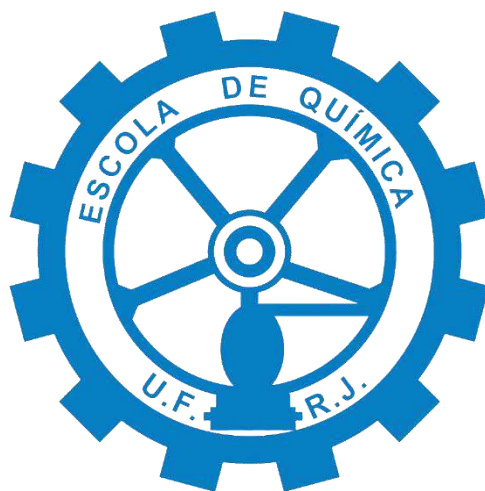


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA



Coleta Seletiva no Município do Rio de Janeiro: Distribuição e Oportunidades para Postos de Coleta de Materiais Recicláveis

Ghabriella Menezes Garcia de Freitas

Projeto Final de Curso

Orientadores

Prof. Felipe Sombra dos Santos, D.Sc

Prof^a. Monica Pertel, D.Sc

Dezembro de 2023

COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO: DISTRIBUIÇÃO E OPORTUNIDADES PARA POSTOS DE COLETA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Ghabriella Menezes Garcia de Freitas

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheira Química.

Aprovado por:

Prof^a. Luíza Santana Franca, M.Sc

Prof. Marcelo Mendes Viana, D.Sc

Prof. Ricardo Schmitz Ongaratto, D.Sc

Orientado por:

Prof. Felipe Sombra dos Santos, D.Sc

Prof^a. Monica Pertel, D.Sc

Rio de Janeiro, Brasil

Dezembro, 2023

FREITAS, Ghabriella Menezes Garcia de.

Coleta seletiva no município do Rio de Janeiro: distribuição e oportunidades para postos de coleta de materiais recicláveis / Ghabriella Menezes Garcia de Freitas. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2023

xvi, 98 p.;il.

(Projeto Final) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2022.

Orientadores: Felipe Sombra dos Santos e Monica Pertel

1. Coleta Seletiva. 2. Postos de Coleta de Recicláveis. 3. Rio de Janeiro. 4. Reciclagem. 5. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). 6. Projeto Final (Graduação – UFRJ/EQ). 7. Felipe Sombra dos Santos e Monica Pertel. I. Coleta seletiva no município do Rio de Janeiro: distribuição e oportunidades para postos de coleta de materiais recicláveis

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer por esse trabalho primeiramente minha família e amigos.

Minha mãe, Fernanda Francisco, que é um exemplo de dedicação e resiliência, minha avó, Dilma Oliveira, sendo uma inspiração para muitos por sua solidariedade e animação e minha irmã mais velha, Carolina Freitas, que sempre dá seu melhor em tudo que faz, me inspirando para que sempre tentasse ser melhor do que ela.

Em especial gostaria de agradecer a alguns amigos com os quais eu não teria chegado aqui. Daniel Passy e Rodrigo Moulin, obrigada por todos os anos de faculdade e tantos próximos anos mais a vir. Julia Finamor e Paula Silveira, que já se tornaram extensões da minha família e que me suportaram tanto.

Não menos importante, gostaria de agradecer ao meu professor orientador Felipe Sombra por ter encarado comigo essa jornada de final de curso, que foi um pouco longa e, também, a minha coorientadora Monica Pertel e todos os demais professores da Escola de Química.

Deixo uma dedicatória final para todos meus amigos do CONEEQ, Congresso Nacional dos Estudantes de Engenharia Química, da L'Oréal Brasil e tantos outros que me ajudaram nessa jornada de aprendizagem e de carreira.

“A natureza não precisa de nós, nós precisamos da natureza”

Harrison Ford

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenharia Química.

COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO: DISTRIBUIÇÃO E OPORTUNIDADES PARA POSTOS DE COLETA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Gabriella Menezes Garcia de Freitas
Dezembro, 2023

Orientadores:

Prof. Felipe Sombra dos Santos, D.Sc

Prof^a. Monica Pertel, D.Sc

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um desafio para os países ao redor do mundo. A medida que as mudanças de padrão de consumo da população se tornam evidentes, o volume gerado de resíduos cresce e as cadeias de gerenciamento se deparam com novas dificuldades logísticas. As consequências socioambientais de uma gestão ineficiente dos resíduos sólidos no Rio de Janeiro são visíveis, como a disposição inadequada de resíduos em locais inapropriados e a contaminação de corpos d'água. Aos poucos, no entanto, vem sendo notados avanços na gestão dos resíduos recicláveis. Os PEV's (ecopontos) ou LEV's, pontos ou lugares de entrega voluntária são estruturas que consistem em locais ou coletores dispostos em pontos específicos. O município do Rio de Janeiro, possui 6.211.423 habitantes e a complexidade de acesso à algumas regiões, faz com que seja cabível pensar em soluções alternativas como a implementação de PEVs. Dessa forma, este trabalho, buscou mapear e avaliar a efetividade do sistema de pontos de coleta de materiais recicláveis no município do Rio de Janeiro, levando em consideração a disposição dos pontos de entrega voluntária e o entendimento de parte da população sobre sua responsabilidade. O estudo de distribuição de PEVs, baseou-se em informações disponíveis a respeito da presença de postos na *internet*. Percebeu-se que a quantidade de postos de entrega se mostra insuficiente, e a distribuição se mostra desigualitária entre as zonas e as áreas de planejamento. Apenas 75 postos foram encontrados na pesquisa exploratória e estão distribuídos em 52 dos 164 bairros cariocas (32%). Uma estimativa de distância percorrida pelos cidadãos até os postos de cada zona gerou uma distância mínima de 1,0 km para a região da zona Sul e uma distância máxima de 3,8 km para a região da zona Oeste. Os dados coletados do questionário realizado durante os anos de 2022 e 2023, através de um formulário eletrônico, permitiu obter 343 respostas, principalmente no meio acadêmico, distribuídas por 49% dos bairros cariocas. Analisando médias (M) das respostas, entendeu-se que, apesar de influenciados pelo aspecto sustentável (M=2,85 de 5), a não geração ainda não é uma prioridade para os cariocas, que não são alcançados por políticas de educação ambiental (M=1,53 de 5). Também foi notado que esses, em sua maioria, sabem segregar os resíduos (M=0,88 de 1), apesar de terem dúvidas, mas que não se traduz diretamente para a atividade prática. Além disso, avaliam bem a coleta regular (M=2,82 de 5), mas não são próximos à estrutura de PEVs e avaliam mal sua implementação atual (M=2,10 de 5).

PALAVRAS-CHAVE: Coleta Seletiva. Postos de Coleta de Recicláveis. Rio de Janeiro. Reciclagem. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 CONCEITOS GERAIS	13
3.1.1 Resíduo, lixo e rejeito	13
3.1.2 Aterro Sanitário e Lixão	14
3.1.3 Economia Circular	17
3.2 RECICLAGEM	19
3.2.1 Resíduos Recicláveis Secos	21
3.2.1.1 Plásticos	22
3.2.1.2 Papel/Papelão	26
3.2.1.3 Metais	28
3.2.1.4 Vidros	29
3.2.2 Compostagem	32
3.2.3 Rota para Reciclagem	35
3.2.3.1 Segregação e o Papel do Cidadão	36
3.2.3.2 Coleta Seletiva	39
3.2.3.3 Papel dos Catadores	44
3.2.3.4 Logística Reversa	44
3.2.3.5 PEVs, Ecopontos e LEVs	47
3.2.3.6 Novas Metas	50
3.3 RECICLAGEM APLICADA AO RIO DE JANEIRO	51
4 METODOLOGIA	55
4.1 CONCEPÇÃO DO QUESTIONÁRIO	55
4.2 CONCEPÇÃO DO ESTUDO DE DISTRIBUIÇÃO	56
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1 RESULTADOS DO FORMULÁRIO	58
5.2 RESULTADOS DO ESTUDO DE DISTRIBUIÇÃO	62
5.2.1 Iniciativas aplicadas localmente	62
5.2.2 Resultados	62
5.3 FORMULÁRIO CONTRA ESTUDO DE DISTRIBUIÇÃO	74
6 CONCLUSÕES	75
6.1 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS ESTUDOS	77
7 REFERÊNCIAS	78
ANEXO A	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Projeção da geração de resíduos globais
Figura 2	Catador de materiais trabalhando em lixão
Figura 3	Estrutura de aterro sanitário
Figura 4	Fluxograma de circularidade dos resíduos
Figura 5	Moagem de plástico para reciclagem
Figura 6	Cores de cada resíduo pela resolução do CONAMA
Figura 7	Geração de resíduos sólidos por tipo no Brasil
Figura 8	Tipos de plástico de acordo com RIC
Figura 9	Reciclagem de plástico por tipo de material
Figura 10	Ciclo de reciclagem do plástico
Figura 11	Ciclo de reciclagem do papel/papelão
Figura 12	Ciclo de reciclagem dos metais
Figura 13	Ciclo de reciclagem dos vidros
Figura 14	Ciclo de compostagem
Figura 15	Desenho do fluxo do Sistema de Logística Reversa de Recicláveis e os principais elos para descarte e destinação de embalagens em geral
Figura 16	Arquitetura da Logística Reversa
Figura 17	Ponto de entrega de recicláveis implementado em São Paulo
Figura 18	Fluxo de resíduos do Município do Rio de Janeiro
Figura 19	Proporção dos resíduos domiciliares por tipo
Figura 20	Proporção dos resíduos domiciliares por tipo segundo a meta PLANARES
Figura 21	Proporção dos resíduos recicláveis secos nos domiciliares
Figura 22	Distribuição espacial dos PEVs cariocas
Figura 23	Delimitação dos bairros do Município do Rio de Janeiro
Figura 24	Densidade demográfica segundo o Censo IBGE de 2010
Figura 25	Distribuição de postos separada por domínio
Figura 26	Representação ilustrativa do raio estimado de 1km
Figura 27	Município do Rio de Janeiro separado em Áreas de Planejamento
Figura 28	PEVs aplicados no Município do Rio de Janeiro
Figura 29	Esquema da simulação de operação
Figura 30	Classificações de resíduos em reciclável/não reciclável ou seco/úmido
Figura 31	Exemplos de itens recicláveis, orgânicos e rejeitos
Figura 32	Fluxo explicativo de logística reversa
Figura 33	Aplicativos utilizados para procura de PEVs e informações sobre reciclagem

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Índice de reciclagem por material
Tabela 2	Evolução da situação quanto à existência de coleta de recicláveis secos nos municípios brasileiros
Tabela 3	Acordos de logística reversa no Brasil
Tabela 4	Amostragem do formulário e escalas associadas
Tabela 5	Postos encontrados por bairros do município do Rio de Janeiro com suas fontes
Tabela 6	PEVs separados por domínio por Zonas
Tabela 7	Raios equivalentes por Zonas do Município do Rio de Janeiro
Tabela 8	Raios equivalentes por APs do Município do Rio de Janeiro
Tabela 9	Bairros com maior número de PEVs no Município do Rio de Janeiro
Tabela 10	Bairros com maior densidade demográfica no Município do Rio de Janeiro
Tabela 11	Relação de habitantes por postos por zonas no Município do Rio de Janeiro
Tabela 12	Relação de habitantes por postos por APs no Município do Rio de Janeiro
Tabela 13	Entrega diária e Volume diário necessário por zonas no Município do Rio de Janeiro
Tabela 14	Entrega diária e Volume diário necessário por APs no Município do Rio de Janeiro
Tabela 15	Cálculo inverso da proporção de habitantes por posto pela capacidade média do PEV
Tabela 16	Relação entre satisfação dos indivíduos que tem postos em seus bairros com o número de postos mapeados

LISTA DE ABREVIATURAS

ABAL	Associação Brasileira do Alumínio
ABEAÇO	Associação Brasileira de Embalagem de Aço
ABIVIDRO	Associação Brasileira das Indústrias de Vidro
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRALATAS	Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio
ANCAT	Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis
AP	Área de Planejamento
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CNM	Confederação Nacional de Municípios
COMLURB	Companhia Municipal de Limpeza Urbana
CONAMA	Conselho Nacional Do Meio Ambiente
CS	Coleta Seletiva
CTR	Central de Tratamento de Resíduos
ETR	Estação de Transferência de Resíduos
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPA	Grupo Pão de Açúcar
IBA	Indústria Brasileira de Árvores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Avançada
IPP	Instituto Pereira Passos
ISLU	Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana
LEV	Locais de Entrega Voluntária
LR	Logística Reversa
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MNCR	Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis
PE	Polietileno
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PET	Politereftalato de etileno
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PLANARES	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PP	Polipropileno
RJ	Rio de Janeiro
RO	Resíduos Orgânicos
RPC	Resíduo Pós Consumo
RR	Resíduos Recicláveis
RS	Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um desafio para os países ao redor do mundo. Dadas as mudanças de padrão de consumo da população ao longo dos anos, principalmente pós pandemia, o volume gerado de resíduos está em crescimento e as cadeias de gerenciamento têm se deparado com novas dificuldades logísticas. (BRASIL, 2022a; GOUVEIA, 2012; JACOBI et al., 2011; KAZA et. al., 2018).

As consequências socioambientais já são aparentes como a disposição de resíduos em locais inapropriados, a contaminação de corpos d'água e a proliferação de doenças. E essas se fazem presentes principalmente quando os serviços ofertados de saneamento ainda não são universalizados conforme previsto no Marco Legal do Saneamento. (BRASIL, 2022a; GOUVEIA, 2012; SCHUELER et al., 2018).

No Brasil, no ano de 2010, foi promulgada a Lei Federal nº 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi um marco legal para o saneamento, voltado para resíduos sólidos. A PNRS tem como intuito estabelecer responsabilidades, diretrizes e estratégias para controlar a geração e, melhorar as estruturas de coleta, armazenamento e tratamento desses materiais em todo o território nacional. Nela ainda é possível observar que a responsabilidade passa a ser compartilhada entre o público e o privado e o setor promoveu uma integração de trabalhadores coletores informais. (BESEN, G. R. et al., 2014; BRASIL, 2010; LAVNITCK et al., 2018)

A PNRS é vista por pesquisadores como um documento completo, moderno e eficiente, que se compara as estratégias de países desenvolvidos. Apesar disso, suas medidas não foram bem implementadas e passados 12 anos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PLANARES, foi instituído pelo Decreto nº 11.043 de 2022 buscando trazer alguns tópicos à realidade atual brasileira. Nesse documento é incentivada a promoção da reciclagem, programa de crédito de reciclagem, a logística reversa e a participação do setor privado em ações direcionadas à temática de resíduos sólidos urbanos. (BRASIL 2010; BRASIL, 2022a; GODOY, 2013; LAVNITCK et al, 2018)

Os PEVs (ecopontos) ou LEVs, pontos ou lugares de entrega voluntária são estruturas já usadas ao redor do mundo que são administradas por entidades públicas e/ou privadas. Eles devem ser dispostos em locais de fácil acesso e seguros, para facilitar o acesso pela população ao local, possibilitando uma melhora na segregação dos resíduos e uma redução da frota necessária à coleta convencional (CNM, 2015).

Contudo, esses tipos de ações voltadas para melhoria da gestão de resíduos sólidos (RS) são pouco difundidas nos municípios brasileiros, por falta de políticas públicas e planejamento urbanístico. A população, por outro lado, carece de informações sobre a logística de coleta dos resíduos e ações de educação ambiental, promovidas pelo município local. (REIJONEN, H. et al., 2021; SCHUELER et al., 2018)

O município do Rio de Janeiro, possui uma população de 6.211.423 habitantes, e uma expansão demográfica desordenada, principalmente, na zona oeste. Bairros mais recentes, dos quais alguns surgiram de comunidades, carecem de diferentes tipos de serviços, principalmente, de saneamento básico. A complexidade de acesso e a falta de segurança em algumas regiões favorecem o surgimento de locais inapropriados e ilegais para o despejo de resíduos, e dessa forma deixa a cidade longe das metas estabelecidas pelo PLANARES. (BRASIL, 2022a; IBGE, 2022; RIO DE JANEIRO, 2021; SCHUELER et al., 2018; VILLA et al., 2020).

Essas características fazem com que seja cabível pensar em como estão sendo aplicadas as soluções como a implementação de PEVs. Mesmo porque, já é sabido que esse recurso passa a ter papel fundamental direta na malha de coleta seletiva e no planejamento de saneamento quando aplicado efetivamente. (MARSEGLIA et al., 2022; XIAO et al., 2018)

Partindo dessa premissa, este trabalho, buscou mapear e avaliar a efetividade do sistema de pontos de coleta de materiais recicláveis do município do Rio de Janeiro, levando em consideração a disposição dos pontos de entrega voluntária e o entendimento da população sobre sua responsabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a quantidade de pontos de coleta seletiva no município do RJ, levando em consideração a percepção da sociedade sobre o assunto através de um questionário e a disponibilidade de pontos de entrega voluntários.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Localizar os postos de coleta seletiva de RSU por meio de sites e aplicativos destinados ao tema;
2. Avaliar a percepção ambiental de parte da população do município do RJ por meio da aplicação de um questionário, aplicado através de um formulário eletrônico;
3. Entender estratégias de distribuição dos postos de coleta seletiva de RSU no município do Rio de Janeiro, baseado na alocação atual de postos;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo é subdividido em 3 seções para a contextualização do trabalho. A primeira trata de conceitos essenciais à transformação de resíduos sólidos urbanos. A segunda aborda os aspectos da reciclagem nas cidades. E a terceira traz a perspectiva de novos direcionamentos e soluções.

3.1 CONCEITOS GERAIS

3.1.1 Resíduo, lixo e rejeito

O resíduo sólido é definido, segundo a PNRS, como material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder, ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, salvo algumas exceções de fluidos encapsulados. Essa descrição, quando trazida ao cotidiano brasileiro é, muitas vezes, confundida com a de “lixo”. (BRASIL, 2010)

O conjunto chamado de “lixo” varia em procedência, apresentando constituintes bastante diversos, com o volume de produção também variante de acordo com sua origem, com o nível econômico da população e com a natureza das atividades econômicas na área onde é gerado. Pode ser comumente associado a algo sem valor, apesar de que, muitas vezes, compreende muitos materiais que podem ter uma segunda vida, por exemplo por reciclagem, reutilização ou compostagem. (BRAGA et al., 2005; ZANIN et al., 2019)

Já o termo rejeito é definido quando são esgotadas todas as possibilidades de uso, recuperação e tratamento na forma de resíduo, e é, então, direcionado para disposição final. Logo, para esses não há opção a não ser serem levados a um aterro ou à incineração. (BRASIL, 2010)

Apesar da distinção entre os conceitos, ainda se podem observar muitos resíduos sendo encaminhados para aterros, ou, ainda, para lixões. As cadeias de gerenciamento estão com dificuldade de acompanhar a velocidade do aumento no volume de resíduos gerados. (SCHUELER et al., 2018; WORRELL et al., 2014; ZANIN et al., 2009)

Segundo Nascimento et. al. em 2020, a geração de resíduos é um dos grandes problemas deste século que contribui para a produção de lixo crescesse numa escala considerável. Além do peso para poluição do solo e das águas, este aumento desencadeia em problemas de saúde pública. (NASCIMENTO et al., 2020)

A estimativa do relatório “What a Waste 2.0” do World Bank Group do ano de 2018 é que uma geração de 2,01 bilhões de toneladas globais em 2016 chegará a 2,59 bilhões até 2030

(Figura 1), ou seja, teremos um aumento de 29% na quantidade de resíduos gerados. Esse crescimento vem atrelado ao desenvolvimento econômico, o crescimento populacional, a urbanização e a revolução tecnológica que tendem a fortalecer uma sociedade de consumo com estilo de vida diferente (CHEN et al., 2020; GOUVEIA, 2012; SCHUELER et al., 2018).

