainda hoje se joga lixo da construção civil em larga escala diariamente. Deve-se adotar a educação ambiental, não somente na capital, mas em todo o Brasil. Isso merece inclusive uma pesquisa mais detalhada com coleta de dados oficiais orientadas a sancionar este déficit.

Ainda com o assunto do fechamento do lixão e com a criação de aterros sanitários como o aterro de Samambaia, ainda deve haver vários estudos para melhorias como no tratamento do chorume, aproveitamento dos gases para o desenvolvimento de biogás, medidas para uma melhor destinação do material orgânico e medidas efetivas como a feita pela associação de catadores Recicle a Vida de diminuir os resíduos destinados ao aterro com a venda para indústrias, investimento de máquinas tecnológicas e capacitação de seus trabalhadores.

Logo, mesmo com o centro de triagem e cooperativas espalhadas por todo o DF, é necessário uma maior implementação e investimentos em tecnologias e processos para que ocorra um maior rendimento durante separação e triagem, fazendo, assim, um maior aproveitamento e desenvolvimento dos resíduos tão valiosos que são os resíduos sólidos urbanos.

Por meio de recursos como coleta seletiva, reciclagem e reaproveitamento de materiais e de uma diminuição no desperdício e consumo juntamente com a conscientização da população, faz-se possível evitar o acúmulo de resíduos e assim reduzir os impactos ambientais.

A preocupação com o meio ambiente é cada vez maior por parte de toda a sociedade como mostrado na pesquisa. A geração de resíduos sólidos e a sua destinação inadequada são grandes responsáveis pela poluição do solo, dos rios e do ar. Para tentar reduzir essa quantidade de malefícios gerados pelo lixo, a coleta seletiva é apontada como uma boa solução e a diminuição ou a extinção de sacolas plásticas, como adotada na Nova Zelândia, o que mostra que pequenas atitudes podem gerar grandes diferenças ambientais e nas gerações futuras.

Logo, nota-se a extrema importância da implementação de uma lei no Brasil como foi feito na Nova Zelândia, a qual foi decidida em 2018 e teve a sua implementação em 2019, que proíbe o uso de sacolas plásticas e, como demonstrado, o objetivo de até 2025 o consumo de plástico diminuir, proibindo desde talheres descartáveis até rótulos de frutas.

A coleta seletiva vem crescendo no Brasil, entretanto o país ainda deve aprender muito com as medidas adotadas na Nova Zelândia nessa questão como a implantação obrigatória em todas as casas de diferentes latas de lixos para cada tipo de material (recicláveis secos, orgânicos, vidro e jardinagem), uma mecanização da coleta por meio de caminhos automáticos para a coleta das latas de lixos, uma conscientização e educação da população. Vale ressaltar que os governantes e a população estão reconhecendo as vantagens da coleta seletiva, tais como redução da saturação dos aterros sanitários, ganhos com a venda dos produtos recicláveis e geração de empregos.

Contudo, esse tipo de coleta ainda deve ser ampliado, com a conscientização da população por meio de programas de educação ambiental. E associado a isso, há a necessidade de que estudos sejam realizados de forma a otimizar o processo de coleta como foi feita na Nova Zelândia, onde toda a população participa da coleta seletiva, que foi implementada pelo governo, o qual oferece campanhas contínuas para ensinar e mostrar “a verdadeira coleta seletiva”.

Isso facilitou o gerenciamento dos RSU na Nova Zelândia, pois envolve diversas esferas, as quais possuem relação direta com a qualidade de vida da

população e com os princípios de sustentabilidade. A causa disso é a taxa atual de reciclagem na Nova Zelândia de 28% e a do Brasil 3%. Logo, tais medidas adotadas favorecem que a empresa estudada, Visy, obteve grande rendimento, que ainda assim pode ser melhorado. Entretanto, serve como exemplo para o Brasil, principalmente porque a grande diferença entre as taxas está associada à coleta seletiva e aos investimentos em máquinas tecnológicas para a triagem dos resíduos. Entre as medidas necessárias para mitigar os impactos provocados pela destinação incorreta de resíduos, segundo o Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (Selurb), destacam-se o fim dos lixões ainda existentes no Brasil e a construção de aterros sanitários capazes de realizar a gestão ambientalmente correta dos rejeitos.

Por fim, a Nova Zelândia e o centro-oeste do Brasil precisa de uma melhor indústria voltada para a reciclagem, em que haja não somente a triagem do lixo, mas sim um processamento final dos resíduos. O objetivo deve ser de que voltem para o seu ciclo produtivo na forma de matéria prima, quando possível e adotando uma economia circular que apresenta maiores taxas de eficiências, visto que a demanda por práticas de sustentabilidade são impulsionadas por uma pressão global.