Figura 1 – Projeção da Geração de Resíduos Globais



Fonte: KAZA et al., 2018

Segundo o IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, contudo, pode ser que o crescimento seja menor que o previsto devido aos reflexos recentes da guerra na Ucrânia, crise pandêmica e os fenômenos inflacionários. Enquanto o crescimento do PIB em 2021 foi de 5,0%, como ano de recuperação da recessão econômica anterior, em seu relatório atual de 2023 se prevê o crescimento econômico para o final do ano de 3,3% e de 2024 para somente 2,0%. (IPEA, 2023)

Ainda assim, sintomas de uma deficiência na gestão de resíduos já são aparentes em municípios ao redor do mundo. É necessária revisão de rotas de coleta, mais investimento em maquinário, estudos de mapeamento e disponibilidade de áreas para novos aterros e locais de acondicionamento temporário. Sem modificações como essas as cidades estão passíveis a sofrer com problemas ambientais e sociais. (KAZA et al., 2018; TEIXEIRA et al., 2004)

3.1.2 Aterro Sanitário e Lixão

Após as etapas de coleta, triagem e armazenamento temporário os rejeitos são destinados a um aterro sanitário. No entanto, a ausência de serviços de coleta de resíduos em alguns locais das cidades, assim como a falta de políticas públicas de saneamento acarretam no descarte inadequado de materiais em locais que não estão preparados para receber esses rejeitos. (BRASIL, 2010; SCHUELER et al., 2018)

Dados do SNIS ainda apontam para um quantitativo considerável do número de lixões no Brasil, cerca de 1.091. Esses locais ultimamente vêm aumentando o quantitativo, em função de ausência de políticas públicas voltadas para o setor de saneamento. O lixão recebe resíduos de forma inadequada e aleatória, não possuindo qualquer tipo de preocupação com os danos socioambientais que são gerados pela sua atividade ilegal. (BRAGA et al., 2005; BRASIL, 2021; GODOY, 2013; SNIS, 201 apud BRASIL, 2019)

Alguns dos problemas ambientais resultantes de um descarte irregular de resíduos podem ser a dispersão do solo e do ar contaminado, a lixiviação e a percolagem do chorume. Áreas próximas a lixões podem apresentar níveis elevados de compostos orgânicos e metais pesados no solo e carga alta de partículas e poluentes atmosféricos devido a queima de lixo ao ar livre ou a incineração sem controle adequado. Também, recursos hídricos próximos podem ser contaminados e o local pode ser foco de vetores transmissores de doenças. (BRASIL, 2021; GOUVEIA, 2009)

Também existem os riscos à saúde para os catadores e população das redondezas dos lixões (Figura 2). Para os recolhedores de materiais, os quais, em sua maioria, não contam com alguma medida de prevenção e segurança ocupacional, existem grandes chances de adquirirem doenças ou enfrentar lesões por acidentes. Já para a população que habita perto desses locais, já se demonstraram riscos aumentados para diversos tipos de doenças e problemas em nascimentos (GOUVEIA, 2012; IPEA, 2013)

Figura 2 – Catador de materiais trabalhando em lixão



Fonte: FRÓES, 2016

Também são muito comuns os intermediários chamados aterros controlados. Eles se baseiam na técnica de confinamento dos resíduos, também utilizada nos aterros, cobrindo-os com uma camada de substrato ao final de cada dia de operação. Geralmente eram lixões e foram transformados. Podem ser considerados como áreas destinadas a acomodar grandes volumes de

resíduos sem, no entanto, possuírem infraestrutura adequada capaz de evitar a maior parte dos danos consequentes desta atividade. (ABNT, 1992b; SISINNO et al., 1996)

Nesse sentido, o aterro sanitário se difere dessas estruturas. Esses são locais projetados e operados de acordo com a legislação vigente local (Figura 3). A área é revestida com concreto e mantas para evitar a poluição das águas subterrâneas com chorume. Ao depositar o lixo na cova, ele é compactado de forma a diminuir o espaço utilizado e, posteriormente, coberto ao final de cada dia de operação para evitar aparecimento de vetores. Podem existir estruturas de tratamento de chorume e gases. E, além disso, estão localizados em áreas programadas e específicas. (ABNT, 1992b; BRAGA et al., 2005; BRASIL, 2021; GODOY, 2013)

Figura 3 – Estrutura de aterro sanitário



Fonte: (IPT, 2000 apud BERTICELLI et al., 2017)

No ano de 2019 no Brasil ainda se encaminhava 53,9% dos resíduos para aterros controlados ou lixões, ou seja, menos da metade, 46,1%, é encaminhado corretamente para aterros preparados. Isso apesar de que o encerramento dos lixões estava determinado para o ano de 2014 segundo a PNRS. (BRASIL, 2010; BRASIL, 2022a)

Ademais, mesmo que todo acondicionamento final aconteça em aterros sanitários bem planejados, ainda existem consequências ambientais e econômicas de se construir uma estrutura para primordialmente armazenar rejeitos. Ao se olhar pela perspectiva da economia circular entende-se que, cada vez menos material seria destinado a esses locais, aumentando seu tempo de vida útil. (JACOBI et al., 2011; NETO, 2019)

3.1.3 Economia Circular

Apesar de não ser um conceito contemporâneo, a economia circular tem recebido atenção crescente nas últimas décadas por diversos especialistas por seu escopo e importância serem latentes nos dias de hoje. Muitos acreditam que a adoção do sistema seria uma solução de longo prazo para a mitigação dos impactos socioambientais gerados pela dificuldade de absorção dos resíduos na cadeia atual, além de permitir crescimento econômico. (SILVA, 2018; CHEN et al., 2020; GUARNIERI, 2020; HALKOS et al., 2016; RHEIN ET AL., 2021)

O sistema funcional atual é descrito como linear, ou seja, uma cadeia onde existe um início e um fim. Nesse esquema, também denominado “berço ao túmulo”, os materiais partem da extração de recursos naturais, são transformados e utilizados e, por fim, são destinados de volta ao meio ambiente. Em um cenário de preços instáveis para commodities e o aumento de demanda para matérias primas buscam-se alternativas. (BRASIL, 2022a; SILVA et al., 2020; SILVA, 2018)

Nesse contexto, ganham mais tração as ações relacionadas à economia circular, que descreve que os resíduos devem entrar novamente nos fluxos de produção como material ou energia incorporada na cadeia produtiva de forma eficiente, reduzindo a extração de recursos naturais, as emissões de GEE, o desperdício, a geração de resíduos e a poluição (Figura 4). A nova expressão “berço ao berço” representa o fechamento de ciclos e o retorno dos resíduos na cadeia produtiva como um recurso. (CHEN et al., 2020; GUARNIERI, 2020; RHEIN et al., 2021; WORRELL et al., 2014)

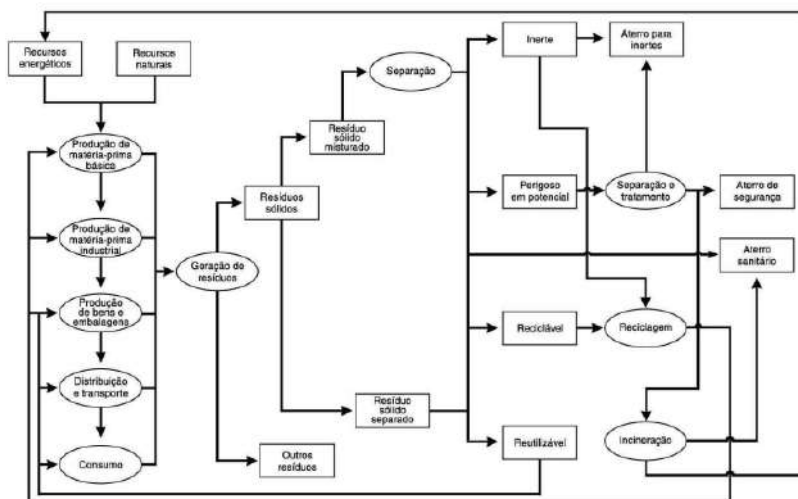
“Em nossa economia atual, pegamos materiais da terra, fabricamos produtos com eles e, eventualmente, os jogamos fora como lixo – o processo é linear. Em uma economia circular, por outro lado, primeiro paramos de produzir resíduo.” (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2023)

Na literatura se repetem as associações da economia circular com os princípios de redução, reutilização e reciclagem. Recursos naturais que são bases da cadeia de produção tem sua extração reduzida em função dos fluxos de retroalimentação das indústrias de produção e processamento. (RHEIN et al., 2021; WORRELL et al., 2014)

Esse modelo de 3Rs já se transformou em 4, 5, 9Rs, dentre outras propostas. Evidenciando assim, também, a necessidade de atuação no início da cadeia onde a demanda por consumo é gerada, trazendo os conceitos como recusar e reimaginar, prolongando as vidas úteis dos materiais e promovendo a substituição do uso de recursos de origem escassa por outros de

fontes renováveis. Ideias relacionadas questionam especificamente sistemas de uso único e embalagens em massa. (APTI, 2021; GUARNIERI, 2020; HEJNA, 2023)

Figura 4 – Fluxograma de circularidade dos resíduos



Fonte: ZANIN et al., 2019

A valorização dos resíduos está intimamente ligada ao engajamento de todos os atores envolvidos na cadeia de suprimentos fazendo deles responsáveis pelo manejo dos resíduos e pela adoção de modelos circulares. No caso do setor de embalagens, por exemplo, pode-se pontuar fornecedores, produtores, recicladores, cooperativas de catadores e o governo. Destaca-se, também o alto grau de cooperação necessário por parte das empresas impulsionadoras de materiais. (RHEIN et al., 2021; XU et al., 2022)

Globalmente, projeções revelam o potencial para maior circularidade na cadeia produtiva no futuro. Para tal, políticas e incentivos fortemente direcionados são necessários para reduzir a geração total de resíduos, bem como aumentar a parcela de resíduos tratados de forma sustentável. No Brasil, ações como essas propõem assegurar a efetiva reciclagem desses resíduos sólidos e visando à destinação ambientalmente adequada dos materiais como sistemas de logística reversa. (BRASIL, 2022a; CHEN et al., 2020)

Apesar de também ser chamada de “lixo zero” ou “zero waste”, as ações da economia circular visam mitigar ao máximo, mas não eliminar, o desperdício ao final do processo. A economia circular não pode garantir desperdício zero. Esta abordagem é focada na eficiência do material, proporcionando resíduos com o mesmo nível de valor econômico, reduzindo o uso de materiais, impactos ambientais e permitindo fácil implementação nas estruturas produtivas existentes. (SILVA, 2018, GUARNIERI, 2020)

Embora a economia circular englobe vários preceitos, a reciclagem tem papel importante na perspectiva de utilização eficiente de recursos. Com o aumento dos custos dos materiais primários e escassez de recursos naturais, a reciclagem permitiu que os resíduos se tornassem matéria prima. Dessa forma, é um método importante de gerenciamento a ser otimizado. (WORRELL et al., 2014)

3.2 RECICLAGEM

Segundo a Resolução 307 do CONAMA de 2002, a reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação. Ela está inserida no final da cadeia de gestão de RS e é hoje percebida como uma de suas peças principais para que se atinja a circularidade. (CONAMA, 2002)

Tentando alcançar esse modelo circular, os países desenvolvidos já mapearam a reciclagem, ilustrada na Figura 5, como um de seus principais métodos de manejo de resíduos. Isso se explica porque a prática é considerada a mais desenvolvida e global para destinação de resíduo sólido, alternativa a enterrá-lo ou incinerá-lo. (European Commission, 2015b apud CHEN et al., 2020; FRANCA et al., 2019; JØRGENSEN, 2019).

Nesse sentido, no Brasil, no ano de 2010, foi promulgada a Lei Federal nº 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que nomeou a reciclagem como uma das principais formas de destinação final ambientalmente adequada de resíduos. Busca, também, com medidas alavancar a toda a indústria da reciclagem, fomentando o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados. (BRASIL, 2010; LAVNITCK et al, 2018)

Em seu Pacote de Economia Circular a Comissão Europeia apontou metas de ter o mínimo de 65% dos resíduos reciclados e máximo de 10% sendo direcionados aos aterros até o final de 2030 (European Commission, 2015b apud CHEN et al., 2020; FRANCA et al., 2019).

Figura 5 – Moagem de plástico para reciclagem



Fonte: WAREHOUSE PLASTICS, 2023

A atividade tem e já teve grande papel na redução do impacto ambiental da indústria de bens de consumo. A recuperação de matérias primas resulta na diminuição da frequência de extração de materiais do meio ambiente e ter uma destinação correta evita com que resíduos acabem em lixões, onde causariam problemas para a fauna, flora e população locais. Ela vem sendo aplicada desde as sociedades históricas como meio de conservação de recursos por tal. (CHANDRAPPA et al., 2012; WORRELL et al., 2014)

Além disso, muito vem se falando sobre o reconhecimento dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis como um recurso econômico com valor social que pode criar empregos, fonte de renda e promover a cidadania. Um exemplo disso são os créditos de carbono recentemente estabelecidos dentro do PLANARES e a formalização dos catadores. (BRASIL, 2022a; FRANCA et al., 2019)

Porém, não somente os governos estão se mobilizando, com o aumento da conscientização ambiental por parte da população, empresas estão desafiando seus fornecedores para lançar produtos mais sustentáveis. A utilização de RPC, Resíduo Pós Consumo, tem sido um grande foco. (GATT et al., 2022; RHEIN ET AL., 2021)

Cabe mencionar que nem todo resíduo é reciclável. O tratamento de cada um se dá em indústrias de reciclagem que tem maquinário específico que modificam os materiais de forma a transformá-los em matéria prima vendável novamente. Além disso, objetos de cada tipo devem ser agrupados em grandes volumes para que sejam vendidos à essas fábricas e o processo seja viável economicamente. (GUILTINAN J. et al, 2007; WORRELL et al., 2014)

Dada sua composição, o resíduo pode necessitar de tratamentos físicos ou químicos. As vezes precisam ser limpos de materiais agregados e contaminantes, clarificados ou até misturados a outros materiais para criar algo novo. Todo esse processo pode demandar energia e recursos, por isso também é importante cortar a maior quantidade de custos nas etapas anteriores. (CHANDRAPPA et al., 2012; MARSEGLIA et al., 2022)

Há também de se considerar que resíduos orgânicos são considerados resíduos recicláveis, porém a esses se dá o nome de “úmidos”. A compostagem é vista, também, como um processo de reciclagem. Contudo, é importante que esses não sejam misturados, para não haver contaminação. (BRASIL, 2022a; MMA, 2023a)

3.2.1 Resíduos recicláveis secos

De modo geral os resíduos recicláveis secos são separados em 4 categorias pelo CONAMA, na sua Resolução 275 de 2001. Nela, ainda são representados por diferentes cores: papel e papelão, cor azul, plásticos, cor vermelha, vidros, cor verde, e metais, cor amarela (Figura 6) (CONAMA, 2001).

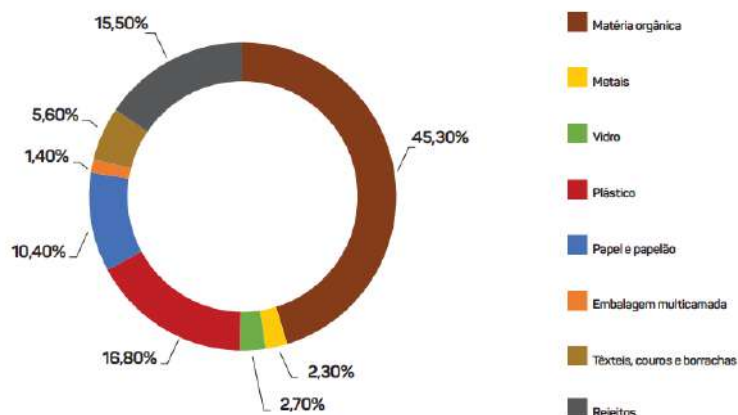
Figura 6 – Cores de cada resíduo pela resolução do CONAMA



Fonte: I9 CONSULTORIA, 2023

Dada a complexidade de cada processo de tratamento e de coleção, hoje os resíduos são gerados e reciclados em diferentes taxas no Brasil e no mundo. De acordo com o mais recente PLANARES, hoje os tipos de resíduos recicláveis secos gerados em maior volume no Brasil são plásticos (16,8%), seguidos por papel e papelão (10,4%), vidros (2,7%) e metais (2,3%) (Figura 7).

Figura 7 – Geração de resíduos sólidos por tipo no Brasil



Fonte: BRASIL, 2022a

As taxas de reciclabilidade, no entanto, não acompanham essa ordem (Tabela 1). Segundo o mesmo relatório observa-se que os resíduos mais reciclados tendem a ser metais ou papel/papelão, por exemplo. Isso porque cada material tem sua composição, seu processo de reciclagem, condição de coleta e preço de revenda. (WORRELL et al., 2014)

Tabela 1 – Índice de reciclagem por material

Resíduos Recicláveis de Embalagens	Índice de Reciclagem	Ano-base	Referência
Latas de Aço	47,10%	2019	Abeaço
Latas de Alumínio	97,40%	2020	Abralatas/Abal
Papel/Papelão	66,90%	2019	Ibá
Embalagem multicamada	42,70%	2020	Cempre/TetraPak
Plástico	22,10%	2018	Abiplast
Vidro	25,80%	2018	Abividro

Fonte: BRASIL, 2022a

3.2.1.1 Plásticos

São materiais constituídos de cadeias poliméricas que são utilizados no mercado em diversas aplicações por conta de sua adaptabilidade mecânica e baixo custo. Com diversos polímeros e mesclas já identificadas, encontrar o plástico ideal para cada cenário se torna mais fácil com o avanço da tecnologia. (ZANIN et al., 2019)

Sua implementação se deu de forma rápida desde sua descoberta, em 1930, uma vez que carregam algumas propriedades como flexibilidade, leveza e resistência a quebra que se mostram muito importantes para a distribuição. No entanto, provindo majoritariamente da indústria petrolífera e não biodegradável, hoje, no Brasil, o resíduo consta como o resíduo

reciclável mais gerado e no mundo como o segundo mais gerado, o que levanta certa problemática. (GATT et al., 2022; KAZA et. al., 2018; WORRELL et al., 2014)

Inicialmente, é importante apontar que nem todo plástico é reciclável. Os polímeros podem se dividir em termoplásticos e termorrígidos, os primeiros são recicláveis, permitem ser moldados e remoldados diversas vezes, enquanto os segundos não. Exemplos de plásticos não recicláveis são o poliuretano (PU), poliacetato de etileno vinil (EVA) e poliéster. (GONÇALVES, 2021; SOARES et al., 2013)

Para além disso, nem todo plástico é reciclado de forma conjunta e igual. Eis a origem do sistema global de categorias de reciclagem denominado Código de Identificação de Resina (RIC, em inglês), que foi configurado pela Associação da Indústria de Plásticos para categorizar os diferentes plásticos comumente disponíveis (Figura 8). (GATT et al., 2022)

Figura 8 – Tipos de plástico de acordo com RIC

1	2	3	4	5	6	7
PET	PEAD	PVC	PEBD	PP	PS	OUTROS
POLITEREFTALATO DE ETILENO	POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE	CLORUETO DE VINILA	POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE	POLIPROPILENO	POLIESTIRENO	OUTROS PLÁSTICOS INCLUINDO ACRÍLICO, POLICARBONATO, FIBRAS POLIATÁIS, NYLON E FIBRA DE VIDRO
BARRAFAS DE REFRIGERANTE E ÁGUA, BOMBAS DE SUCCO E ÓLEO DE COZINHA	EMBALAGENS DE LÍQUIDOS, LÍQUIDOS DE LIMPEZA E LAVANDERIA, ÁGUA SANITÁRIA, XAMPUE, SABONETES LÍQUIDOS	BANDEJAS PARA UOVES, FRUTAS, PLÁSTICO SOLAR E FILMES PARA ALIMENTOS	BARRAFAS, SACOLAS DE SUPERMERCADO, SACOS RESISTENTES E AMBROS CARTELOS, FILMES	MÓVEIS, CONSUMÍVEIS, MALAS DE VIAGEM, BRINQUETES E DETALHES INTERNOS E EXTERNOS DE CARROS	BRINQUETES, EMALAGENS DUPLAS, BANDEJAS DE REFRIGERADORES, JOIAS PARA FANTASMAS, FIBRAS CASSETES, CANNAS DE CIGARRO E CIGARROS DESCARTÁVEIS	OUTROS PLÁSTICOS INCLUINDO ACRÍLICO, POLICARBONATO, FIBRAS POLIATÁIS, NYLON E FIBRA DE VIDRO
						

Fonte: Traduzida de RAI, 2014

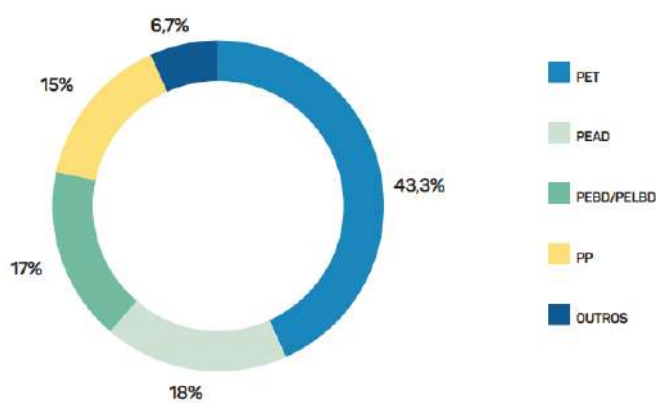
A classificação existe para auxiliar a separação dos diferentes tipos de plástico pois esses possuem diferentes propriedades óticas (transparência, translucidez e opacidade), mecânicas (rigidez e resistência ao impacto), de densidade (flutuação ou decantação na água) e de queima (cor da chama, odor da fumaça etc.). Logo, é necessário que cada tipo tenha sua cadeia específica de reciclagem. (ZANIN et al., 2019)

Segundo associações de catadores as segregações mais utilizadas para plásticos são PEAD colorido, PEAD branco, PEBD cristal, PEBD colorido, PP rígido, PP filme, PET, PET óleo e PS e PVC por serem os materiais mais comercializados pelas associações. A escolha se

deve ao fato de disporem dos dados necessários para realização deste trabalho. (MASSI et al., 2019)

De acordo com o PLANARES em 2022, o PET tem a maior contribuição dentre todo volume de plástico reciclado, 44%, logo em seguida vem o PEAD, 18%, PEBD, 17% e PP, 15%. Isso se explica pela alta oferta no mercado de PET, uma vez que ele e o PEAD são bem aceitos em centros de reciclagem (Figura 9).

Figura 9 – Reciclagem de plástico por tipo de material

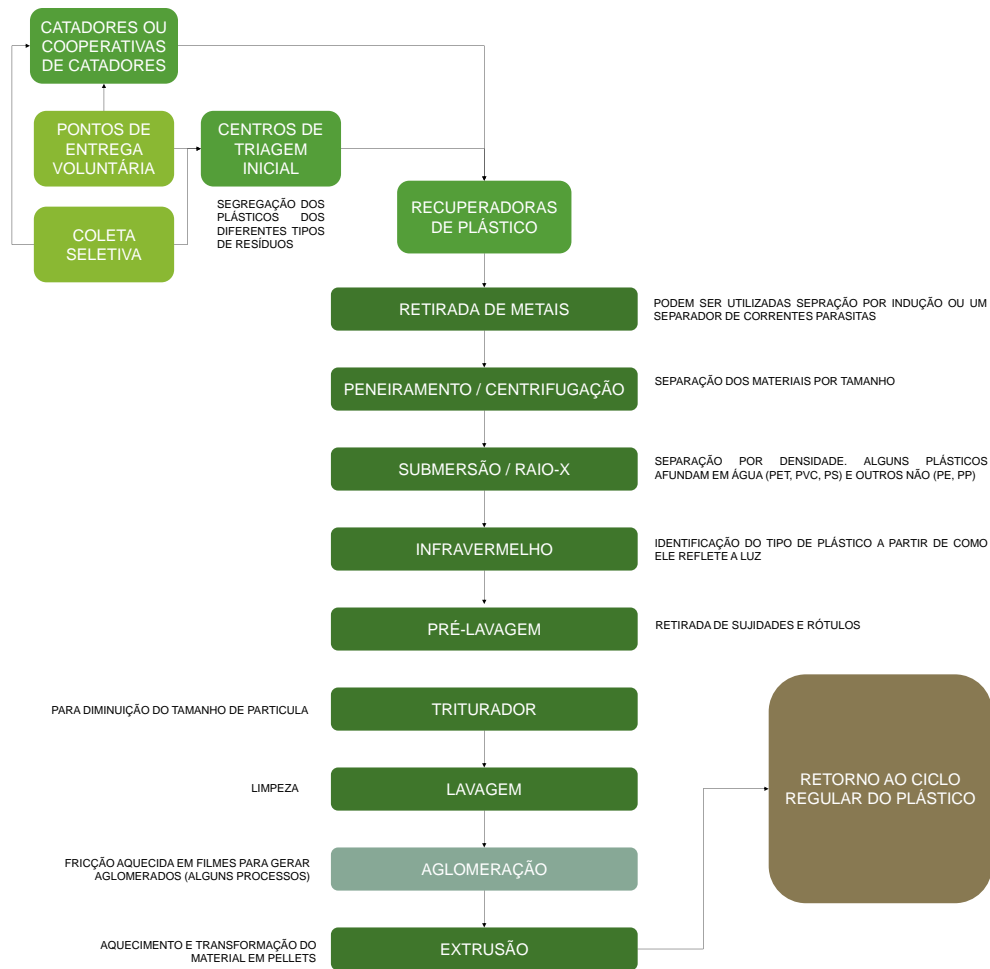


Fonte: BRASIL, 2022a

Já o PVC e o PS não são comumente reciclados. O primeiro muito devido ao gás cloro, altamente tóxico, que é liberado mediante seu aquecimento. O segundo encontra dificuldades no processo de reciclagem devido à sua baixa densidade, que acarreta em pouco peso de plástico por volume coletado. (OCEANWORKS, 2023, ARTHUZ-LÓPEZ et al., 2019)

Existem duas principais formas de reciclagem de plástico a mecânica e a química. A primeira é a mais utilizada, recupera o plástico em um processo de reaquecimento, no entanto, o plástico acaba perdendo um pouco das suas propriedades iniciais (Figura 10). (ZANIN et al., 2019; WORRELL et al., 2014)

Figura 10 – Ciclo de reciclagem do plástico



Fonte: Elaboração Própria com base em WORRELL et al., 2014

Já a segunda, despolimeriza controladamente o material e repolimeriza novamente. Ela vem sendo gradativamente mais aplicada porque recupera um produto com mais integridade, contudo, ainda não é empregada globalmente devido a seu custo mais alto. (WORRELL et al., 2014; ZANIN et al., 2019)

Em questão de aplicação, o mercado, impulsionado pela crescente relevância do posicionamento de sustentabilidade, vem agregando mais plástico reciclado em suas embalagens ou focando em tipos que poderão ser reciclados posteriormente. Pepsico, Danone e L’Oréal são exemplos de empresas que colocaram metas voltadas especificamente para essa evolução. (GATT et al., 2022; RHEIN ET AL., 2021)

Também está muito em discussão a utilização de plástico reciclado na indústria de construção civil junto ao concreto ou a aplicação do material em compósitos. Agregados de plástico pós-consumo provaram substituir agregados convencionais de concreto de forma bem-

sucedida e existem diversos estudos focando em compósitos de plástico reciclado e madeira. (GANDARA et al., 2017; SIDDIQUE et al., 2008; SOMMERHUBER et al., 2016)

3.2.1.2 Papel/Papelão

Papel e papelão são estruturas produzidas a partir celulose, provinda extração de árvores. São materiais amplamente utilizados em indústrias de setores variados como alimentício, cosmético, de higiene e limpeza, além de ser o material mais utilizado para produção de caixas para transportar diversos produtos. Como consequência, segundo o relatório What a Waste 2.0 o material consta como resíduo reciclável mais gerado no mundo com 17% dos resíduos gerais. (KAZA et al., 2018; WORRELL et al., 2014)

Uma das vantagens de se utilizar papel é a biodegradabilidade do material, uma vez que tem a capacidade de se decompor dentro de 6 meses. O fato do material ser produzido a partir de fontes renováveis e, por tal, ter uma pegada de carbono menor, também tem grande influência na hora de optarem por ele. (LANDIM et al., 2016)

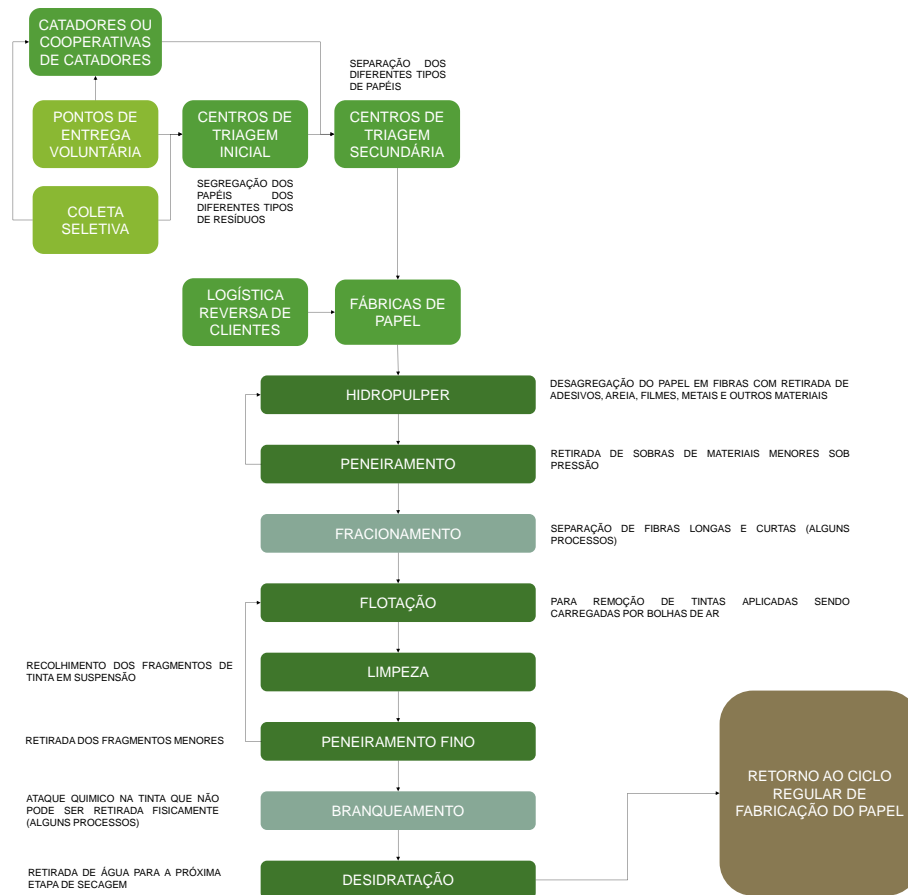
Hoje, ainda, existe grande debate sobre se a indústria papelreira é responsável pelo desflorestamento de vegetação nativa e impactos ambientais negativos devido ao alto consumo de água e energia. Também por essa razão, muitas empresas do ramo têm se mobilizado em volta de diversas iniciativas de sustentabilidade. (CANCIANO et al., 2021)

Um dos principais focos da indústria é para obter a certificação FSC®, *Forest Stewardship Council*, identificação de produtos produzidos a partir de matéria prima reflorestada. Para além disso, o uso de aparas em seus processos e resíduos pós-consumo para produção de novos materiais é prática antiga que vem se intensificando. (IBÁ, 2023 MACEDO et al., 1995)

De acordo com a IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores, conglomerado de empresas e entidades cujos processos operem em volta da industrialização de produtos provindos de árvores, o setor está focado em contribuir para a meta governamental de diminuir em 45% a fração seca destes tipos de resíduos dispostos em aterros.

Em relação ao índice de reciclagem desse material é importante destacar que ele consta no PLANARES como um dos maiores com 66,9% dos resíduos reciclados. Apesar disso, fabricantes salientam que a maior parte do material encaminhado à indústria do segmento para produção de material reciclado é por meio do trabalho dos aparistas, ou seja, não necessariamente pós consumo final. (IBA, 2023)

Figura 11 – Ciclo de reciclagem do papel/papelão



Fonte: Elaboração Própria com base em IBÁ, 2023, VEGA; 2023 e WORRELL et al., 2014

O processo de reciclagem do papel é ilustrado genericamente na figura a acima (Figura 11). Se aprofundando um pouco mais no dia a dia industrial, no entanto, se percebe que o fluxo é alterado dependendo do produto final a ser produzido.

Para produção de caixas de papelão, por exemplo, não é utilizada a etapa de branqueamento, enquanto que, para a produção de papel para impressão, a seleção de materiais ocorre de maneira mais fina, logo não é necessária a etapa de fracionamento. Como o processo de branqueamento e limpeza do papel atualmente é o mais custoso, é de consequência que hoje o maior uso de resíduo reciclável seja em caixas de embarque, que tem coloração mais escura. (WORRELL et al., 2014)

Além das tintas, todos os outros agregados a embalagens como filmes, por exemplo, precisam ser retirados em parte do processo. É de conhecimento, contudo, que todo processo industrial não é perfeito, logo, para chegar em uma matéria prima final de melhor qualidade é necessário evitar a seleção de resíduos com combinação de materiais. (WORRELL et al., 2014)

3.2.1.3 Metais

Os metais são materiais distintamente úteis em virtude de sua tenacidade à fratura, condutividade térmica e elétrica e desempenho em altas temperaturas, entre outras propriedades. São empregados em uma ampla gama de aplicações em áreas como máquinas, energia, transporte, construção e construção, informações, tecnologia e eletrodomésticos. (GRAEDEL et al., 2011)

Uma grande discussão em volta da utilização de metais está na mineração. De modo geral, pode-se afirmar que a mineração é uma das atividades que mais causam desmatamento e poluição ambiental. Dentre outros impactos pode-se citar perdas na biodiversidade, na fertilidade natural do solo e na interferência nos recursos hídricos. (RIBEIRO et al., 2019)

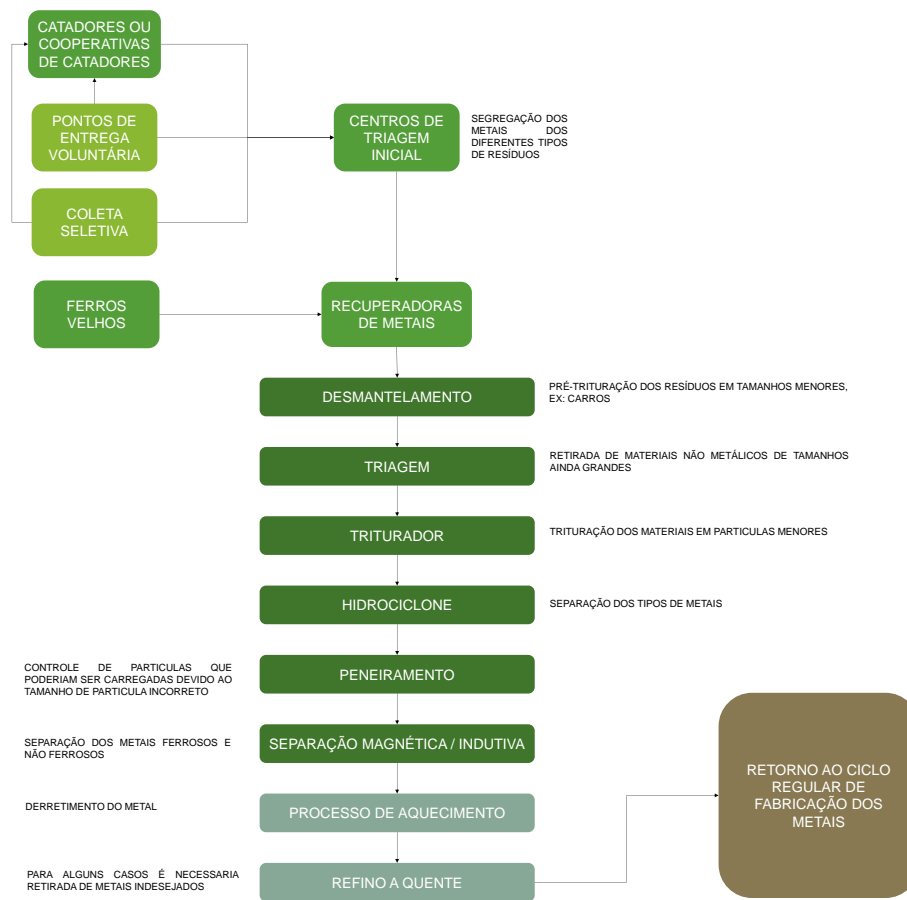
Apesar disso, são aplicados geralmente em produtos de longa vida útil e, por seu custo mais elevado de produção, tem sua reciclagem mais incentivada. O processo já provou ser economicamente superior além de permitir a economia de matérias primas e possibilitar a diminuição de rejeitos utilizados na lavra e no processamento de minerais (ABEAÇO, 2023; LANDIM et al., 2016; PADILHA, 2006)

Esses materiais podem ser inerentemente reciclados quando puros e, por sua facilidade, foram um dos primeiros materiais a serem reciclados. No Brasil, por exemplo, de acordo com a ABAL, 100% das latas de alumínio foram recicladas em 2022, muito por conta da participação de catadores que circulam os resíduos incentivados pelo bom preço de mercado. (ABAL, 2023; ABRALATAS; 2017; WORRELL et al., 2014)

Porém, outros metais como o aço e o ferro que são muito reciclados no resto do mundo ainda encontram dificuldades nas redes de coleta brasileiras. De acordo com a ABEAÇO somente 47,1% das latas de aço foram recicladas em 2019 no Brasil. Isso se dá por conta da baixa rotatividade dos resíduos, do baixo preço comercial do resíduo e volume produzido internamente. (ABEAÇO, 2023; JUNIOR, 2013)

A Figura 12 demonstra um fluxo genérico de reciclagem de metais. Nele se vê as etapas básicas de separação para metais como ferro, cobre e zinco. Outros metais como chumbo, manganês e metais raros necessitam tratamento especial por conta de sua natureza ou aplicação, como em eletrônicos. (GRAEDEL et al., 2011)

Figura 12 – Ciclo de reciclagem dos metais



Fonte: Elaboração Própria com base em WORRELL et al., 2014 e MSWSORTING, 2023

A separação por tipo dos metais ferrosos e não ferrosos também é uma parte primordial do processo. Essa é essencial para a manutenção das propriedades básicas de cada material no final do processo. (WORRELL et al., 2014)

Dito isso, hoje existe uma pluralidade de combinações entre metais, além de aplicações junto a outros materiais, o que complexifica o processo necessitando de etapas extras de separação. (IZATT et al., 2014)

3.2.1.4 Vidros

O vidro é um dos primeiros materiais sintéticos constituídos de óxidos de sílica, de cálcio e de sódio. O material teve papel instrumental em muitos avanços da ciência e da tecnologia por sua transparência, resistência a altas temperaturas, impermeabilidade a gases e vapor e durabilidade. (PADILHA, 2006)

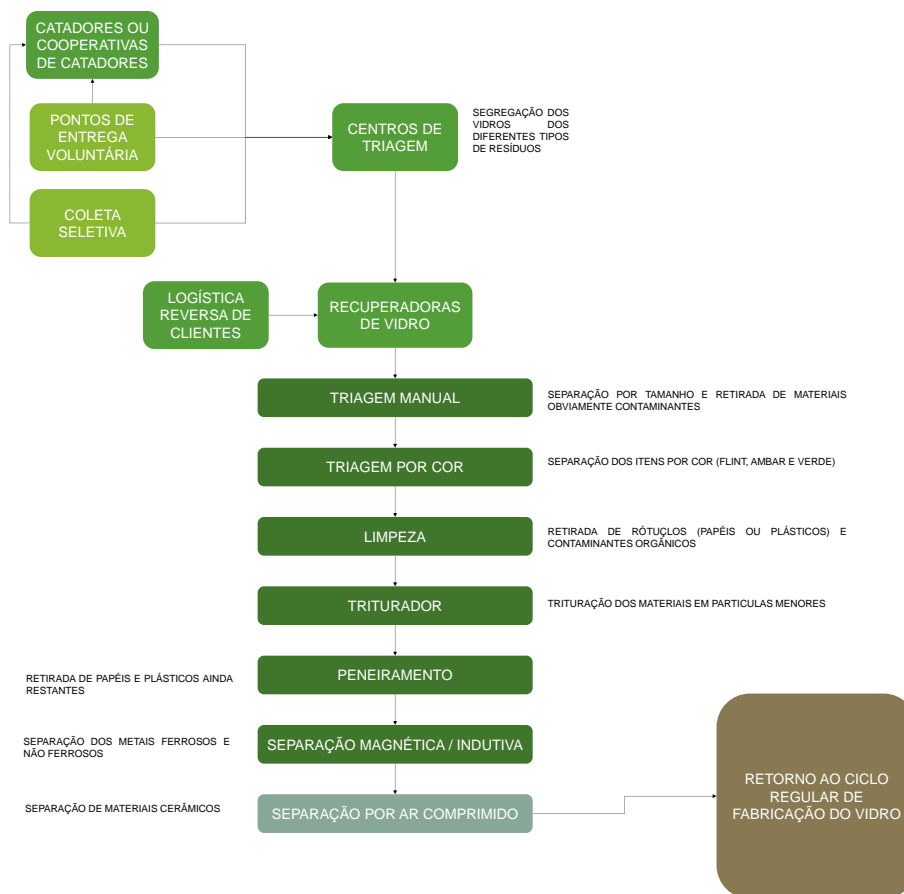
Dada sua rigidez, força e característica inerte, o reuso é uma das maiores aplicações do vidro desde a antiguidade, enquanto, a reciclagem de larga escala foi implementada mais recentemente, e vem crescendo. Nesse processo, o vidro é um dos poucos materiais que pode reproduzir artigos com as mesmas características do material original. (LANDIM et al., 2016; WORRELL et al., 2014)

Além desse benefício, a reciclagem do vidro é vista como uma ótima oportunidade, apesar das matérias primas abrangentes, pela economia energética do processo. É apontada, também, a redução drástica da emissão de CO₂ quando comparada ao processo regular. (ABIVIDRO, 2023)

O vidro, no entanto, é um material pesado, frágil, volumoso e com baixo custo comercial, características que influenciam na participação dos catadores na coleção desse. Além disso, as indústrias vidreiras se encontram pontualmente distribuídas no Brasil especificamente o que acarreta em altos custos de transporte de um material que já é pouco valorizado em comparação com outros recicláveis. (DINIZ et al., 2023)

Isso ajuda a explicar o índice relativamente baixo de reciclagem do material em relação aos demais recicláveis, com um índice de 25,8% em 2018 no Brasil segundo a ABIVIDRO. Ademais, de acordo com o relatório Ciclossoft da CEMPRE, quase 25% das organizações de catadores não comercializam o vidro. Apesar disso, o processo é relativamente simples de tratamento do resíduo, como descrito na Figura 13. (BRASIL, 2022a; CEMPRE, 2023)

Figura 13 – Ciclo de reciclagem dos vidros



Fonte: Elaboração Própria com base em ABIVIDRO, 2019, WORRELL et al., 2014 e SOARES, 2018

Um fluxo genérico de reciclagem de vidro é apresentado na figura acima (Figura 13). Nele se vê as etapas básicas de separação como triagem por cor, limpeza, moagem e peneiramento. Uma vez que o vidro foi separado, o retorno ao ciclo significa reaquescê-lo em uma mistura com material virgem para obter um novo produto. (SOARES, 2018)

É importante ter em mente que vidros de diferentes colorações devem ser reciclados entre si. Exemplos muito utilizados são os frascos “flint” (transparentes), ambares e verdes que devem ser separados antes de levados ao forno para não impactarem a coloração do produto final. (SOARES, 2018)

Existem também tipos de vidros que não são geralmente reciclados, são exemplos desses os vidros temperados, que perdem suas propriedades ao serem reciclados, espelhos, vidros constituintes de lâmpadas, dentre outros. Esses devem ser segregados como contaminantes durante o processo de recuperação. (ESCOLA POLITÉCNICA, 2010)

Mesmo com os benefícios trazidos pela reciclagem, um dos maiores ganhos ambientais da utilização do vidro é na vertente do reuso. Seja doméstico ou implementando sistemas de logística reversa, que tem exemplos bem-sucedidos no setor alimentício, a opção mais

ambientalmente favorável é a de não se ter embalagens de consumo único. (DINIZ et al. 2023; WORRELL et al., 2014)

3.2.2 Compostagem

A compostagem e a biodigestão (com ou sem conversão energética) são as tecnologias mais recomendadas mundialmente para a reciclagem dos resíduos de origem orgânica não putrecível. São técnicas que tratam o passivo ambiental por meio de decomposição do resíduo com uso de microrganismos e posterior transformação em adubo. Por isso são consideradas paliativos para o modelo agrícola atual. (OLIVEIRA et al., 2004; ZAGO, 2019)

A diferença entre elas sendo que o processo de compostagem é aeróbio enquanto o processo de biodigestão é anaeróbio. Por consequência o primeiro tem a vantagem de ser menos custoso e de mais fácil manutenção, enquanto o segundo tem a vantagem de gerar biogás como subproduto. (PIRES, 2017; ZAGO, 2019)

Além delas ainda existe a possibilidade de somente aproveitar energeticamente a matéria prima orgânica pela forma de incineração. Processo esse que gera menos benefícios ambientais a longo prazo devido a emissão de gases, mas que é eficiente em questão de gerenciamento e é fonte de energia para países que não tem disponibilidade de energia renovável. (KAZA et. al., 2018)

A alternativa mais sugerida no PLANARES, no entanto, é a compostagem. Ela é definida formalmente como processo de decomposição biológica, aeróbica e termofílica, controlado e manejado, de degradação dos resíduos orgânicos, que resulta em um produto orgânico mais estável, química e biologicamente. (BRASIL, 2022a; CONAMA, 2017; EPSTEIN, 1997)

É dado esse nome ao processo uma vez que é caracterizado pelo amontoamento dos resíduos. As pilhas de resíduos são elaboradas com diferentes camadas de materiais orgânicos, que são decompostos por fungos e bactérias, ao longo de um tempo de maturação. Assim também, tem-se que a composição do composto orgânico, principalmente C/N, depende da natureza da matriz empregada. (OLIVEIRA et al., 2004)