No entanto, ainda se reforça a necessidade da Nova Zelândia de formular políticas e partes de interesses governamentais e sociais em focar na gestão de resíduos para compensar os impactos ambientais. Pois, como apresentado, a Nova Zelândia gera mais resíduos per capita em comparação com outros países da OCDE, a quantidade total de resíduos gerados tem aumentado constantemente ao decorrer dos anos, e espera-se o seu crescimento. Logo, deve-se haver estratégias na gestão de resíduos não somente na Nova Zelândia, mas também no Brasil para reduzir, reutilizar e reciclar, uma vez que a maioria dos resíduos não recicláveis são terminados em aterros sanitários.

Como apresentado, várias novas tecnologias estão disponíveis no mercado para o tratamento dos resíduos de forma mais sustentável. Uma junção de tecnologias não convencionais integradas com as tecnologias convencionais podem ser opções adequadas para o processamento de resíduos, alcançando uma economia circular e uma interpretação desses dados, o que provoca um melhor futuro para o planeta. Nesse sentido, essa opção é muito atraente devido ao fato de ser ecologicamente correta e apresentar grande potencial de redução de dependências dos países de combustíveis fósseis e matérias primas para a geração de novos produtos.

Tais tecnologias disponíveis e citadas para os diferentes tipos de materiais (papel, vidro, materiais orgânicos, metais, plásticos) mostram-se eficazes e com um bom controle de poluição do ar e do solo. Além disso, há uma maturidade comercial e a capacidade de tratamento de resíduos com uma boa eficiência energética, para geração de calor, sendo utilizada em diferentes tipos de indústrias. Logo, nota-se que a incineração é a opção mais atraente por ser uma tecnologia muito madura com a capacidade de tratamento de qualquer tipo de resíduo de forma eficaz, sendo feita, claro, um controle dos gases liberados.

Entretanto, deve-se levar em consideração que desafios são enfrentados para a instalação de tais tecnologias como custos elevados, uma maior capacitação dos funcionários para a compreensão dos processos, um bom lucro comercial e social. Também deve haver incentivo, financiamento e investimento do governo para que ocorra o desenvolvimento destas tecnologias. Todavia, na atualidade, deve-se melhorar o que se tem. Então, a elaboração de projetos de plantas eficientes geraria receita de produtos, aumentaria a capacidade da planta, por usar práticas de manufatura objetivas e a integração de energia. Portanto, haveria um êxito comercial de tecnologias não convencionais pode ser alcançado melhorando os níveis de ambientais, sociais e tecnológicos.

Dada a comparação entre os dois países, deve-se levar em consideração o tamanho territorial, a quantidade de pessoas em cada país e a realidade econômica que se encaixa em cada um deles. Para uma melhor compreensão, ambos os países necessitam de uma melhor educação e camadas extras de processo e gerenciamento de resíduos, o que poderia levar a uma economia de energia circular sustentável.

Aconselhar brasileiros e os neozelandeses, mesmo que ambos estejam fora de sintonia com outras nações de alta renda, através de uma abordagem múltipla e ideal na gestão eficaz de RSU, é uma responsabilidade ambiental e que deve corrigir os problemas.

7 Bibliografia

7.1 Autores

BASTOS, G. M Cunha. **Projeto de educação ambiental na cidade estrutural – Brasília/DF com elaboração de cartilha educativa**, Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.6, p. 54278-54303 jun. 2021.

BERNARDES, R.S. Pastore, E. L. Pereira, J. H. F.(1999). **Caracterização geofísica e geoquímica da área de disposição de resíduos urbanos “Aterro do Jôquei Clube” em Brasília – DF**. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil20/iii-070.pdf>, data de acesso 21 de jan de 2011.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceito básico de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC / USP, 1999.

BOLLARD, John. **Política e Planejamento: A Independência do Tribunal do Meio Ambiente**. Conferência de 2007, quarta-feira, 28 de março de 2007.

Clark, R.M., 1978. **Analysis of Urban Solid Waste Services: A Systems Approach**. Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan, USA.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo, Humanitas, 2a ed., 1998.