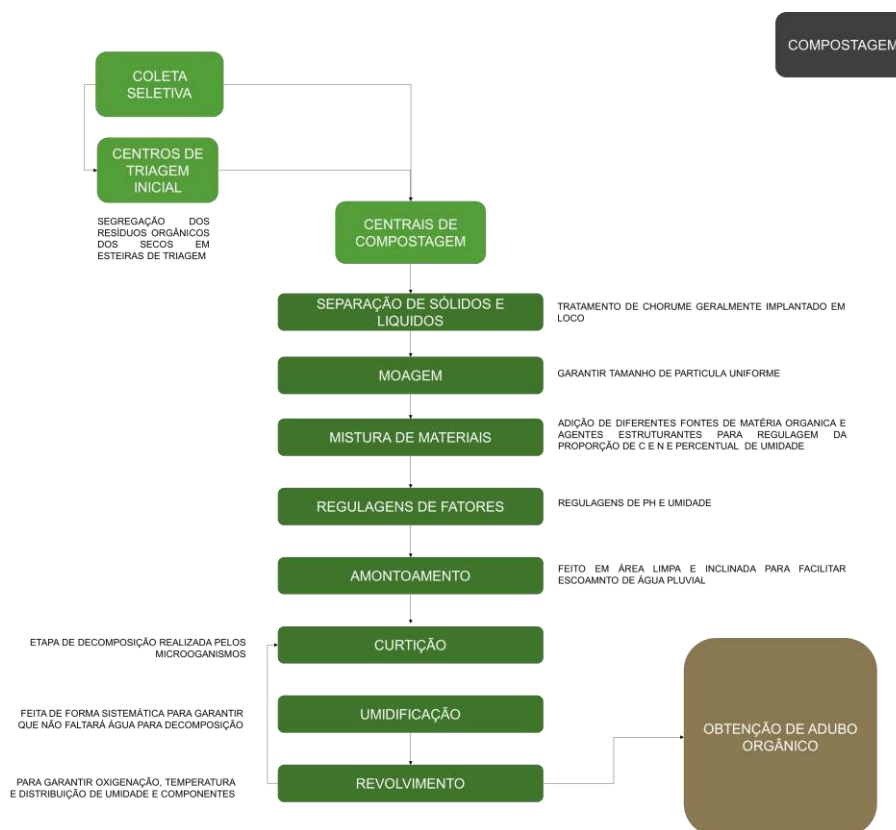
A compostagem de resíduos agrícolas de resíduos sólidos urbanos tem uma longa história e é comumente empregada para retornar matéria orgânica de volta ao solo para mantendo sua fertilidade. O processo permite a conversão de nitrogênio da forma de amônia instável para formas orgânicas estáveis e penetráveis no solo, além de melhorar outras propriedades da terra. (IMBEAH, 1998)

A maior parte dos resíduos gerados no mundo são de origem orgânica (56%, aproximadamente). Ainda assim, milhões de toneladas de resíduos orgânicos são dispostas diariamente de maneira a não se aproveitar seu potencial econômico, ambiental e social. A tendência mundial é da identificação das oportunidades geradas pelo aproveitamento completo do resíduo. (KAZA et. al., 2018)

É importante discriminar que nem todos os resíduos orgânicos são passíveis de compostagem, como madeira tratada, borracha e couro, por exemplo. Já um dos resíduos secos mais gerados pode ser compostado, o papel, no entanto esse não pode ter resíduo de impressão. (SIQUEIRA, 2015)

O método em si consiste em uma aceleração da decomposição aeróbica dos resíduos orgânicos por populações microbianas. Logo, é caracterizado por períodos de maturação com controles de variáveis como umidade, temperatura e concentração de oxigênio, teor de nutrientes (carbono e nitrogênio), tamanho de partícula e compactação, ilustrado na Figura 14. (IMBEAH, 1998; OLIVEIRA et al., 2004)

Figura 14 – Ciclo de compostagem



Fonte: Elaboração Própria (OLIVEIRA et al., 2004; EPSTEIN, 1997)

O material a ser compostado não pode ser muito úmido, devido a dificuldade de permeação do oxigênio, o que pode levar a anaerobiose e a emissão de metano. Além disso, não pode ter fontes excessivas de nitrogênio, que causam mau cheiro e leva a lixiviação de nitrato. Assim, o indicado é usar um agente estruturante como palha, serragem, turfa ou até resíduos de madeira e papel, e principalmente, uma correta proporção dos teores de carbono e nitrogênio. (EPSTEIN, 1997)

Com relação a temperatura, esta variável deve está situada entre 50°C e 60°C. O valor de pH deve se manter por volta de 8,0. A pilha deve ser umidificada e revolvida rotineiramente para evitar a compactação do sistema. Esses ajustes são necessários para o controle de patógenos, evitando a proliferação de doenças. (EPSTEIN, 1997; OLIVEIRA et al., 2004)

No Brasil, a PNRS explicita que cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos dos municípios e do Distrito Federal “implantar o sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido”. (BRASIL, 2010)

No PLANARES, esses tipos de resíduos são classificados como “ÚMIDOS” e tem indicação de coleta seletiva discriminada. Esses, além de terem origem nos resíduos domiciliares do país, também tem origens comerciais, de serviços e resíduos de poda e varrição provenientes de limpeza pública. (BRASIL, 2022a; RIO DE JANEIRO, 2021)

A falta de separação na fonte e a coleta seletiva para esse tipo de resíduos reduz significativamente a possibilidade de reciclagem tanto dos secos quanto dos úmidos. Além disso, a mistura com recicláveis secos reduz a qualidade do composto produzido, contaminando-o com metais pesados e resíduos inertes, reduzindo o lucro da operação. (ZAGO, 2019)

Políticas do governo federal e estadual buscam incentivar a regionalização da gestão de resíduos retomando a ideia das grandes usinas de compostagem, mas há um grande distanciamento entre o ordenamento jurídico e a realidade nacional em relação à gestão de resíduos no país, especialmente para a fração orgânica. Grandes centros de compostagem possuem histórico de abandono no Brasil. (ZAGO, 2019)

Olhando para alternativas, estão sendo estudados modelos descentralizados, de menor escala que servem núcleos menores de pessoas, tornando os pontos de compostagem parte do cotidiano dos habitantes. (SIQUEIRA, 2015)

3.2.3 Rota para Reciclagem

O sistema de gerenciamento de resíduos regular atual é focado em prover serviços de coleta para domicílios, indústrias e comerciantes. Porém, como visto até esse ponto, fica evidente a necessidade de uma logística específica para os materiais recicláveis. (MARSEGLIA et al., 2022)

A população, as empresas coletadoras, cooperativas de catadores, fornecedores, produtores, recicladores e o governo devem trabalhar em responsabilidade compartilhada, conforme a PNRS, para que os resíduos recicláveis possam alimentar a cadeia do setor, e incrementar os índices de reciclagem no Brasil. O fluxo é exemplificado na Figura 15. (BRASIL, 2022a; GUARNIERI, 2020)

Figura 15 – Desenho do fluxo do Sistema de Logística Reversa de Recicláveis e os principais elos para descarte e destinação de embalagens em geral



Fonte: Relatório de Acordo Setorial adaptado CEMPRE, 2017

Os resíduos devem ser bem segregados ao percorrer diversas etapas, desde a etapa de geração do resíduo, acondicionamento, coleta ou entrega, armazenamento, triagem e a posterior venda. (MARSEGLIA et al., 2022)

A cadeia se dá início com a geração de resíduos que pode ser impactada por diversos fatores como poder aquisitivo, nível de urbanização e tamanho da população. Por isso, o conceito de economia circular prioriza a autorreflexão da necessidade do consumo, reduzindo o impacto nos recursos naturais. (BRASIL, 2010; SCHUELER et al., 2018; SILVA, 2018; KAZA et al., 2018)

Já a classificação e segregação são estratégias básicas para a gestão dos RS e consistem em dividir os resíduos em recipientes separados. No entanto, a forma como conceber o seu sistema de gestão de classificação pode variar para diferentes países ou regiões pois depende

das suas situações práticas. Já a separação fica a cargo do gerador do resíduo. (BRASIL, 2010; NIE, 2018)

A coleta seletiva é um dos métodos adotados da logística de recolhimento dos materiais para reciclagem. É definida pela COMLURB, empresa atuante na gestão de resíduos do Rio de Janeiro, como “recolhimento dos materiais potencialmente recicláveis – papel, plástico, vidro e metal, previamente separados nas residências ou fontes geradoras”. (COMLURB, 2023a; VAROTTO, A. et al., 2017)

Assim como a coleta porta-a-porta, os resíduos também podem ser entregues pelos geradores em PEVs, pontos de entrega voluntária ou Ecopontos. Esses são locais de acondicionamento temporário de tamanho variável, podem ser grandes containers ou coletores de rua. Seus gestores ficam responsáveis pela destinação final dos resíduos. (CEMPRE, 2017)

A triagem é o processo de separação dos diferentes tipos de materiais recicláveis destinados como matéria-prima para a indústria de reciclagem, de outros materiais com eventuais impurezas ou materiais não recicláveis. É realizada pelas cooperativas de catadores, prioritariamente aquelas apoiadas pelos fabricantes e importadores de produtos comercializados em embalagens, pelas centrais de triagem ou unidades equivalentes. (CEMPRE, 2017)

Aparistas ou sucateiros legalizados recebem os resíduos dos PEV ou das cooperativas e associações de catadores para acúmulo e adequação de cargas para encaminhamento à indústria recicladora onde será processada a matéria-prima reciclada a fim de compor novos produtos. (CEMPRE, 2017)

Os materiais são então vendidos para empresas especializadas, onde o resíduo reciclável é transformado em matéria-prima. O preço é uma importante consideração nessa etapa, ele vai regular a remuneração dos agentes envolvidos e estimular a cadeia. Ele impacta especialmente catadores individuais, que estão em posição de maior vulnerabilidade. (RECICLA SAMPA, 2022; O GLOBO, 2023)

3.2.3.1 Segregação e o Papel do Cidadão

A segregação consiste na separação dos resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos, buscando formas de acondicioná-lo adequadamente. Logo, resíduos perigosos ou não, recicláveis ou não, devem ser segregados na condição de geração. (ABNT, 1990; ABNT, 1992; ABNT, 2004; CLOCK et al., 2017)

Estabelecida pela PNRS, a responsabilidade de segregação dos resíduos é do gerador. Dentre as atividades do seu papel estão as de acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução, sempre que a coleta estiver disponível. (BRASIL, 2010; BRASIL, 2022a)

O papel da população é fundamental, visto que este se dá no início da cadeia de gerenciamento. Como essa cadeia pode ser entendida como um conjunto de ações e atuações, essa atividade influencia diretamente o final do fluxo e, assim, a destinação correta dos resíduos e o aumento dos índices de reciclagem no país. (BRASIL, 2022a; NASCIMENTO et al., 2020; VAROTTO, A. et al., 2017)

A segregação é fundamental pois resíduos úmidos podem contaminar resíduos recicláveis, encarecendo ou impossibilitando o processo de reciclagem, ou até mesmo atraindo vetores para os locais de acondicionamento desses materiais. Por isso também se dá a importância para a segregação correta e para etapa de pré-lavagem. (RAI, 2014; ZANIN et al., 2009)

A classificação e separação eficazes dos RSU em diferentes categorias é uma estratégia básica para a gestão desses e consiste em dividir os resíduos em recipientes separados. Existem diversas formas de se segregar os resíduos tais quais: recicláveis, rejeitos e compostáveis, biodegradáveis e embalagens (secos e úmidos), subcategorizando recicláveis ou até mesmo, combustíveis e não-combustíveis. (NIE, 2018)

Quanto mais se segrega, mais se recupera do recurso gerando maior receita de vendas e menor o impacto ambiental. Contrariamente, se torna mais dependente do gerador e de uma cadeia logística complexificada, encarecida, e, por fim, a balança de custo-benefício é impactada. Ao final se tem que considerar vários aspectos na tomada de decisão final que deve envolver diversas partes, governo, especialistas e população, para que esta não tenda a interesses específicos. (NIE, 2018)

No Brasil, é obrigatória a segregação mínima de recicláveis (SECOS), rejeitos e orgânicos (ÚMIDOS- restos de plantas e alimentos), quando a coleta seletiva estiver disponível para o gerador. Somente esses últimos já compõe 45% dos resíduos domiciliares brasileiros. Mais à frente, muitos estabelecimentos já dispõem de coletores por tipo de resíduo reciclável. (BRASIL, 2022a; BRASIL, 2022b; SCANDELA et al., 2019)

Embora a reciclagem seja considerada “a coisa certa a fazer”, as pessoas podem não se envolver na reciclagem adequada devido à falta de tempo ou esforço. Embora a população tenha

conhecimento superficial da importância de reciclar, há um distanciamento teórico-prático, movido por um discurso distorcido e ações limitadas. Isto ocorre devido à ausência de estímulos para a segregação e tratamento específico. (LIU et al., 2022; SILVA et al., 2017b)

Para o relatório do Acordo Setorial de Logística Reversa de Embalagens no Geral houve uma pesquisa com a população onde se elencaram os motivos para não se realizar a separação dos resíduos nas suas residências. A falta de tempo aparece como 47% das respostas, sendo que 33% dos respondentes apontaram a falta de coleta seletiva em suas ruas e 12% o desconhecimento sobre o que precisa ser feito na reciclagem. (CEMPRE, 2017)

Já um estudo na Bahia, apontou uma falta de conhecimento da população sobre o destino dos resíduos das suas residências, que variava crescentemente de acordo com a proximidade com a destinação final. Outro artigo no Paraná, diz que mesmo com os coletores localizados em lugares propícios e devidamente identificados (papel, plástico, vidro, metal e orgânico), não havia engajamento do público. (SILVA et al., 2017a; SCANDELAI et al., 2019)

Todos eles pontuaram a necessidade de aumento do engajamento da população e que esse não viria sem campanhas de educação ambiental. Desta, pontuou-se suas categorias de objetivos: consciência, conhecimento, comportamento, habilidade e participação. Além de enfatizarem sua relação direta com a eficácia da coleta seletiva. (CEMPRE, 2017; SCANDELAI et al., 2019; SILVA et al., 2017a)

A disseminação do conhecimento ambiental para impactar a população para o impulsionamento da reciclagem não é uma proposta nova. Em 1970, frente a aquecida discussão ambientalista internacional, foi criado o símbolo de reciclagem que se conhece atualmente. (JØRGENSEN, 2019)

“O símbolo da reciclagem, por mais onipresente que seja, se propõe a fazer algum trabalho pesado. Primeiro, indica aos usuários de um produto que a embalagem pode ser tecnicamente reciclada. Em segundo lugar, implica que o produto deve ser reciclado e que é responsabilidade do usuário garantir que o material permaneça no circuito. Em terceiro lugar, é um significante dos processos amplamente invisíveis de reciclagem que ocorrem depois que o consumidor deixa o produto em um ponto de reciclagem.” (JØRGENSEN, 2019)

Visto que a segregação dos resíduos é uma atividade que requer certo grau de teoria tem-se que levar em consideração o grau de conhecimento deles acerca do assunto. Porém, também existem fatores estudados que influenciam na segregação dos resíduos pela população. São alguns deles consciência ambiental, pressões sociais e a dificuldade comportamental de se fazer as tarefas associadas. (LIU et al., 2022; REIJONEN, H. et al., 2021)

Diversos autores trazem educação ambiental é o principal mecanismo para sensibilização da população sobre a preservação do ecossistema e deve ser mantida e reforçada constantemente. Também pontuam que ela não deve ser limitada a classificação teórica de segregação, que ela deve ser entendida como a criação de consciência que o indivíduo é responsável pelo seu resíduo e pelo caminho que percorrerá. (BARROSO et al., 2020; FALCON et al., 2020; RAI, 2014)

3.2.3.2 Coleta Seletiva

A coleta ou transporte de resíduos consiste na remoção dos RS secos do abrigo de resíduos (armazenamento externo) até a unidade de tratamento ou disposição final, utilizando-se técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente, devendo estar de acordo com as orientações dos órgãos de limpeza urbana. (SOUZA et al., 2017)

Já a coleta seletiva estabelece um critério de diferenciação dos resíduos com a intenção de minimizar os impactos provocados pela produção desses e permitindo o reaproveitamento de alguns materiais descartados. Pela lógica circular esses são recolocados em circulação, impedindo que novos recursos naturais sejam utilizados sem necessidade e melhorando a saúde ambiental e humana. (BARROSO et al., 2020; BENSEN et al., 2014)

Também existe interesse econômico relacionado. A coleta seletiva tem se mostrado como uma alternativa viável e econômica para o gerenciamento de resíduos sólidos, uma vez que a venda desses materiais comumente gera retorno financeiro, além de desviar volume de aterros sanitários, reduzindo custos públicos com a destinação dos RS. (FILHO et al., 2019; PALÁCIO et al., 2020)

Se considerarmos para além da coleta seletiva domiciliar, a coleta realizada por catadores, é, muitas vezes, a base da subsistência de famílias. Muitas vezes os programas de coleta seletiva já são concebidos em parcerias com cooperativas. Por conta disso, ela é apontada como geradora de emprego e renda. (BESSEN, G. R. et al., 2014; VIEIRA et al., 2017)

Ela é uma etapa importante no gerenciamento dos resíduos sólidos, sendo a principal responsável pelo encaminhamento de resíduos para a reciclagem. Isso, uma vez que a segregação maximiza as possibilidades da reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos, além de promover a destinação correta dos materiais. (GANIM et al., 2019)

Segundo Jacobi e Besen (2011), a expansão da coleta seletiva é urgente e estratégica e poderá no futuro se bem conduzida, com transparência e diálogo com os atores envolvidos,

representar uma oportunidade de reduzir os custos da cidade com esses serviços, gerar milhares de postos de trabalho e promover maior responsabilização dos cidadãos com a limpeza e a sustentabilidade urbana. (JACOBI et al., 2011)

Já segundo Neto (2019), uma estratégia importante para um crescimento forte e saudável de um município depende de uma gestão eficiente de resíduos urbanos, de modo a promover a eliminação progressiva de aterros sanitários, através da prevenção e reciclagem de materiais. Para este efeito, são necessários regimes de coleta eficazes, nomeadamente no que se refere à coleta seletiva de resíduos, procurando uma reciclagem mais eficaz e de elevada qualidade de materiais reutilizáveis. (NETO, 2019)

A coleta regular se dá por meio do sistema porta-a-porta e/ou sistema de entrega voluntária chamados de ecopontos, podendo ser realizada pela prefeitura ou empresas terceirizadas. Os resíduos coletados são condicionados em recipientes plásticos descartáveis até os caminhões compactadores, que transportam para deposição final em aterro sanitário privado conforme as ações definidas pelas condições sustentáveis. (BRASIL, 2022a; NASCIMENTO et al., 2020)

Ela é de extrema relevância dado que o resíduo produzido e não coletado é disposto de maneira irregular. Segundo o relatório ISLU de 2022, para a gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos, o primeiro e mais importante passo é a universalização da coleta, tanto a domiciliar quanto a seletiva. (ISLU 2022; JACOBI et al., 2011)

A coleta seletiva é, de muitas formas similar a regular, apesar de só coletar certos resíduos. Também são utilizadas frotas veiculares e coletas em pontos de entrega voluntários. Em contrapartida, sua implementação existe uma complexidade devido a necessidade de reestruturação da cidade e mobilização dos atores, além de questões iniciais importantes de escala dado são coletados materiais são específicos e o seu volume é menor. (SOUZA et al., 2017; TEIXEIRA et al., 2004)

A logística de recolhimento dos materiais para reciclagem já é custosa só por envolver o custo de maquinário, mão de obra e combustíveis. Para além disso, são adicionados custos relacionados a manutenção operações que ocorrem dentro das cooperativas como a triagem destes. (REIJONEN, H. et al., 2021; VAROTTO, A. et al., 2017).

Para torná-la efetiva, o planejamento tem grande influência. Ele permite que os custos gastos com coleta, que chegam a 80% do montante gasto com gestão de resíduos, sejam reduzidos e otimizados para que a balança comercial da recuperação dos materiais seja viável. (FRANCA et al. 2019)

Em face da natureza predominantemente logística dos serviços de limpeza e manejo de resíduos sólidos, a densidade demográfica do município é fator importante na obtenção de ganhos de escala em favor da sua viabilidade econômica: municípios de menor densidade têm um desafio maior em relação aos municípios de maior densidade. (ISLU 2022)

Com isso em mente, ao contrário da coleta indiferenciada de resíduos sólidos, que é gerida separadamente por cada município, existem locais que utilizam sistemas intermunicipais para resíduos recicláveis, administrados por uma única empresa, como aconselhado no PLANARES. A parte do transporte nos custos operacionais poderia cair com o planejamento correto de frotas e rotas. (BRASIL, 2022a; TEIXEIRA et al., 2004)

Estudos específicos que usam o problema de alocação de rotas de veículos, ou “PVRP”, para estabelecimentos de rotas mais eficientes que diminuem a distância total percorrida pelos veículos de coleta. Leva-se em conta que frotas então sujeitas à lotação das viaturas e restrições de duração da rota, baseado nos problemas de rota do veículo e empacotamento dos resíduos. A diminuição das rotas final reduz, assim, os custos atrelados aos resíduos. (MARSEGLIA et al., 2022; TEIXEIRA et al., 2004)

Nesse contexto, existe debate uma vez que rotas estáticas, fixas em frequência e trajeto, são preferidas pelos gestores de resíduos, uma vez que simplificam as suas operações, enquanto rotas variáveis se mostram muitas vezes mais eficientes. Ao final se obtém uma mescla entre escolhas de redução de custo e simplificadoras de gestão. (FRANCA et al. 2019; MARSEGLIA et al., 2022)

Apesar da existência desses modelos já desenvolvidos, as empresas responsáveis pela gestão dos RS têm grande dificuldade na sua utilização, pois nem sempre dispõem de mão de obra especializada. Assim, a falta de otimização no planejamento da coleta, entre outros fatores, eleva os custos de transporte associados à coleta seletiva, desestimulando a adoção desta prática. (FRANCA et al. 2019)

Hoje, apesar do progresso visível, ainda existem diversos obstáculos para a boa aplicação de um sistema de coleta seletiva no Brasil. Falta de recursos e informação, falta de planejamento, baixa qualidade dos serviços oferecidos e falta de consciência sustentável por parte da população são alguns dos fatores que mais afetam o país. (FRANCA et al. 2019)

Os municípios do Brasil estabeleceram suas primeiras parcerias com catadores organizados em cooperativas em 1990, começando a destacar a importância da coleta seletiva. Mas se argumenta que ainda falta muito para se ter uma coleta seletiva de qualidade. (VIEIRA et al., 2017; ZANIN et al., 2009)

Novamente segundo Jacobi e Besen (2011), a coleta seletiva brasileira ainda se encontra muito aquém dos patamares necessários para efetivamente reduzir a quantidade de resíduos potencialmente recicláveis que ainda são dispostos em aterros ou lixões e os impactos decorrentes. A ineficiência e a baixa abrangência da coleta seletiva em São Paulo causam perdas econômicas estimadas em R\$ 749 milhões anuais. Mais de um milhão de toneladas de papel, papelão, plástico, aço, vidro e alumínio são misturadas ao lixo convencional e aterradas quando poderiam ser separadas e enviadas para a reciclagem (JACOBI et al., 2011).