Clough, P. (2012), **‘Building a Recycling Society: The Experience of New Zealand’**, in Zhang, Y., F. Kimura and S. Oum (eds.), Moving Toward a New Development Model for East Asia- The Role of Domestic Policy and Regional Cooperation. ERIA Research Project Report 2011-10, Jakarta: ERIA. pp.393-428

FALCÃO, R. B. M.; ARAUJO, T. E. P. **A educação ambiental no enfrentamento da problemática do lixo de uma comunidade da zona rural do semi-árido nordestino**. Disponível em: <<http://proasne.net/Problematicali-xoMirandas.htm>>. Acesso em: 17 maio 2005.

D’ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.

Davies, A.R. **Clean and green? A governance analysis of waste management in New Zealand**. *J. Environ. Plann. Manag.* **2009**, *52*, 157–176. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09640560802666503>

DORSTHORST, B.J.H; HENDRIKS, Ch. F. Re-use of construction and demolition waste in the EU. In: **CIB Symposium: Construction and Environment – theory into practice**. São Paulo, 2000. Proceedings. São Paulo, EPUSP, 2000.

DUGUE, C. **Economic Feasibility of Material Recovery in Municipal Waste Stream**. Spring, 1987.

Frame, B. (2004). **The Big Clean Up: social marketing for the Auckland region**. *Local Environment*, *9*, 507–526.

Froes, Paula. **A 15 km do Planalto, a vida no maior lixão ativo da América Latina**. Acesso em 25 de jul 2016. Disponível em

http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/03/160310_galeria_lixao_estrutural_pf

GALVÃO, Walder. Estrutural: maior lixão da América Latina será desativado a partir de hoje. **Correio Braziliense**, Brasília – DF, 20/01/2018. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2018/01/20/interna_cidad_esdf,654476/lixao-da-estrutural-sera-desativado-a-partir-de-hoje.shtml. Acesso em: 28 de ago de 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.

GONÇALVES, P. **Lixo.com.br**. Disponível em: <www.lixo.com.br>. Acesso em: 22 mar. 2005.

GUNTHER, W. M. R.. **Apostila do Curso de Verão da USP sobre Elaboração do Plano Gerenciamento de Resíduos de Saúde**. 2013. São Paulo (Brasil): Universidade de São Paulo; 2013.

GUNTHER, W.M.R. Minimização de resíduos e educação ambiental. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**, 7. Curitiba, 2000. Anais. Curitiba, 2000.

Hobson, K. (2002) **Competing discourses of sustainable consumption: does the rationalisation of lifestyles make sense?** *Environmental Politics*, 11, 95–120.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LAJOLO, R. D. (coordenador). **Cooperativa de catadores de matérias recicláveis: guia para implantação**. São Paulo; Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SEBRAE, 2003. (Publicação IPT: 2952) p 21 -25.

Legaspe, R. Luciano. (1996). **Reciclagem: a fantasia do Eco-capitalismo – um estudo sobre a reciclagem promovida no centro da cidade de São Paulo observando a economia informal e os catadores**. Dissertação de Mestrado apresentada ao departamento de pós- graduação da Faculdade de Geografia da Universidade de São Paulo USP. Magera, Marcio. (2005). Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade. Editora Átomo, SP, 2º. edição.

LIMA, E. R. **Projeto de Implantação de um Centro de Educação Ambiental na Ilha de Fernando de Noronha**. Recife, 2003.

MACHADO, Marina; EUFRÁSIO, Jéssica. Catadores ainda tentam se firmar após fechamento do lixão da Estrutural. **Correio Braziliense**, Brasília – DF, 20/01/2019. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2019/01/20/interna_cidad_esdf,731621/catadores-tentam-se-firmar-apos-fechamento-do-lixao-da-estrutura.shtml. Acesso em: 28 de ago de 2021.