Segundo o PLANARES, 1.322 municípios brasileiros equivalente a 23,7% da sua totalidade no ano de 2018 constatam realizar coleta seletiva de recicláveis secos (Tabela 2). Já a pesquisa Ciclossoft da CEMPRE de 2023 estima que ao menos 35,9% da população brasileira é atendida com coleta seletiva porta a porta, e ao menos 21,7% dos municípios brasileiros atendem 50% ou mais de sua população com coleta seletiva porta a porta (BRASIL, 2022a; CEMPRE, 2023; IBGE 2022)

Tabela 2 – Evolução da situação quanto à existência de coleta de recicláveis secos nos municípios brasileiros

Situação quanto à existência de coleta seletiva de "recicláveis secos"	Quantidade de municípios								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Sim	801	842	1111	1161	1322	1256	1215	1256	1322
Não	1250	1258	1932	2411	2443	2264	2455	2300	2146

Fonte: BRASIL, 2022a apud SNIS-RS, 2012 a 2019 (ano-base 2010 a 2018)

Em um estudo em Pernambuco, a coleta seletiva foi sugerida pelos próprios cidadãos como mecanismo de tratamento da questão dos resíduos sólidos, uma vez que ela não estava disponível para eles. Em outro estudo com multinacionais aqui alocadas, elas apontam que a falta de estrutura local de coleta seletiva é uma das principais dificuldades de se obter boas taxas de reciclagem. (FALCON et al., 2020; RHEIN et al., 2021)

Atualmente, as regiões sul e sudeste, as mais ricas do Brasil, possuem os maiores percentuais de municípios com programas de coleta seletiva implementados. Porém, em geral praticam uma coleta seletiva parcial e ainda pouco eficiente se considerados o grau de cobertura e a taxa de recuperação: o serviço é oferecido apenas em algumas regiões da cidade, além de faltar um esforço permanente de informação e educação para os cidadãos para melhorar a qualidade e a quantidade de materiais coletados. (ANCAT, 2023)

No geral, a maior parte dos municípios brasileiros enfrentam dificuldades com a autossuficiência financeira quando se trata de gestão de resíduos. Soma-se isso ao fato de que a coleta seletiva é ainda quatro vezes mais cara que a coleta regular no país. Ainda assim,

somente 35,2% dos municípios cobram por seus serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2022a; CEMPRE, 2017; SINIR, 2019)

Em sua versão mais simples, a coleta seletiva brasileira deveria envolver coleta específica da matéria orgânica (ÚMIDOS), dos demais recicláveis (SECOS) e os rejeitos seguirem a coleta regular. A matéria orgânica seria conduzida para uma unidade de compostagem, enquanto os materiais secos, com um grau de impurezas muito menor do que na coleta convencional, ainda demandariam uma separação posterior em vidros, metais, papéis e plásticos. (BRASIL, 2022a; BRASIL, 2022b)

Segundo a PNRS, os municípios seriam os responsáveis pela implantação de sistemas de compostagem para resíduos orgânicos. Em contrapartida, o cenário de coleta desse tipo de resíduo ainda se mostra quase inexistente, em 2018 a fração orgânica correspondeu a cerca de 37 milhões de toneladas e, desse montante, apenas 127.498 toneladas, ou seja, 0,34% foram valorizadas em unidades de compostagem (BRASIL, 2010; BRASIL, 2022a)

Os resíduos orgânicos representam o maior quantitativo de resíduos recicláveis gerados no país. Como consequência, esses acabam sendo misturados os rejeitos e aumentando o volume a ser encaminhado a aterros. Como grande parte dos resíduos nacionais são destinados a lixões, esses causam impacto ambiental ao serem decompostos e gerarem chorume não tratado. (BRASIL, 2022a; MMA, 2023a)

Existe ainda uma versão de coleta mais avançada prevista no PLANARES, na qual se preveem coletores para cada tipo de material reciclável, além dos de orgânicos e rejeito. Como mencionada, a Resolução 275, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece um padrão de cores de fácil visualização, com validade nacional e conforme codificação já adotada internacionalmente, para identificar os recipientes e transportadores empregados em coleta seletiva (BRASIL, 2022b, CONAMA, 2001)

No cotidiano se observam resíduos misturados a rejeitos, resíduos em classificações diferentes e restos de alimentos em outros resíduos recicláveis. Isso acaba por desestimular todo o processo de reciclagem, inclusive encarecendo-o, na medida em que investimentos superiores devem ser realizados na separação e, como no caso dos plásticos, na lavagem dos resíduos a serem reciclados. Nota-se que falta estímulo a adesão da coleta seletiva. (ZANIN et al., 2009)

Cabe ao poder público implementar a coleta seletiva, assim como centrais de reaproveitamento de resíduos recicláveis e inclusão social das pessoas de baixa renda (catadores de resíduos). Cabe a ele, também, conscientizar e sensibilizar a comunidade sobre a redução

do consumo e sobre o funcionamento da estrutura de gerenciamento de resíduos. (BRASIL, 2010; CASTRO et al., 2020)

3.2.3.3 Papel dos Catadores

Atualmente, é estimado que mais de 15 milhões de pessoas globalmente se suportam financeiramente informalmente no setor de resíduos. Catadores presentes em diversas partes do mundo, ainda não são considerados trabalhadores formais apesar de terem grande influência nas cadeias locais de gerenciamento de resíduos. (KAZA et. al., 2018)

Ainda existe hoje uma problemática social envolvendo a temática de catadores de resíduos ao redor do mundo. Esses são, frequentemente, um grupo demográfico vulnerável e normalmente mulheres, crianças, idosos, desempregados ou migrantes. Eles geralmente trabalham em condições insalubres, não tendo auxílio para saúde em muitos países, além de carecerem de educação e oportunidades de formação, estarem sujeitos a violência e falta de moradia. (IPEA, 2013; CHANDRAPPA et al., 2012; PALÁCIO et al., 2019)

Em 2013 foi estimado que 90% de todo o material que chega a ser reciclado no Brasil passam por catadores, sendo o maior executor em termos de massa, com 43,5% do volume total de recicláveis coletado. Nos municípios até 100 mil habitantes, os catadores já respondem por mais da metade da massa coletada (60,1%). Em 2014, os catadores aparecem enquanto os agentes executores que mais coletam seletivamente, especialmente nos municípios com até 250 mil habitantes, onde 60,01% da coleta é feita com inclusão de catadores. (IPEA, 2013; MASSI et al., 2019)

Zanin e Mancini (2009) alegam que a reciclagem de resíduos pós-consumo só existe no Brasil em razão, principalmente, da figura dos catadores, os quais, impulsionados pela crise do desemprego e da falta de alternativas de trabalho e renda, buscam nessa atividade sua sobrevivência e alimentam os negócios da reciclagem realizando boa parte do processo: coletam, classificam, separam e preparam os materiais recicláveis para a comercialização. (ZANIN et al., 2009)

3.2.3.4 Logística Reversa

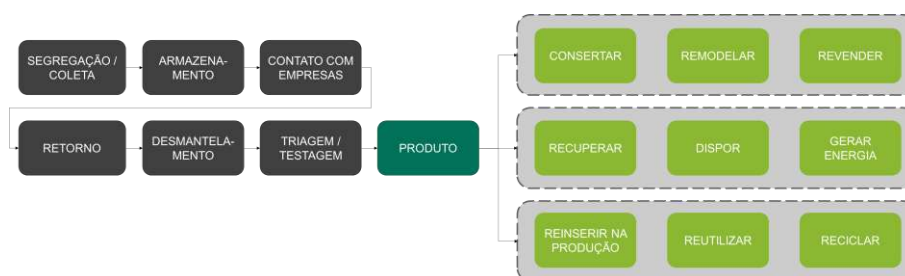
A Política Nacional de Resíduos Sólidos define a logística reversa como: “Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial,

para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010)

De maneira geral ela trata da gestão inversa dos produtos pós-consumo, ou seja, o produto retornando do consumidor ao produtor. É dividida em logística reversa pós-venda, produtos sem ou com pouco uso que voltam à cadeia de suprimentos, e logística reversa de pós-consumo, descarte e reciclagem de resíduos. (SILVA et al., 2019)

A Figura 16 é representativa de um modelo a ser aplicado para a destinação ambientalmente correta dos materiais que passam por um sistema de logística reversa.

Figura 16 – Arquitetura da Logística Reversa



Fonte: Adaptada de XU et al., 2022

Existem funções-chave que devem ser executadas nesse tipo de canal, incluindo: coleta e classificação, armazenamento e transporte e contato e comunicação com compradores. Dado o baixo valor unitário dos materiais e a tecnologia e logística demandada para a execução dessas funções, a balança econômica é um aspecto a ser considerado na avaliação de canais reversos, uma vez que se mostra mais oneroso que o fluxo direto. (KUBASAKOVA et al., 2021)

Antes da PNRS, a logística reversa, LR, era mais aplicada em contexto obrigatório no Brasil e em outros países para alguns tipos de resíduos (Tabela 3). Muitos deles já eram considerados como “Classe I”, ou “perigosos” pela ABNT na Norma 10004. (ABNT, 2004)

Diante deste panorama, é importante ressaltar que não existia uma unificação de critérios e normativas referente aos resíduos sólidos e ao tipo de gestão. Ao contrário de regulamentações internacionais a logística reversa no Brasil começou sem o estabelecimento de metas claras ou incentivos fiscais ou econômicos para os envolvidos. (BENSEN et al., 2014; MASSI et al., 2019; SILVA et al., 2019)

Tabela 3 – Acordos de logística reversa no Brasil

Resíduo ou embalagem pertinente	Base principal para execução da LR
Embalagens de agrotóxicos	Decreto Federal no 4.074/2002 Resolução Conama no 465/2014
Óleo lubrificante usado ou contaminado	Resolução Conama no 362/2005
Pneus	Instrução Normativa do IBAMA no 1 de 18/03/2010
Pilhas e baterias	Instrução Normativa do IBAMA no 8 de 03/09/2012
Embalagens plásticas de óleo lubrificante	Acordo Setorial assinado em 19/12/2012
Lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	Acordo Setorial assinado em 27/11/2014
Embalagens em geral	Acordo Setorial para embalagens em geral (papel, plástico e alumínio) assinado em 25/11/2015
Embalagens de aço	Termo de compromisso para embalagens de aço assinado em 21/12/2018
Resíduos Eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico	Decreto Federal no 10.240/2020
Medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso	Decreto Federal no 10.388/2020

Fonte: (Cenários de precificação da operação de triagem e análise organizacional em cooperativas de reciclagem – Estudo de Caso da COOPIDEAL)

O Decreto nº10.240 de 2020, regulamentou o modelo operacional da Logística Reversa de eletroeletrônicos, estabelecendo metas geográficas e volumétricas baseadas no ano de 2018. Já em 2022 foram publicados dois decretos, um regulamentando a PNRS e outro instituindo o PLANARES com diversas metas relativas a reciclabilidade. (BRASIL, 2020; BRASIL, 2022a)

Também se tem incentivado o modelo de logísticas reversas para produtos e embalagens não perigosos. Nesse sentido tem-se o Estudo de Viabilidade Econômica e Impactos Socioambientais – Avaliação dos Impactos Sociais e Econômicos prevista nos acordos setoriais. (CEMPRE, 2017)

Como são etapas encadeadas, o desenvolvimento deste complexo e intrincado processo para operacionalização do Sistema de Logística Reversa depende da superação de desafios relevantes como a extensão territorial do país, as diferenças econômicas e sociais entre as regiões e os inúmeros municípios, a complexidade das legislações municipais, estaduais e federal, os diferentes níveis de maturidade e organização das cooperativas de catadores, a necessidade de mudança de comportamento e hábitos da população, entre outros. (CEMPRE, 2017)

Adicionalmente, é preciso lembrar que o Brasil depende fundamentalmente da infraestrutura de transporte, na qual o Brasil é muito deficitário. Por tal, também se mostram importantes as decisões de disposição e mecânicas de coleta. Essas afetam diretamente a eficiência e, portanto, desempenho da logística reversa, uma das considerações mais críticas do ponto de vista da sustentabilidade. (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2023; XU et al., 2022)

Além dos pontos logísticos, políticos e de gestão, também foi frisada a necessidade do comprometimento da população. A educação ambiental tem papel central em um fluxo de logística reversa, ou seja, que é iniciado com os consumidores. (RODRIGUES et al. 2019)

Quanto a sua diferenciação em relação a coleta seletiva, além da diversidade de materiais coletados, a participação privada tem ação direta nesse caso, tanto na firmação dos acordos, quanto na prestação de resultados. Aspecto que se torna positivo para os mesmos uma vez que foi apontado pelos consumidores que eles dariam preferência a empresas que realizam a LR. (SILVA et al., 2020)

3.2.3.5 PEVs, Ecopontos e LEVs

PEV, Pontos de Entrega Voluntária, ou Ecoponto são locais, determinados pelas prefeituras, com equipamentos destinados para a acumulação temporária de resíduos da construção e demolição, de resíduos volumosos, da coleta seletiva e resíduos com logística reversa. Esses locais são amplos e com espaços bem definidos para cada tipo de resíduo a ser depositado no local. (CNM, 2015)

São espaços estratégicos onde a população pode levar materiais, sendo, também, um complemento ao processo de envio ao sistema de coleta seletiva, pois, os cidadãos podem levar seus recicláveis nesses pontos. Os PEV podem ser resultantes de parcerias entre fabricantes e importadores de produtos comercializados em embalagens, e os distribuidores e comerciantes, todos signatários do Acordo Setorial. (CEMPRE, 2017)

Já os LEVs são Locais de Entrega Voluntária de Resíduos Recicláveis. São contêineres, sacos ou outros dispositivos instalados em espaços públicos ou privados monitorados, para recebimento de recicláveis. Enquanto o PEV se encarrega de resíduos volumosos e que fazem parte da logística reversa, os segundos têm equipamentos menores, mas também aptos a armazenarem resíduos da coleta seletiva. (CNM, 2015)

As ações em PEV e LEV visam ao fortalecimento da parceria fabricantes/comerciantes para triplicar e consolidar os pontos de entrega voluntária, instalados em lojas ou em outros locais, públicos ou privados, não se limitando aos espaços das lojas do comércio, obedecendo aos critérios técnicos e operacionais estabelecidos no Acordo Setorial. Em alguns casos específicos os PEV podem ser dedicados ao recebimento de um material em específico. A Figura 17 apresenta um ponto instalado em São Paulo. (CEMPRE, 2017)

Figura 17 – Ponto de entrega de recicláveis implementado em São Paulo



Fonte: SÃO PAULO, 2023

Em aplicações públicas, fica a cargo dos municípios definirem locais apropriados e convenientes para locais de coleta e pontos de entrega para obter eficiência e baixo impacto ambiental. A instalação dos ecopontos exige planejamento, projetos de arquitetura e de engenharia para viabilizar a melhor instalação diante da logística para o acondicionamento e recolhimento dos materiais recicláveis depositados no local. (MARSEGLIA et al., 2022)

Todavia, estão crescendo as aplicações de logística reversa nas quais a responsabilidade acerca do custo, de operacionalização, que compreende manutenção dos espaços e de organização e transporte dos materiais, em muitos casos acaba por ficar a cargo dos fabricantes e importadores de produtos. (CEMPRE, 2017)

Diversos parâmetros-chave devem ser definidos, como o tipo, o número e a posição dos contentores para cada área, a fim de dispor todos os tipos de resíduos produzidos num período definido. Mas, também, deve-se levar em conta tamanho da área analisada e serviços atuantes em cada área. (MARSEGLIA et al., 2022)

Na Espanha o desenvolvimento de certos postos levou em consideração design estético para atração de indivíduos e funcional. Para funcionalidade leva-se em conta, principalmente, a distribuição de volume entre as sessões de diferentes materiais. Cada resíduo recolhido geralmente tem um fluxo de entrada e volume médio e se considera levar em conta o “*Bin Packing Problem*”, problema de empacotamento de coletores, e não necessariamente designar o mesmo espaço para todos os tipos de materiais. (HERRERA-COBO et al., 2023; MARSEGLIA et al., 2022)

A infraestrutura e a disposição de lixeiras, papeleiras e PEVs, assim como os coletores têm grande influência na adesão da população aos métodos de recolhimento. Estudos apontaram

que a facilitação de coleta ou entrega voluntária de materiais passíveis de reciclagem se mostrou encorajadora na atuação da população ao reduzir o custo comportamental de reciclar, ao passo que a distância influenciava negativamente. (VAROTTO et al., 2017)

Um estudo nos Estados Unidos identificou que o aumento de postos de coleta de materiais específicos em locais estratégicos aumentou a taxa de disposição dos resíduos. Outros, realizado na Finlândia e no Brasil, diagnosticaram que a distância até os pontos de coleta era determinante para execução da tarefa e que a falta desses poderia levar ao descarte irregular. (LIMA et al., 2017; RAI, 2014; REIJONEN, H. et al., 2021)

Em consulta com empresas foi evidenciada a necessidade de colocar pontos de coleta em locais de fácil acesso e seguro, e destacada a importância do consumidor para a eficiência e sucesso do projeto de instalação de PEVs (TANSKANEN, 2013).

Atualmente, as principais formas de execução do serviço de coleta seletiva no país são, porta a porta e PEV, embora o último ainda não tenha o alcance tão expressivo. Em municípios que somente aplicam uma das estratégias estima-se que são coletados por habitante anualmente 22,2kg de resíduos recicláveis apenas no esquema porta-a-porta, enquanto somente 5,3kg são coletados quando são aplicados somente postos. (CICLOSOFT, 2023; SANTOS et al., 2021)

No entanto, em países com o sistema plenamente implementado e operante como a Suíça, a maior proporção dos recicláveis já é recolhido por esse método. Com a experiência, a maior parte dos problemas associados ao método são relacionados a um programa de coleta bem planejado, assim como boa projeção de capacidade dos coletores e recepção de devolutivas da população. (PETERSEN et al., 2004)

Se pontua que esses pontos, hoje, são poucos ou quase inexistentes, não abrangendo a maior parte dos municípios do país e se concentrando na capital. A aplicação desses se torna complexa dada que a preocupação interinstitucional dos geradores dos resíduos, do poder público e da legislação vigente nem sempre é convergente. (GERBER et al., 2015; NETO et al., 2019)

Além disso, ecopontos visitados em um estudo em São Paulo apresentaram problemas de gestão e manutenção, vários deles com resíduo amontoado no entorno, além a constatação de postos desativados em regiões populosas. Também foram destacadas outras queixas dos cidadãos, tais como a falta de divulgação do serviço e horário de funcionamento irregular e a não aceitação de gesso, telhas de amianto e pneus nos ecopontos. (JACOBI et al., 2011)

Apontou-se, por outro lado, que o setor privado tem tido certo sucesso trazendo o exemplo do exemplo do Grupo Pão de Açúcar, que foi pioneiro na disponibilização de

contêineres para disposição de materiais separados para a reciclagem em sua rede de supermercados e em parceria com organizações de catadores. No programa instalado as pessoas separam os materiais em suas residências e os levam ao local de deposição, geralmente aproveitando sua ida para as compras. (JACOBI et al., 2011)

Para atingir o sucesso da ferramenta é fundamental que os fabricantes cumpram seu dever de orientar seus consumidores sobre os riscos ambientais de seus produtos, de como deve ser o acondicionamento e a devolução dos bens após o consumo. Igualmente importante é a aplicação da educação ambiental para sensibilizar a população da importância do gerenciamento correto de tais resíduos. (SILVA et al., 2019)

Porém, sem a oferta de pontos, o custo comportamental para a participação se torna mais alto e a atitude do consumidor é desencorajada. A distribuição e escolha dos locais onde serão implementadas essas ferramentas devem ser pensadas com estratégia e planejamento para aumentar o engajamento e reduzir custos. (MARSEGLIA et al., 2022)

Uma vez que já se coleta 19% dos resíduos recicláveis do Brasil por meio de PEVs e LEVs que ainda são implementados de forma não ideal, demonstra-se espaço para crescimento. O PLANARES, em 2022, observa essa como uma oportunidade dentro do cenário de gestão de resíduos e traz resultados já obtidos nos fluxos de logística reversa. (BRASIL, 2022a; CICLOSOFT, 2023)

3.2.3.6 Novas metas

Quando desenhada a Política Nacional de Resíduos Sólidos em 2010 foram também traçadas metas e desafios para a gestão mais sustentável dos RS. Em 2023, percebe-se que, apesar de alguns progressos, o Brasil está longe de alcançar todas as metas propostas pelos marcos regulatórios. (BRASIL, 2010; BRASIL, 2022a)

É inquestionável, no entanto, que esses instrumentos apresentaram conceitos inovadores e propostas viáveis de ações eficazes, no tocante à gestão dos resíduos sólidos. A política em si apontou diversos pontos de melhoria e se posicionou para tornar a cadeia de resíduos brasileira mais sustentável. (CASTRO et al., 2020)

As ambições da PNRS envolviam, por exemplo, ter coleta seletiva com compostagem orgânica em 100% das cidades brasileiras, atingir uma taxa de reciclagem de 20% até 2015, erradicação de lixões até 2014 e recuperar ao menos 22% de produtos envolvidos em logística reversa. (BRASIL, 2010; BRASIL, 2022a)

Nota-se atualmente que o Brasil está caminhando para aumentar a porcentagem de reciclagem, mas falta integração entre os cidadãos, empresas e poder público, além de programas que atendam todos os tipos de resíduos e que eles sejam coletados e reciclados quando possível. (LAVNITCK ET AL, 2018)

O PLANARES traz diversos pontos de trabalho de maneira estruturada apontando estratégias para se chegar no cenário traçado. Ele propõe objetivos como ter todos os planos de gestão integrada de resíduos elaborados pelos municípios até 2040, encerramento dos lixões e aterros controlados até 2024 e universalização da coleta regular de RSU até 2036. (BRASIL, 2022a)

Já se tratando de recuperação de resíduos ele propõe recuperar 48,1% da massa total de RSU em âmbito nacional até 2040. Esse número leva em consideração recuperar ao menos 20% de recicláveis secos e recuperar 13,5% da fração orgânica. (BRASIL, 2022a)

Para tal, pretende-se assegurar que 72,6% da população tenha acesso a sistemas de coleta seletiva até 2040. É apontado que a coleta seletiva é geralmente responsável por pelo menos 60% de toda a massa reciclada, mas que modelos e aplicação de PEV e Ecopontos também são alternativas validas para atingir esse percentual. (BRASIL, 2022a)

3.3 RECICLAGEM APLICADA AO RIO DE JANEIRO

O município do Rio de Janeiro, um dos maiores do Brasil em população com 6,2 milhões de habitantes, está localizado no estado de mesmo nome, na região sudeste do Brasil, junto com São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo. Juntos são a região que mais gera resíduos do país, chegando à marca de 50% de todos RS gerados em 2018. (BRASIL, 2022a; IBGE, 2022)

Segundo dados do SNIS de 2020 consultados no ISLU 2022, a região sudeste recicla 3,6% dos seus resíduos coletados, tem uma cobertura de coleta regular de 84,5% e encaminha 60,8% dos resíduos sólidos para a destinação correta. Dentre as capitais da região, a do Rio de Janeiro é a que menos recicla. (ISLU, 2022)

Dentro do estado, geração média de resíduos sólidos do município corresponde a 83% dos resíduos do total, chegando a 479 kg/hab/ano de resíduos coletados por ano. Dado esse que existe devido ao acompanhamento via Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), meio de acompanhamento da cadeia de resíduos que garante recebimento de verba federal. (BRASIL, 2010; ISLU 2022; SANTOS et al., 2021)

O município tem o histórico de utilizar 3 espaços para destinação final, o Aterro de Gramacho, em Duque de Caxias; a CTR-Gericinó (antigo Aterro de Bangu), no bairro de

Segundo dados do IBGE de 2010, a cobertura da coleta regular no Rio de Janeiro atinge a marca de 90,1% dos resíduos sendo coletados diretamente (porta-a-porta). Ainda é apontado que 8,4% são coletados, mas indiretamente, ou seja, quando o lixo for depositado em caçamba, tanque ou outro depósito, sendo posteriormente coletado por serviço ou empresa (pública ou privada) de limpeza urbana. (IBGE, 2023; RIPSAs, 2018)

O PMGIRS (2021) define que dos resíduos gerais (54% domiciliares), aproximadamente, 95,4% são transportados até as estações de transferência (ETRs), para em seguida, serem destinadas ao aterro sanitário de Seropédica (CTR-Rio), enquanto somente 1,5% são coletados e direcionados para reaproveitamento ou transformação, podendo ter passado pelo Ecoparque do Caju. (RIO DE JANEIRO, 2021)

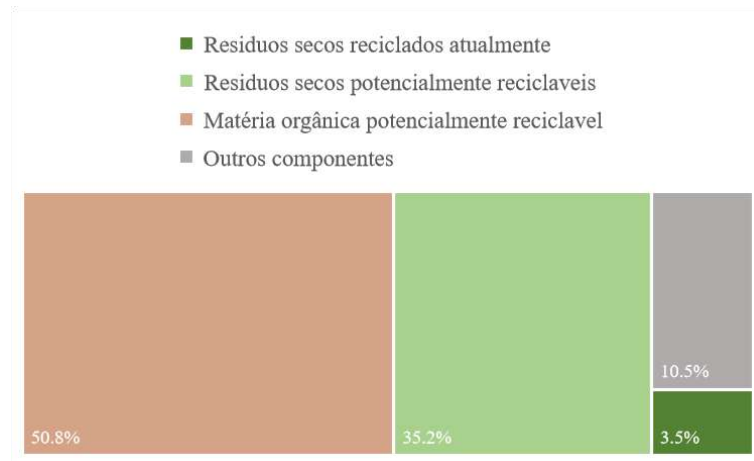
Segundo o SNIS (2019) apenas oito municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, RMRJ, declararam possuir coleta seletiva dentre os 22 municípios pertencentes a essa zona. Dentre eles, com as maiores taxas de reciclagem estão Rio de Janeiro e Niterói, o que mostra um déficit em gestão nesse cenário. (ISLU 2022; SANTOS et al., 2021)

Segundo os dados disponíveis de coleta seletiva dentro do município, ela ainda é um serviço específico para apenas 74,4% dos bairros, do Rio de Janeiro. Isso se dá, também, por dificuldade de acesso a algumas áreas da cidade. Como complementação a essa estrutura, foram implementados pontos de coleta voluntária (PEV) pela Comlurb, que são uma alternativa para a coleta casa a casa. (Instituto Pereira Passos, 2021; COMLURB, 2021; SCHUELER et al., 2018).

Os resíduos domiciliares coletados, 54% do total, são constituídos por cerca de 38,7% de resíduos secos potencialmente recicláveis. Sendo assim, em torno de 20,9% dos resíduos totais da cidade poderiam estar sendo reciclados. De acordo com o PMGIRS do município do Rio de Janeiro, no ano de 2020, foram coletadas diariamente uma média de 8,8 mil toneladas de RSU, no qual, apenas 1,39% seguem o fluxo da coleta seletiva de recicláveis secos. (RIO DE JANEIRO; 2021)

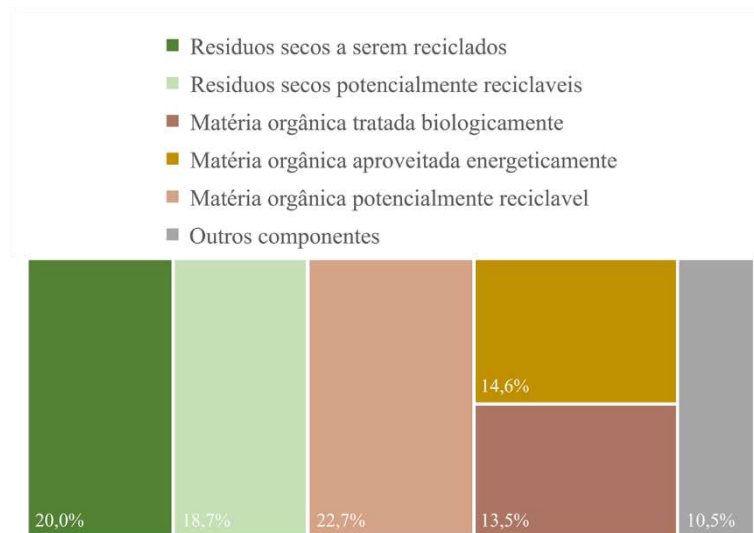
A quantidade de resíduos potencialmente recicláveis na gravimetria, recicla-se cerca de 3,6% dos domiciliares secos, como apresentado na Figura 19. Esse quantitativo é muito inferior à meta de 20% de recuperação até 2040 descrita no PLANARES na Figura 20, além das diferenças de aproveitamento de resíduos orgânicos. Desse modo, é necessário entender oportunidades de melhora na gestão de RS na cidade. (RIO DE JANEIRO; 2021)

Figura 19 – Proporção dos resíduos domiciliares por tipo



FONTE: Elaboração Própria (RIO DE JANEIRO, 2021)

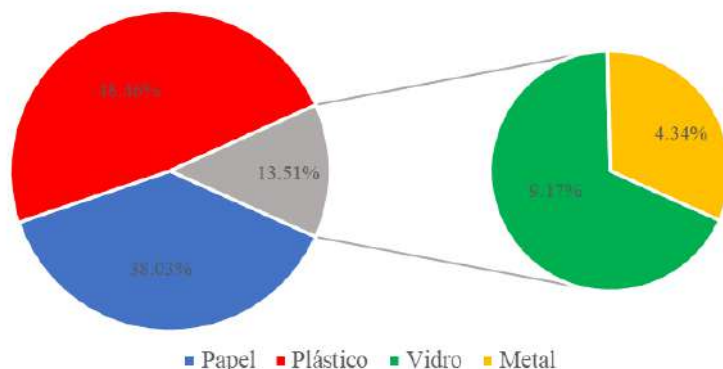
Figura 20 – Proporção dos resíduos domiciliares por tipo segundo a meta PLANARES



FONTE: Elaboração Própria (BRASIL, 2022a; RIO DE JANEIRO, 2021)

Dos resíduos recicláveis secos, plástico e papel apresentam as maiores proporções. O plástico chega a representar quase metade do total de RR secos com 48,46% e o papel, 38,03%, já o vidro representa 9,17% e o metal somente 4,34% (Figura 21). (RIO DE JANEIRO, 2021)

Figura 21 – Proporção dos resíduos recicláveis secos nos domiciliares



FONTE: Elaboração Própria (RIO DE JANEIRO, 2021)

Já sobre matéria orgânica, ela sozinha representa 50,8% dos resíduos domiciliares e, além desse percentual, também é gerada na limpeza pública e poda. Mesmo com esse grande volume, ainda não existe fluxo abrangente de coleta porta-a-porta desses resíduos. Existe uma usina de compostagem no Caju, inaugurada em 1992, porém que não tem foco em resíduos domiciliares, por isso não foi representada no gráfico. (RIO DE JANEIRO; 2021)

Frente a situação econômica, o Rio de Janeiro tem um cenário de sustentabilidade financeira na gestão de resíduos com 100% dos custos cobertos por meio de arrecadação específica. Ainda, é um dos mais bem pontuados no Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana, ISLU, que leva em consideração a cobrança específica pela gestão de RS, cobertura de coleta, destinação correta de resíduos e taxa de reciclagem de resíduos secos. (ISLU 2022)

A reciclagem no município tem grande participação de catadores de materiais recicláveis. De acordo com a ANCAT, Associação Nacional de Catadores, em 2021 foram apontadas as existências de 22 cooperativas ou associações no município do Rio de Janeiro. Já a COMLURB aponta em 2023, 28 cooperativas cadastradas. (ANCAT, 2023; COMLURB, 2023b)

4 METODOLOGIA

A execução desse trabalho envolve a aplicação de um questionário de percepção populacional e uma análise de distribuição geográfica relacionada à área de estudo designada, o município do Rio de Janeiro.

4.1 CONCEPÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Os dados do questionário foram coletados ao longo dos anos de 2022 e 2023 em formulário eletrônico utilizando a ferramenta Google Forms®.

Dado o período de coleta de dados o meio eletrônico foi escolhido pela possibilidade de fazer a pesquisa sem contato interpessoal, fator importante devido a recente pandemia de COVID-19.

Para medir os aspectos dos entrevistados, utilizamos a escala normal, com respostas de sim ou não, e ordinais, com classificações de 1 a 5, como dado em estudos de referência. (CÂMARA et al., 2019; LANGE et al., 2014)

O formulário foi distribuído para preenchimento majoritariamente em grupos de atividades acadêmicas de alunos da UFRJ e seu link também foi compartilhado em canais de redes sociais.

Foram analisadas características como distribuição geográfica dos participantes, faixa de renda, faixa etária e grau de escolaridade para contextualização das respostas.

A utilização do formulário seguiu as seguintes etapas: i) Estudo do tema; ii) Definições das perguntas a serem aplicadas; iii) Coleta de dados; iv) Análise dos dados; v) Elaboração de relatório.

Foram correlacionados os dados de localização e dados demográficos com os demais questionamentos para obter diferentes segmentações de comportamentos.

O formulário foi segmentado em seções para a melhor compreensão do leitor quanto a perguntas de temas semelhantes e, a partir disso, as perguntas foram interpretadas em medidas. As descrições das perguntas, estão disponibilizadas no anexo deste trabalho.

4.2 CONCEPÇÃO DO ESTUDO DE DISTRIBUIÇÃO

O estudo de distribuição foi uma pesquisa de caráter quali-quantitativo, baseada em bases de dados e sites com informações já reunidas a respeito da presença de postos de entrega voluntária de recicláveis na cidade do Rio de Janeiro.

A realização do estudo de distribuição seguiu as seguintes etapas: i) Estudo do tema; ii) Definição do escopo e fontes; iii) Coleta de dados; iv) Análise e verificação dos dados; v) Elaboração de relatório.

As bases de dados utilizadas foram o site da Rota da Reciclagem, o site da Prefeitura do Rio de Janeiro, Recicloteca, Light Recicla, Recicla Comunidade, sites de empresas privadas como Zona Sul e Pão de Açúcar e, também, foi realizado mapeamento presencial. Dados de territorialidade foram retirados do mais novo Censo 2022 do IBGE e de população do Censo de 2010. (GPA, 2023; LIGHT, 2023; RECICLOTECA, 2020; ROTA DA RECICLAGEM, 2023; RIO DE JANEIRO, 2023b; ZONA SUL; 2023)

A avaliação foi feita no segundo semestre de 2023 e foi utilizada a ferramenta do Google Maps® utilizando o *street view* para verificação superficial da existência dos postos e retirada de possíveis falsos positivos. Além disso foram feitas visitas presenciais em 4 postos na Zona Sul.

Pontos que tinham endereços vagos, porém notícias recentes de funcionamento, foram incluídos com endereços estimados. Já postos sem endereço específico, sem notícias recentes ou com imagens recentes de outros estabelecimentos em seus lugares foram retirados da base de dados.

Para a análise de dados foi utilizado o *software* Microsoft Office Excel® e para elaboração de mapas foi utilizado o *software* Microsoft Power BI® e o site Google Maps®.

Foram realizadas quatro análises principais que levam em consideração o deslocamento do indivíduo até o possível ponto de atendimento, a quantidade de habitantes a serem atendidos por cada PEV, o volume necessário para um posto atual e o número de habitantes por posto ideal.

Para a primeira a respeito do deslocamento do indivíduo até o possível ponto de atendimento foi utilizada a medida de um raio equivalente (R_{eq}) em quilômetros. Com o número de postos (n_{PEV}) e as áreas territoriais das Zonas ou Áreas de Planejamento (A) em hectares, foi possível obter a medida utilizando a área de um círculo integrada na equação 1.

$$R_{eq} = \sqrt{\frac{A}{n_{PEV} \cdot 100 \cdot \pi}} \quad (1)$$

Para a medida de habitantes a serem atendidos por cada PEV, ou a população a entregar resíduos em cada PEV ($hab/Posto$), dividiu-se a quantidade de habitantes (hab) por Zona ou AP pelo número de postos das mesmas (n_{PEV}) dada a equação 2.

$$hab/Posto = \frac{hab}{n_{PEV}} \quad (2)$$

Já para a estimativa de volume ideal para cada PEV já utilizado na cidade, foram realizadas estimativas para a entrega diária de resíduos ($E_{diária}$) em cada posto e seu volume necessário para acondicionamento (V_{nec}). A entrega se obteve multiplicando a população a entregar resíduos em cada posto ($hab/Posto$) pela média de geração de RR secos por cada habitante (G_{hab}), 0,54kgs, e a razão da população que se espera reciclar (r_{rec}), 3,5%, como na equação 3. Já o volume foi obtido dividindo a entrega pela densidade média (dm) de RRS de 0,09 g/m³, como na equação 4. (NAGALLI et al., 2020; PETERSEN et al., 2004)

$$E_{diária} = (hab \times G_{hab} \times r_{rec}) / nPEV \quad (3)$$

$$V_{nec} = E_{diária} / d_m \quad (4)$$

Por fim, foi realizado o cálculo inverso obtendo o volume operacional ideal de um posto (V_{posto}) e o número de habitantes condizente com uma operação sustentável ($hab/Posto_{ideal}$). Para obter o (V_{posto}) multiplicou-se as capacidades dos coletores ($cap_{coletor}$) pelo número de coletores (nc) e dividindo pela frequência de coleta (f_{coleta}), em dias até a coleta (Equação 4.5). Logo, a entrega factível (E_{fac}) é obtida a partir do volume do posto utilizando a densidade média (d_m) (Equação 4.6) e a relação de habitantes por posto ($hab/Posto_{ideal}$) é obtida dividindo a entrega factível pela geração por habitante (G_{hab}) e razão de reciclagem (r_{rec}) (Equação 4.7).

$$V_{posto} = (cap_{coletor} \times nc) / f_{coleta} \quad (5.5)$$

$$E_{fac} = V_{posto} \times d_m \quad (5.6)$$

$$hab/Posto_{ideal} = E_{fac} / (G_{hab} \times r_{rec}) \quad (5.7)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

Foram obtidas ao total 357 respostas, com 343 entradas válidas. Analisando-as demograficamente, 66% do público respondente foi feminino, mais da metade, 62% se encontram na faixa dos 20 aos 39 anos e 56% residem em domicílios com renda maior que 6 salários-mínimos. Quanto ao grau de escolaridade, as maiores quantidades se dividiram entre último nível de graduação, 38%, e pós-graduação, 32%.

A dispersão espacial das respostas abarcou 81 dos 164 bairros cariocas, 49%. Dentre as respostas, 150 (44%) foram de residentes da Zona Sul, 95 (28%) da Zona Oeste, 87 (25%) da Zona Norte e 11 (3%) do Centro.

Na Tabela 4, são apresentados os dados de média (M), mediana (Med) e desvio padrão (DP) para cada medida associada à uma pergunta, assim como valores de mínimo e máximo associados as escalas utilizadas.

Tabela 4 – Amostragem do formulário e escalas associadas

Medida	Média	Mediana	DP	Mín	Máx	Desc Mín	Desc Max	Descrição da pergunta
Preferência a produtos recicláveis	2,87	3	1,42	1	5	Indiferente	Sempre	No cotidiano, você dá preferência pela compra de produtos com embalagens de origem reciclada ou que possam ser reciclados?
Posição preço vs. sustentabilidade	2,40	2	1,2	1	5	Preço	Sustentabilidade	Quanto ao critério de seleção de um produto, você costuma optar por preço ou sustentabilidade?
Escolha ambientalmente favorável	2,74	3	1,3	1	5	Nunca	Sempre	Quando fazendo compras no mercado, você tem o costume de utilizar as sacolas plásticas?
Conhecimentos gerais em segregação	-	-	-	-	-	-	-	Você estaria apto a classificar seu lixo de acordo com alguma dessas classificações? (Imagem ilustrando separação entre resíduos recicláveis e não recicláveis /secos e úmidos)
Apto a segregar em alguma das classificações	0,94	1	0,2	0	1	Não	Sim	
Apto a segregar entre reciclável/ não reciclável	0,88	1	0,3	0	1	Não	Sim	
Apto a segregar entre seco/ úmido	0,72	1	0,4	0	1	Não	Sim	
Apto a segregar nas duas categorias	0,67	1	0,5	0	1	Não	Sim	
Segregação atual dos resíduos	0,68	1	0,5	0	1	Não	Sim	Dado que hoje a Coleta Seletiva do Rio de Janeiro funciona com a classificação Recicláveis / Não Recicláveis, hoje você separa o seu lixo conforme a imagem abaixo em sua residência? (Imagem ilustrando exemplos de itens recicláveis e não recicláveis)
Incerteza durante a segregação	2,51	2	1,1	1	5	Nunca	Sempre	Com qual frequência aparecem dúvidas na hora de realizar a separação do seu lixo em recicláveis/ não recicláveis
Realização de logística reversa obrigatória	0,38	1	0,5	0	1	Não	Sim	Você realiza a logística reversa de alguns produtos, conforme estipulado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos? (Imagem: Elaboração Própria)
Volume médio de resíduos	2,12	2	0,6	1	4	Não utilizo	Mais de 4	Você costuma utilizar sacolas plásticas de supermercado para descartar os seus resíduos? Se sim, quantas sacolas você utiliza diariamente?
Satisfação frequência da coleta	2,82	3	1,5	1	5	Pouco	Muito	O quão satisfeito você está com a frequência do caminhão de Coleta Seletiva em seu bairro?
Existência de PEV próximo a residência	0,26	0	0,5	0	1	Não existe	Existe	Existe algum ponto de coleta seletiva próximo à sua moradia?
Satisfação quantidade PEVs	2,10	2	1,2	1	5	Pouco	Muito	O quão satisfeito você está com a quantidade de pontos de descarte em seu bairro?
Disseminação de educação ambiental local	1,53	1	1,0	1	5	Pouca	Muita	O quanto de informação chega até você sobre pontos de descarte / como descartar resíduos recicláveis no seu bairro?

Busca de meios tecnológicos	0,15	0	0,4	0	1	Não	Sim	Você já teve contato com algum dos seguintes aplicativos que informam a população sobre os pontos de coleta, classificação de resíduos etc.? (Imagem: ilustrando aplicativos cataqui, reciclaê e rota da reciclagem)
Conhecimento municipal aplicado	0,26	0	0,4	0	1	Não	Sim	Já ouviu falar na Lei Estadual nº 6408 de 2013, que obriga todas as edificações residenciais com mais de três andares no estado do Rio de Janeiro a disponibilizarem recipientes para coleta seletiva de lixo?
Presença de coletores em edifícios residenciais	0,51	1	0,5	0	1	Não	Sim	Dada a pergunta anterior, se você mora em prédio, o seu condomínio disponibiliza recipientes para a coleta seletiva?

Fonte: Elaboração Própria

Dentro da categoria de geração de resíduos, apesar de haver uma preferência por produtos recicláveis, ainda existe uma tendência a priorização de outros fatores como comodidade, levando ao uso de sacolas plásticas descartáveis e custo.

Quanto ao uso das sacolas, a Lei estadual nº 8.473 de 2019 já proíbe a distribuição gratuita das sacolas, o que ainda é visto em alguns pontos comerciais da cidade. No entanto, apesar da melhora, os dados mostraram que ainda ocorre um maior uso das sacolas descartáveis, comparadas as retornáveis. (RIO DE JANEIRO (Estado), 2019)

Com relação ao preço um determinado tipo de produto durante a escolha atual é levado em consideração o cenário econômico brasileiro na época da pesquisa, em função do momento de instabilidade dos preços e grande influência de fenômenos inflacionários. Todavia, se pode apontar que a fatia demográfica a responder o questionário foi, em sua maior parte, a menos impactada por essa flutuação. (IPEA, 2023)

Já a categoria de classificação e descarte de resíduos demonstra que a população apta a segregar em alguma das classificações apontadas, porém se mostra ligeiramente mais preparada para segregação entre reciclável/ não reciclável do que entre seco/ úmido. De modo geral, entende-se que a população tem conhecimentos para segregar resíduos na classificação atual utilizada na coleta porta a porta.