- MEGGINSON, Leon C. **Administração (Conceitos e Aplicações)**. Editora Harbra, 4a edição. Brasil, 1998.
- NOVAES, Washington, *et al.* **Agenda 21 Brasileira: Bases para discussão**. Brasília MMA/PNUD, 2000. p.196.
- PARIKH, J. et al. Padrões de consumo: a força propulsora do esgotamento ambiental. In: MAY, P.H. & MOTTA, R.S. (Orgs.) **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, Campus, p. 1-10. 1994.
- PETTS, J. e EDULJEE, G. (1994). **Environmental Impact Assessment for Waste Treatment and Disposal Facilities**. Chichester, John Wiley & Sons.
- VERGARA, Sílvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed., São Paulo: Atlas, 2005.
- RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Ed. Atlas, 1985.
- Santos, S. Boaventura, *et al.* (2002). **Produzir para viver – os caminhos da produção não capitalista**. RJ: Civilização Brasileira.
- Schmitt JMP, Esteves ABS. Condições de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis do Lixão na Capital do Brasil. In: **Challenges for Public and Private Sector Industrial Relations and Unions in times of Crisis and Austerity**. Set. 5- 7, 2012, Lisboa. Anais Eletrônicos. Lisboa: CIES-ISTEC, 2012. Disponível em <conferencias.cies.iscte.pt>. Acesso em: nov.2013.
- SELLTIZ, Claire; [et al.]. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Ed. Herder, 1967.
- SILVA, E.A. **Uso de escória de aciaria em pavimentação viária**. In: **Workshop Eco- eficiência na indústria siderúrgica**. Belo Horizonte, 1999. IBS, ABM, 1999, s.p. SOUZA.
- TCHOBANOBLOUS, G. et al. (1993). **Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues**. 2.ed. New York, McGraw-Hill International Editions;
- VIDAL, João. **POLÍTICAS PÚBLICAS E (IN)JUSTIÇA AMBIENTAL: O CASO DA VILA ESTRUTURAL**. publicado 11/06/2021 em: http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_22382/artigo_sobre_politicas-publicas-e--in-justica-ambiental--o-caso-da-vila-estrutural.
- WIEBECK, Hélio, PIVA, Ana Magda. **Reciclagem Mecânica do PVC. Uma Oportunidade de Negócio**. , São Paulo, p.97-A21, ago/99

7.2 Público

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil 2020**. Dezembro, 2020. Disponível em < <https://abrelpe.org.br/panorama/>> Acesso em agosto de 2021.

AGENCIA BRASÍLIA. DF ganha um dos mais modernos centros de reciclagem do país. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2020/12/02/df-ganha-um-dos-mais-modernos-centros-de-reciclagem-do-pais/>. Acesso em 6 set. 2021.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL: **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 18 out. 2021.

Brasil. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 ago.2010. Seção 1, p. 3.

Brasil. Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev.1998. Seção 1,p.1.

CEMPRE. Resíduo Orgânico Set. 2021. Disponível: <<https://cempre.org.br/composto-urbano/>> acesso em 02 set. 2021

Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos As novas prioridades, Revista de Administração de Empresas São Paulo, v. 35, n.3, p. 88-93 Organizacional da FUNDAP. Mai./Jun. 1995. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rae/a/cCgZQGXgS64q5QTVJ7jcPWw/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 10/06/2021.

EXAME. Brasil diz adeus ao maior lixão da América Latina. Disponível em: <https://exame.com/brasil/brasil-diz-adeus-ao-maior-lixao-da-america-latina-em-brasilia/>. Acesso em 6 set. 2021.

MfE. Sustainable management fund e summary of funded projects. Wellington: NZ Ministry for the Environment; nd.

Pesquisa encomendada pela Cervejaria Ambev em 2017 sobre a percepção dos brasileiros com relação aos resíduos. ABRELPE 2018. Pag. 66.

PLANETA em perigo. Disponível em: <www.canlakids.com.br/meioambiente/planetaemperigo/polui%C3%A7%C3%A3o.htm>. Acesso em: 29 mar. 2005.

SLU. Relatório Anual de 2019. Disponível em: <http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/RELATORIO-ANUAL-2019.pdf>. Acesso em: 31 de agosto de 2020.

TCU – Tribunal de Contas da União. **Dia do Meio Ambiente: 4 em cada 10 brasileiros não separam o lixo, aponta pesquisa Ibope**. Ano 33, no 111, 29/06/2018. TCU Sustentável/ Adgedam. Disponível em

<<https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A81881F64B49A D00164B99CF30B0FE3>>. Acesso em abril de 2021.

7.3 Páginas on-line

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. acessado em 09/06/2021

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-08/quase-metade-dos-municipios-ainda-despeja-residuos-em-lixoes> acessado em 05/08/2021

<https://www.viex-americas.com/wp-content/uploads/2021/06/Panorama-2020-V5-unicas.pdf> acessado em 23/06/2021

<http://www.sema.df.gov.br/complexo-de-reciclagem/>, acessado em 10/06/2021.

<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2020/12/02/df-ganha-um-dos-mais-modernos-centros-de-reciclagem-do-pais/> , acessado em 10/06/2021.

<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2020/12/01/complexo-de-reciclagem-inaugurado-nesta-quarta-2/>, acessado em 10/06/2021

https://bdm.unb.br/bitstream/10483/26115/1/2019_JoaoPauloDosSantosVieira_tcc.pdf
df <https://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/country/n/new-zealand/NZL.pdf> acessado em 13/06/2021