Todavia, as demais etapas previstas no PLANARES envolvem a implementação de um sistema de coleta seletiva também de resíduos úmidos. Dessa forma, o conhecimento necessário para fazer a segregação dos resíduos deve envolver as duas classificações, que se demonstra com resultado mais baixo, 0,22 em variação, que somente a segregação pela classificação de recicláveis.

Mesmo com um resultado positivo para o conhecimento sobre a segregação de recicláveis, ainda existem algumas dúvidas do usuário, na hora de segregar e separar os

resíduos. Também, se encontram obstáculos a serem mapeados quanto ao engajamento na logística reversa.

É notável que existe uma grande diferença dos indivíduos, com relação a saber classificar, colocar o conhecimento em prática. Já a participação na logística reversa, menos de metade do espaço amostral realiza a atividade de cunho obrigatório, conforme previsto em legislação vigente. Isso pode ser justificado por falta de políticas públicas municipais divulgadas e apresentadas a população, voltada para a temática em questão.

Foi notado que a quantidade de respondentes que alegam reciclar de fato foi relativamente alta, 0,68. Ao fazer um com relação com a taxa de reciclagem do município do Rio de Janeiro que é 3,5%, percebe-se que seria esperada maior taxa de reciclagem. Isso pode se explicar pela suposição de que o grupo atingido pela pesquisa, sendo um grupo acadêmico, possivelmente estar mais propenso a reciclar.

Quanto à geração do volume de resíduos, a média ficou entre 2 e 3 sacolas plásticas descartáveis de resíduos por dia, resultando em um volume médio de 25 L de resíduos diários para orgânicos, rejeitos e recicláveis, por domicílio e um peso aproximado de 5kg. (COMCAP, 2002)

Quanto à percepção, observou-se que a satisfação relacionada à frequência da coleta regular domiciliar, tem influência positiva, apesar de que as opiniões acerca da existência e disposição dos pontos de reciclagem se mostraram negativas.

Quanto à avaliação sobre a existência de pontos de coleta, as respostas se mostraram coerentes com a relação de disposição de postos por bairros encontrada posteriormente no trabalho. Observou-se que 36% dos bairros cariocas apresentam pelo menos 1 PEV disponível para o usuário. No entanto, dado que a maior parte das respostas veio da Zona Sul, era esperado um maior reconhecimento de postos, o que pode ser influenciado pela baixa disseminação de educação ambiental local, por parte do poder público.

A promoção de ações de educação ambiental por parte do governo ainda é uma boa oportunidade, mas além da recepção passiva de informação, também foi avaliada negativamente a procura ativa por soluções ambientais.

A busca de meios tecnológicos como aplicativos para encontrar PEVs ou conhecer mais sobre a reciclagem teve um resultado baixo, em função de uma baixa consciência ambiental não estimulada pela conjuntura local.

Sobre as leis municipais de reciclagem vigentes, mais especificamente para a parte da população de moradores de edifícios (88% dos entrevistados) observou que 29% dos moradores

de condomínio não sabiam sobre a obrigatoriedade de coletores recicláveis nos edifícios do estado do Rio de Janeiro, mesmo que a maior parte tenha acesso ao serviço (M=0,51, Med=1, DP=0,5).

5.2 RESULTADOS DO ESTUDO DE DISTRIBUIÇÃO

5.2.1 Iniciativas aplicadas localmente

Durante o estudo foram mapeadas algumas iniciativas de caracteres diversos que tiveram seus sites e redes acessadas para uso na construção da base de dados.

A iniciativa da empresa Light, Light Recicla, oferece descontos na conta de luz mediante a entrega dos recicláveis nos ecopontos. Os ecopontos são instalados em *containers* com atendentes presenciais com horário de funcionamento específico

Já o Recicla Comunidade é uma iniciativa da prefeitura do Rio de Janeiro que oferece uma moeda digital aceita em diversos comércios dentro das próprias comunidades para estimular a economia local. Os moradores levam seus resíduos, estes são pesados e créditos proporcionais são inseridos em cartão de tarja magnética específico.

As redes de mercado Pão de Açúcar e Zona Sul simplesmente dispõe em algumas de suas franquias coletores para os recicláveis. Os endereços para os PEVs estão em seus sites oficiais.

O site Rota da Reciclagem é uma iniciativa da Tetrapak com o intuito de mapear PEVs no Brasil. Ele oferece um mapa dinâmico no qual o cidadão pode inserir seu endereço para encontrar o ponto de entrega mais próximo.

Já a Recicloteca se designa um Centro de Informações sobre Reciclagem e Meio Ambiente. Foi criada pela ONG Ecomarapendi e é patrocinada há mais de 20 anos pela Ambev. O site traz informações em diversos formatos sobre temas distintos dentro do assunto.

5.2.2 Resultados

A divisão de moradores por bairro no município do Rio de Janeiro, tem última versão em 2010, considerando um total populacional de 6.320.446 habitantes para construção das análises.

Foi pesquisado os diferentes pontos de entrega de resíduos no município do Rio de Janeiro, a partir de meios virtuais, telefônicos e presenciais. Foram obtidos 75 postos de entrega de recicláveis, distribuídos em 52 bairros. Esses locais estão apresentados na Tabela 5.

Considerações a serem feitas são que: i) os postos relativos à iniciativa “Recicla Comunidade” tiveram endereços específicos estimados devido à falta de dados; ii) cooperativas também foram consideradas como possíveis pontos de entrega; iii) No estudo foram considerados PEVs e LEVs preparados para receber grandes volumes de resíduos. Não foram levados em consideração estabelecimentos com coletores de recicláveis posicionados para fluxo de resíduos interno, tais quais prédios públicos, pequenos coletores em áreas de lazer, dentre outros.

Tabela 5 – Postos encontrados por bairros do município do Rio de Janeiro com suas fontes

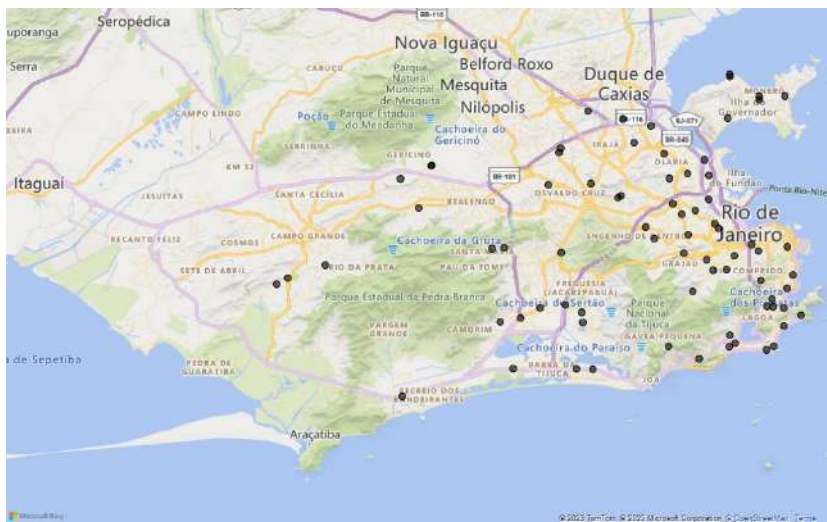
Nome do Local	Bairro	Fonte
PEV Comlurb – Dendê	TAUÁ	COMLURB
PEV Comlurb – Vila Joaniza	GALEÃO	COMLURB
PEV Comlurb – Parque Royal	PORTUGUESA	COMLURB
PEV Comlurb – Penha	PENHA	COMLURB
PEV Comlurb – Tijuca	TIJUCA	COMLURB
PEV Comlurb – Bangu	BANGU	COMLURB
PEV Comlurb – Campo Grande	CAMPO GRANDE	COMLURB
PEV Comlurb – Marechal Hermes	MARECHAL HERMES	COMLURB
ECOPONTO CHAPÉU MANGUEIRA/BABILÔNIA	LEME	LIGHT
ECOPONTO HUMAITÁ	HUMAITÁ	LIGHT
ECOPONTO PLANO INCLINADO	BOTAFOGO	LIGHT
ECOPONTO SÃO CARLOS	ESTÁCIO	LIGHT
ECOPONTO ASSAÍ ILHA DO GOVERNADOR	JARDIM CARIOCA	LIGHT
ECOPONTO LAR FREI LUIZ	TAQUARA	LIGHT
Recreio Shopping	RECREIO DOS BANDEIRANTES	OUTROS
COOPERATIVA ROCINHA RECICLA	ROCINHA	OUTROS
Pão de Açúcar - Copacabana	COPACABANA	PÃO DE AÇÚCAR
Pão de Açúcar - Barra	BARRA DA TIJUCA	PÃO DE AÇÚCAR
Pão de Açúcar - Botafogo 1	BOTAFOGO	PÃO DE AÇÚCAR
Pão de Açúcar - Leblon	LEBLON	PÃO DE AÇÚCAR
Pão de Açúcar - Botafogo 2	BOTAFOGO	PÃO DE AÇÚCAR
Recicla Comunidade Anil	GARDÊNIA AZUL	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Asa Branca	RECREIO DOS BANDEIRANTES	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Vila Sapê	JACAREPAGUÁ	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Parque Carioca	JACAREPAGUÁ	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Darcy Vargas	REALENGO	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Vila Progresso	BANGU	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Fazendinha	INHAÚMA	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Manguinhos	MANGUINHOS	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Proença Rosa	HONÓRIO GURGEL	RECICLA COMUNIDADE
Recicla Comunidade Cajueiro	MADUREIRA	RECICLA COMUNIDADE

COOPAMA	MARIA DA GRAÇA	RECICLOTECA
COOPERATIVA QUITUNGO	BRÁS DE PINA	RECICLOTECA
COOTRABOM	CORDOVIL	RECICLOTECA
COOTRAMUB	BENFICA	RECICLOTECA
COOP FUTURO	IRAJÁ	RECICLOTECA
Cooperativa Ecco Ponto Brasil Sustentável	BARROS FILHO	RECICLOTECA
COOP EMBAÚ	PAVUNA	RECICLOTECA
COOPERATIVA BENFICA	BENFICA	RECICLOTECA
COOPERATIVA DE RECICLAGEM TÁ LIMPO	TIJUCA	RECICLOTECA
COOPLIMPAR	VILA ISABEL	RECICLOTECA
COOPTUBIACANGA	MÉIER	RECICLOTECA
COOPERATIVA RECICLA MAIS ZONA OESTE	BANGU	RECICLOTECA
COOPERATIVA RIO OESTE	CAMPO GRANDE	RECICLOTECA
Capela São Paulo Missionário	VIGÁRIO GERAL	ROTA DA RECICLAGEM
E.M. Tenente General Napion	RAMOS	ROTA DA RECICLAGEM
Paróquia N. Sra. das Mercês	RAMOS	ROTA DA RECICLAGEM
E.M. Frei Leopoldo	CAVALCANTI	ROTA DA RECICLAGEM
Paróquia Nossa Senhora da Conceição e São José	ENGENHO DE DENTRO	ROTA DA RECICLAGEM
PAM Cavalcanti	CAVALCANTI	ROTA DA RECICLAGEM
Paróquia Nossa Senhora da Paz	MARÉ	ROTA DA RECICLAGEM
ECOPONTO FIOCROUZ	MANGUINHOS	ROTA DA RECICLAGEM
PEV Preservar Brasil - Comunidade Jacarezinho	JACAREZINHO	ROTA DA RECICLAGEM
Shopping Nova América	DEL CASTILHO	ROTA DA RECICLAGEM
Cruzada do Menor	RIACHUELO	ROTA DA RECICLAGEM
Assaí Atacadista - Méier	MÉIER	ROTA DA RECICLAGEM
Estação de trem da Supervia	SANTO CRISTO	ROTA DA RECICLAGEM
Assaí Atacadista - Tijuca	TIJUCA	ROTA DA RECICLAGEM
Boulevard	VILA ISABEL	ROTA DA RECICLAGEM
Maracanã	TIJUCA	ROTA DA RECICLAGEM
Leroy Merlin - Taquara	TAQUARA	ROTA DA RECICLAGEM
PEV - Plastic Bank Catedral do Rio	CENTRO	ROTA DA RECICLAGEM
Projeto Reciclação	RIO COMPRIDO	ROTA DA RECICLAGEM
PEV Preservar Brasil - Comunidade Vila Canoas	SÃO CONRADO	ROTA DA RECICLAGEM
PEV Preservar Brasil - Comunidade Anil	ANIL	ROTA DA RECICLAGEM
PEV Preservar Brasil - Comunidade Cidade de Deus	CIDADE DE DEUS	ROTA DA RECICLAGEM
Carrefour - Barra	BARRA DA TIJUCA	ROTA DA RECICLAGEM
Zona Sul - Copacabana	COPACABANA	ZONA SUL
Zona Sul - Gávea	GÁVEA	ZONA SUL
Zona Sul - Ipanema	IPANEMA	ZONA SUL
Zona Sul - Leblon	LEBLON	ZONA SUL
Zona Sul - Barra	BARRA DA TIJUCA	ZONA SUL
Zona Sul - Botafogo	BOTAFOGO	ZONA SUL
Zona Sul - Flamengo	FLAMENGO	ZONA SUL
Zona Sul - Recreio	RECREIO DOS BANDEIRANTES	ZONA SUL

Fonte: Elaboração Própria

Uma vez obtidos ou estimados os endereços dos PEVs, elaborou-se um mapa com distribuição espacial dos pontos listados na Tabela 5. Os pontos em preto representam a localização dos PEVs no mapa de visão espacial da cidade (Figura 22).

Figura 22 – Distribuição espacial dos PEVs cariocas



Fonte: Elaboração Própria no *software* Power BI®

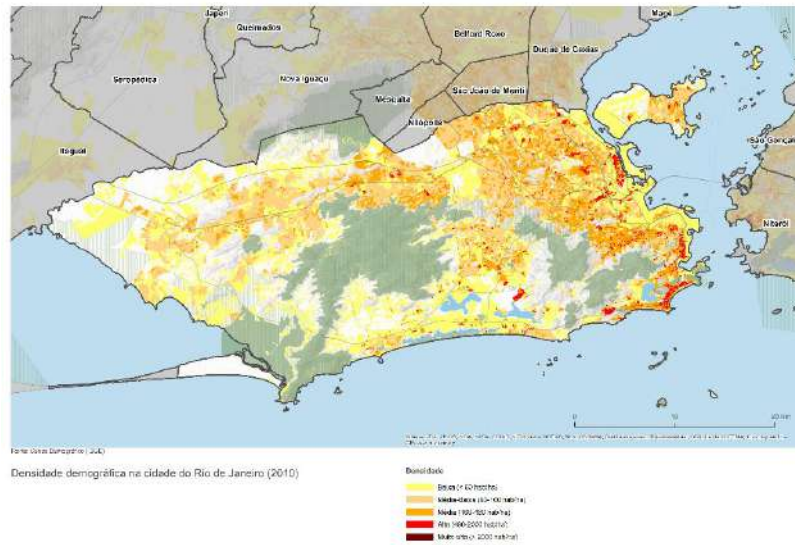
Realizando uma primeira análise visual da Figura 22 foi possível perceber que os pontos de coleta seguem uma distribuição semelhante à de divisão de bairros da cidade, Figura 23, e à densidade demográfica, Figura 24. Também é possível notar que os postos não estão igualmente espaçados no município. Eles estão concentrados a leste, estão mais próximos uns dos outros podendo, também, ser relacionado à logística de operação.

Figura 23 – Delimitação dos bairros do Município do Rio de Janeiro



Fonte: IPP, 2018

Figura 24: Densidade demográfica segundo o Censo IBGE de 2010

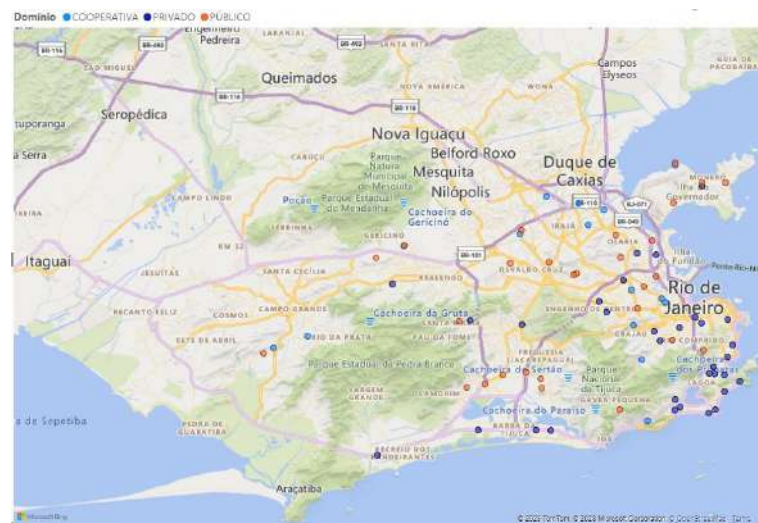


Fonte: IBGE, 2010

A estratégia de alocação dos pontos e lugares de entrega voluntária deve ser uma articulação conjunta entre público e o privado para garantir menores custos de operação e maior cobertura possível.

Quanto ao domínio desses postos de coleta são observados, 27 desses são de domínio público, 32 são de domínio privado e 15 são cooperativas. Estes estão segmentados com os de domínio privado mais concentrados na Zona Sul, público na Zona Norte e Oeste e cooperativas na Zona Norte conforme descrito na Tabela 6 e Figura 25.

Figura 25 – Distribuição de postos separada por domínio



Fonte: Elaboração Própria

Tabela 6 – PEVs separados por domínio por Zonas

	Cooperativa	Privado	Público	Total
Centro	2	3	1	6
Zona Norte	10	9	16	35
Zona Oeste	2	7	10	19
Zona Sul	1	13	1	15

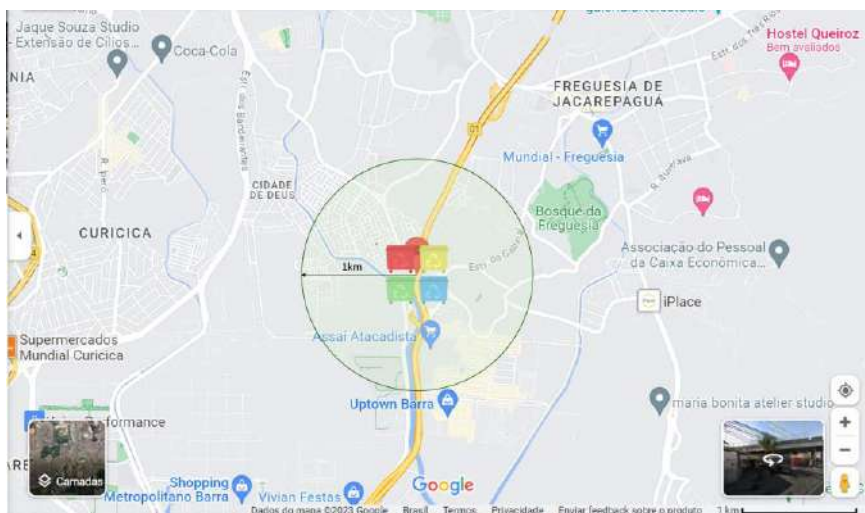
Fonte: Elaboração Própria

A estratégia escolhida pode ter como objetivo o atendimento de muitas pessoas, com a disposição de poucos postos de atendimento, relacionando-se com a densidade demográfica.

No entanto, essa distribuição pode ser insuficiente para uma parte dos habitantes que não são abrangidos por este tipo de serviço. Para entender esse impacto realizou-se uma estimativa de distância percorrida pela população até cada ponto baseada nas áreas de território das zonas e das áreas de planejamento.

Estimando uma distância máxima de 1,0km para um habitante andar até o ponto de entrega, pode-se projetar uma área de possível atendimento de cada posto. Traçando um raio (R) de 1km a partir de um posto, foi obtida uma área circular referente a 314,16 ha. Na Figura 26 foi esquematizado como se daria essa área propícia a atendimento de cada posto.

Figura 26 – Representação ilustrativa do raio estimado de 1km



Fonte: Elaboração Própria e *software* Google Maps®

É possível obter, então, um raio equivalente, dado pela equação 1, que simbolizaria a distância que um cidadão teria que se locomover a pé para chegar a um PEV. Realizando essa operação, os raios equivalentes para as regiões seriam para o Centro, 1,4km, Zona Norte, 1,5km, Zona Oeste, 3,8km e Zona Sul, 1,0km.

Tabela 7 – Raios equivalentes por Zonas do Município do Rio de Janeiro

Zonas	Área (ha) - A	Postos - nPEV	A/nPEV	Raio equivalente (km)
Centro	3.440	6	573	1,4
Zona Norte	25.866	35	739	1,5
Zona Oeste	86.583	19	4.557	3,8
Zona Sul	4.527	15	302	1,0
Zona Oeste s/ Parque P.B.	74.083	19	3.899	3,5

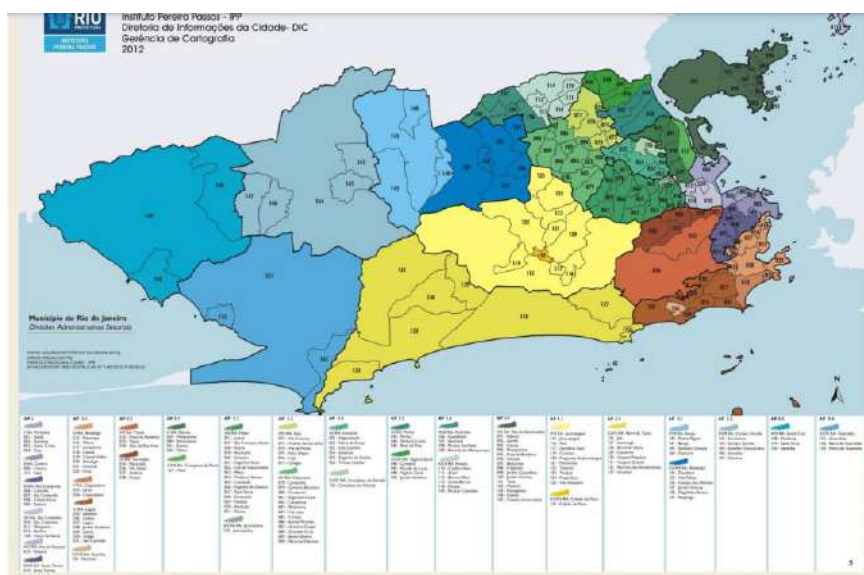
*Consideração excluindo o território atribuído ao Parque Estadual da Pedra Branca

Fonte: Elaboração Própria

Traçando um paralelo também foi possível calcular o raio estimado levando em consideração as áreas de planejamento.

Nessa condição, as áreas, representadas na Figura 27, estariam com raios equivalentes de 1,4km para AP1 (roxo), 1,3km para AP2 (laranja), 1,5km para AP3 (verde), 2,7km para AP4 (amarelo) e 5,5km para AP5 (azul) (Tabela 8).

Figura 27 – Município do Rio de Janeiro separado em Áreas de Planejamento



Fonte: IPP, 2020

Tabela 8 – Raios equivalentes por APs do Município do Rio de Janeiro

Áreas de Planejamento	Área (ha) - A	Postos - nPEV	A/nPEV	Raio equivalente (km)
AP 1	3.440	6	573	1,4
AP 2	10.339	21	492	1,3
AP 3	20.053	29	691	1,5
AP 4	29.378	13	2.260	2,7
AP 5	57.205	6	9.534	5,5

Fonte: Elaboração Própria

É possível perceber que na Zona Oeste (AP5) os habitantes sofrem com grandes distâncias até os pontos próximos. Deve-se lembrar que grande parte do território tem ocupação pelo Parque Estadual da Pedra Branca com 12.500 ha, no qual não seria necessária aplicação de postos de coleta. No entanto, mesmo retirando a área do parque da estimativa, ainda se nota um raio impraticável para distância percorrida a pé, como indicado na Tabela 7.

Foi perceptível também, uma variação grande entre a distância mínima e máxima entre zonas e áreas de planejamento. A Zona Sul apresenta o menor raio equivalente com 1,0 km, enquanto a Zona Oeste representa o maior raio, com 3,8 km, uma variação de 3,8 vezes. Com relação as áreas de planejamento (APs), a AP2 apresenta 1,3km, enquanto a AP5 possui um raio de 5,5 km, que é uma proporção ainda maior, a comparada anteriormente (4,2 vezes).

Os valores encontrados em LANGE et al., 2014, LI et al., 2020 e WILHELMSSON, 2022 para a distância a ser percorrida por habitante até possíveis PEVs variou entre 200 e 500 metros. As distâncias encontradas nesse trabalho já apontam para uma divergência quanto ao padrão internacional.

Já para entender se realmente há relação proposital entre densidade demográfica e número de postos, foram elencados os 5 bairros com maior número de postos em ordem decrescente (Tabela 9) e os 5 bairros com maior densidade demográfica, também em ordem decrescente (Tabela 10).

Tabela 9 – Bairros com maior número de PEVs no Município do Rio de Janeiro

Bairros	População (hab)	Área (ha)	Dens. demográfica (hab.ha ⁻¹)	Postos
Tijuca	163.805	1.007	163	4
Botafogo	82.890	480	173	4
Recreio dos Bandeirantes	84.224	3.066	27	3
Bangu	220.552	3.597	61	3
Barra da Tijuca	136.831	4.815	28	3

Fonte: Elaboração Própria

A Tabela 9 é liderada pelos bairros da Tijuca e Botafogo, ambos com 4 postos cada, seguidos por Recreio dos Bandeirantes, Bangu e Barra da Tijuca com 3. Observando a densidade demográfica, área e população, nenhum deles segue um padrão proporcional esperado.

Tabela 10 – Bairros com maior densidade demográfica no Município do Rio de Janeiro

Bairros	População (hab)	Área (ha)	Dens. demográfica (hab.ha ⁻¹)	Postos
Rocinha	69.356	144	483	1
Jacarezinho	37.839	94	401	1
Lapa	11.587	30	388	0
Copacabana	146.392	410	357	2
Catete	24.057	68	353	0

Fonte: Elaboração Própria

Já a Tabela 10 é liderada pela Rocinha, com 483 hab.ha⁻¹, seguida pelo Jacarezinho, com 401 hab.ha⁻¹, Lapa, com 388 hab.ha⁻¹, Copacabana, com 357 hab.ha⁻¹, Catete, com 353 hab.ha⁻¹. Percebe-se que a quantidade de postos chega a ser nula em alguns dos bairros de maior densidade demográfica da cidade, mostrando que existe um potencial voltado para a instalação de postos em bairros cariocas.

Cabe notar que, apesar da relação direta de densidade demográfica não poder ser traçada, o bairro da Barra da Tijuca é o 5º maior em relação à área territorial e os bairros de Bangu e Tijuca são os 2º e 3º em relação a total populacional.

Outro ponto relevante é que nem sempre os pontos de alta densidade a demográfica são acessíveis para coleta, principalmente no Rio de Janeiro, uma cidade com histórico de expressivo déficit em infraestrutura urbana, principalmente em ocupações desordenadas como as áreas de favelas. (SCHUELER et al., 2018)

Geografias como essas prejudicam a logística de atendimento porta-a-porta, mas também impactam a operação dos pontos limitando espaço para a disposição temporária de resíduos e dificuldade de acesso de caminhões e equipamentos de coleta.

Além da distância até os postos, a quantidade dos postos também pode ser estudada para avaliar se esses são suficientes para o atendimento da população dos bairros. Foram construídas, então tabelas em função de diferentes zonas da cidade (Tabela 11) e das áreas de planejamento (Tabela 12) relacionando a razão entre a quantidade de habitantes (hab) e o número de pontos (nPEV) segundo a equação 2.

Tabela 11 – Relação de habitantes por postos por zonas no Município do Rio de Janeiro

Zonas	População (hab)	nPEV	hab/Posto
Centro	296.400	6	49.400
Zona Norte	2.771.268	35	79.179
Zona Oeste	2.614.728	19	137.617
Zona Sul	638.050	15	42.537

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 12 – Relação de habitantes por postos por APs no Município do Rio de Janeiro

Áreas de Planejamento	População (hab)	nPEV	hab/Posto
AP 1	296.400	6	49.400
AP 2	1.078.313	21	51.348
AP 3	2.331.005	29	80.379
AP 4	909.955	13	69.997
AP 5	1.704.773	6	284.129

Fonte: Elaboração Própria

Os menores valores obtidos também são correspondentes à Zona Sul e Centro e, desse modo, a AP1 e AP2. A amplitude observada também se comporta de modo semelhante, apesar da variação ser menor. Enquanto na Zona Sul a razão é de 42.537 moradores por posto, para a Zona Oeste é de 137.617, uma proporção de 3,2 vezes maior, o que é um ponto negativo para população. Fazendo a mesma análise para as APs, essa razão foi ainda maior (5,8 vezes), entre AP1 e AP5, mostrando mais uma vez a escassez desse tipo de serviço no município.

De acordo com dois artigos base sobre estudos realizados na China e Suécia, a distribuição de habitantes por postos se aproxima a 1.500 hab/Posto e 2.032 hab/Posto, uma média de 1.766 hab/Posto. Os valores da literatura se distanciam do menor valor obtido (40.771 hab/Posto) para a Zona Sul da cidade, que é o local de maior poder aquisitivo e de investimentos por parte dos órgãos públicos. (LI et al., 2020; PETERSEN et al., 2004)

O impacto de um elevado quantitativo no número de habitantes por posto se demonstra na capacidade física de atendimento do posto e na frequência de coleta. Para isso, foi feita uma análise através do volume de resíduos recicláveis secos gerado por habitantes para cada PEV em cada zona e área de planejamento. Essa análise tem como intuito entender se a capacidade dos postos cariocas é condizente com o armazenamento esperado.

Com as medidas de hab/Posto, entrega diária ($E_{diária}$) e volume necessário (V_{nec}) descritas nas equações 3 e 4, foram obtidas as Tabelas 13 e 14 que apresentam os valores de entrega diária por zonas do município e por APs, respectivamente.

Tabela 13 – Entrega diária e Volume diário necessário por zonas no Município do Rio de Janeiro

Zonas	hab/Posto	$E_{diária}$ (kg)	$V_{nec/dia}$ (L)	$V_{nec/sem}$ (L)
Centro	49.400	934	10.377	72.639
Zona Norte	79.179	1.497	16.633	116.431
Zona Oeste	137.617	2.602	28.909	202.363
Zona Sul	42.537	804	8.936	62.552

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 14 – Entrega diária e Volume diário necessário por APs no Município do Rio de Janeiro

Áreas de Planejamento	hab/Posto	E _{diária} (kg)	V _{nec/dia} (L)	V _{nec/sem} (L)
AP 1	49.400	934	10.377	72.639
AP 2	51.348	971	10.787	75.509
AP 3	80.379	1.520	16.885	118.195
AP 4	69.997	1.323	14.704	102.928
AP 5	284.129	5.372	59.686	417.802

Fonte: Elaboração Própria

Os volumes médios diários variaram proporcionalmente à análise previamente realizada em função do número de postos por habitante. No entanto, gerando um volume mínimo diário de 8,936 m³ na Zona Sul e 10,377 m³ na AP1. Observa-se que essa capacidade já não parece estar em linha com a infraestrutura dos postos atuais e com seu sistema de operação dada a Figura 28.

A Figura 28 ilustra coletores que são usados nos ecopontos do Rio de Janeiro. Os volumes são variáveis, no entanto, para se obter o volume mínimo necessário de 62,5 m³ seriam necessários ao menos 4 coletores de 15,6 m³ ou 25 coletores de 2,5 m³. Todavia, a média aplicada hoje por exemplo, para o município de São Paulo é de 2,5 m³ de cada coletor de resíduo e funciona no regime de 4 coletores por posto. (SÃO PAULO, 2023)

Figura 28 - PEVs aplicados no Município do Rio de Janeiro



Fontes: FIOCRUZ, 2011; LIGHT, 2023; ZONA SUL, 2023; RECICLOTECA, 2020

Partindo então do volume de $2,5 \text{ m}^3$, para estimar se estimar o volume ideal do ponto, a população que poderia ser atendida por uma estação equipada com 4 coletores de resíduos diferentes, com uma coleta semana por PEV pode-se realizar um cálculo inverso. O cálculo é dado pelas equações 4.5, 4.6 e 4.7. Na Figura 29 apresenta-se um esquema de operação.

Figura 29: Esquema para simulação de operação



Fonte: Elaboração Própria

O volume do ponto disponível (V_{posto}) e a relação de habitantes por posto ($\text{hab}/\text{Posto}_{\text{ideal}}$) são representados na Tabela 15 como simulação. Partindo dos valores já definidos anteriormente, chega-se a um valor de 10 m^3 para o volume do posto e 6.803 habitantes por PEV.

Tabela 15 – Cálculo inverso da proporção de habitantes por posto pela capacidade média do PEV

Medida	Sigla	Valor	Unidade
Capacidade do coletor	cap_{coletor}	2.500	L
Número de coletores	nc	4	-
Frequência de coleta	f_{coleta}	7	dias
Volume do posto	V_{posto}	10.000	L/7dias
Volume do posto / dia	$V_{\text{posto}/\text{dia}}$	1.429	L/dia
Densidade média dos RRS	d_m	0,09	kg/L
Entrega factível semanal	E_{fac}	129	kg
Geração diária por habitante	G_{hab}	0,54	kg/dia.hab
Razão da população que recicla	r_{rec}	0,035	-
Habitantes/posto	$\text{hab}/n\text{PEV}$	6.803	hab

Fonte: Elaboração Própria

O valor obtido de 6.803 habitantes por PEV diverge da média dos outros artigos mencionados, mesmo a capacidade estimada sendo semelhante. Isso provavelmente é causado pelo fato da razão da população que recicla ser uma proporção assumida, 3,5%, e ela ser variável entre os países. (LI et al., 2020; PETERSEN et al., 2004)

Ademais, esse valor assume uma coleta semanal, que aumentaria a viabilidade de operação dos postos dado o impacto de transporte em custo.

Ainda assim, o quantitativo populacional representa valor 6,2 vezes menor que o menor valor de distribuição hab/Posto encontrado, dado pela Zona Sul com 42.537 hab/Posto. Além disso, o volume do posto calculado se mostrou 10 m³ enquanto o necessário seria 62,5m³.

É importante apontar que os postos ainda têm muito potencial de divulgação e adesão. Segundo as próximas metas estabelecidas pelo PLANARES, o volume a ser reciclado terá que quintuplicar.

Uma vez que falta estímulo por parte governamental da educação ambiental e presença da discussão no cotidiano dos cariocas as ferramentas ainda não são utilizadas em todo seu potencial. Em contrapartida, as possíveis consequências de subdimensionamento podem ser o desestímulo a entrega dos recicláveis e o descarte incorreto dos resíduos, precarizando ainda mais o serviço. (VILLA et al., 2020)

5.3 FORMULÁRIO CONTRA ESTUDO DE DISTRIBUIÇÃO

Foi avaliado o nível de satisfação da população do bairro do município, com relação ao número de PEVs disponíveis para atender a população, para os bairros que tiveram postos reconhecidos pela população. A Tabela 16 apresenta os valores.

Tabela 16 – Relação entre satisfação dos indivíduos que tem postos em seus bairros com o número de postos mapeados

Rótulos de Linha	Satisfação por bairro	Número de postos
Anil	5,0	1
Del Castilho	5,0	1
Jacarepaguá	4,3	2
Cidade de Deus	4,0	1
Leme	4,0	1
Praça da Bandeira	4,0	0
Barra da Tijuca	3,2	3
Copacabana	3,1	2
Botafogo	3,0	4
Campo Grande	3,0	2
Catete	3,0	0
Flamengo	3,0	1
Lagoa	3,0	0
Recreio dos Bandeirantes	3,0	3
Santa Teresa	3,0	0
São Cristóvão	3,0	0
São Conrado	2,9	1
Tijuca	2,9	4
Ipanema	2,7	1
Leblon	2,7	2
Freguesia (Jacarepaguá)	2,6	0
Jardim Botânico	2,3	0

Bonsucesso	2,0	0
Cacúia	2,0	0
Centro	2,0	1
Gávea	2,0	1
Laranjeiras	2,0	0
Méier	2,0	2
Rio Comprido	2,0	1
Vila Valqueire	2,0	0
Humaitá	1,7	1
Engenho Novo	1,0	0
Vicente de Carvalho	1,0	0
Vila Cosmos	1,0	0

Fonte: Elaboração Própria

Foi notado que em 41% dos bairros cujos respondentes relataram ter pontos, não tinham pontos mapeados pela pesquisa. No entanto, também se notou que em metade desses bairros, o serviço de PEVs é mal avaliado.

Ainda assim, em função do tempo, é possível que alguns dos postos já estejam desativados, ou, não conseguiram ser encontrados em função da não disponibilização de dados na internet.

Também foi avaliado que em 50 dos 72 bairros que os habitantes alegaram não terem pontos de coleta, ou seja, 69%, tem pontos mapeados pelo estudo. Entende-se, dessa forma, que a informação de localização dos pontos não está sendo bem difundida.

6 CONCLUSÕES

Observando os resultados encontrados, entende-se que ainda existe muito espaço para melhora no cenário de reciclagem do Município do Rio de Janeiro. Tanto em questão de educação ambiental, que é imprescindível para o avanço e impulsionamento da segregação, quanto da aplicação de pontos de entrega.

Entendeu-se que, apesar de influenciados ligeiramente pelo aspecto sustentável, a não geração ou escolha sustentável ainda não é uma prioridade para os cariocas, que não são alcançados por políticas de educação ambiental com frequência. Também foi notado que esses, em sua maioria, sabem segregar os resíduos, apesar de terem dúvidas, mas que não se traduz diretamente para a atividade prática. Além disso, avaliam bem a coleta regular, mas não são próximos à estrutura de PEVs e avaliam mal sua implementação atual.

Principalmente na Zona Oeste, AP4 e AP5, que apresentam grandes distâncias entre postos, ou na Lapa e Catete, bairros de grande densidade demográfica, existem oportunidades para aplicações de novos pontos de entrega. Com isso, é necessário entender o custo de

operação da implementação de mais pontos mais espaçados no município. Essa implementação deve vir acompanhada de estímulo para a participação da população, uma vez que o volume deve justificar a frota alocada e deslocamento, também podendo ser uma opção o estímulo de parcerias público-privadas.

Além disso, foi identificado que nem todos os postos mapeados facilitam e possibilitam a entrega de recicláveis em grandes volumes. Alguns postos estão dentro de estabelecimentos ou tem coletores inferiores a 1000L, o que poderia causar incomodo em carregar os volumes. Ainda, aberturas de alguns dos coletores poderiam ser revistas porque impossibilitam a acomodação de resíduos maiores, desestimulando a entrega correta ou causando descarte irregular fora do local designado.

Algumas das iniciativas que implementaram postos estimulam a entrega de recicláveis por meio de retorno financeiro. Práticas de bonificação da população são aconselháveis pelo PLANARES para a implementação dos projetos. Dinâmicas como essas podem ser possibilitadas, também, pela negociação de créditos de reciclagem.

No entanto, também é possível trazer reflexões acerca das prioridades do setor privado ao implementar políticas sustentáveis e de redução de resíduos. O interesse na adoção desse tipo de prática atualmente parece ser dado pela criação de uma imagem sustentável atrativa para o consumidor de seus produtos. Desse modo, quando se estudam os 5Rs, o desestímulo ao consumo inconsciente e a não geração não são de interesse direto desses atores, e precisam ser mais bem regulados por meio de legislação.

Não existe ainda no Brasil penalização forte para a falta com a obrigatoriedade de implementação de logística reversa ou imposição de criação de produtos mais sustentáveis pelas empresas, práticas executadas em países desenvolvidos. Essa manobra pode ser consciente, dado o aquecimento da economia e a redução de obstáculos para empresas situadas no país, porém de certo gerará e já gera impactos para a população brasileira.

Dentro do Município do Rio de Janeiro um recorte a mais a ser feito é sobre a responsabilidade de administração do aterro sanitário e do transporte dos resíduos. Hoje a empresa que administra a CTR-Rio, a Ciclus Ambiental, é a mesma responsável pelos transportes dos resíduos até lá. Essa dupla ação pode criar conflito de interesse em relação à redução de volume destinado a cooperativas e empresas de reciclagem uma vez que é de interesse da empresa levar os resíduos ao aterro.

6.1 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS ESTUDOS

É necessário apontar que o total abarcado no formulário de opinião não é representativo estatisticamente do total populacional do Município do Rio de Janeiro, logo, a interpretação dos resultados exige cautela. Também, seria interessante para próximos estudos ter mais dispersão da população entre bairros para ter uma visão mais completa do cenário da cidade e abarcar mais diversidade econômica e de instrução técnica.

Perguntas que poderiam ser adicionadas em outras pesquisas de opinião populacional e não foram abarcadas nesse trabalho poderiam ser a propósito de realização de compostagem caseira ou conhecimento de técnicas para tal, uma vez que existe tendência a crescimento dessa prática.

7 REFERÊNCIAS

ABAL. 2023. Associação Brasileira do Alumínio. **Índice de reciclagem de latas de alumínio para bebidas atinge marca recorde de 100%**. Disponível em: <[https://abal.org.br/noticia/indice-de-reciclagem-de-latas-de-aluminio-para-bebidas-atinge-marca-recorde-de-](https://abal.org.br/noticia/indice-de-reciclagem-de-latas-de-aluminio-para-bebidas-atinge-marca-recorde-de-100/#:~:text=O%20Brasil%20reciclou%20100%25%20das,o%20pa%C3%ADs%20como%20refer%C3%Aancia%20global)

100/#:~:text=O%20Brasil%20reciclou%20100%25%20das,o%20pa%C3%ADs%20como%20refer%C3%Aancia%20global> Acesso em: 22 nov. 2023.

ABEAÇO. 2023. Associação Brasileira de Embalagem de Aço. **Sustentabilidade**. Disponível em: <<https://abeaco.org.br/sustentabilidade/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

ABIVIDRO. 2019. Associação Brasileira das Indústrias de Vidro. **Guia Reciclagem do Vidro**. Disponível em: <<https://abividro.org.br/wp-content/uploads/2019/01/Abividro-Guia-Reciclagem-do-Vidro.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2023.

ABIVIDRO. 2023. Associação Brasileira das Indústrias de Vidro. **Porque o vidro é a melhor opção para reciclar!** Disponível em: <https://abividro.org.br/wp-content/uploads/2021/08/E-book_Porque-o-vidro-e-a-melhor-opcao-para-reciclar-1.pdf> Acesso em: 22 nov. 2023.

ABRALATAS. 2017. Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio. **A lata é a embalagem para bebidas mais reciclada no mundo**. Disponível em: <<https://www.abralatas.org.br/a-lata-e-a-embalagem-para-bebidas-mais-reciclada-no-mundo/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

APTI A. 2021. **Green Recycled Retail: Sustainable Retail in Vacant Department Store Using The 3R and 5R Strategy**. Master Thesis, 2021-06-22. Disponível em: <<http://resolver.tudelft.nl/uuid:b54b8a62-4b36-43d7-96bd-b9937e586633>>

ARTHUZ-LÓPEZ L, PÉREZ-MORA W. 2019. **Low environmental impact alternatives for the recycling of the expanded polystyrene worldwide**. Informador Técnico. 83(2), 209-219. DOI: 10.23850/22565035.163

ABNT. 1990. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.174: Armazenamento de Resíduo Classe II – Não inertes e III - Inertes**). Rio de Janeiro. p.7. 1990.

ABNT. 1992a. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro. p.14. 1992.

ABNT. 1992b. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro. p.7. 1992.

ABNT. 2004. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro. p.77. 2004.

ABNT. 1992. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro. p.14. 1992.

ANCAT. 2023. Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis. Atlas brasileiro da reciclagem. Disponível em: <<https://atlasbrasileirodareciclagem.ancat.org.br/coleta-seletiva>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BARRAL A.V.S. et al. 2019. **Caracterização De Resíduos E Consciência Ambiental Entre Estudantes Do Nível Fundamental: O Caso De Uma Escola Pública No Município De Paragominas-Pa**. Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (224 p.: il.), ISBN 978-85-7247-184-8 DOI 10.22533/at.ed.848191403

BARROSO D.F.R.; SILVA G.F.; CAVALCANTE-NETO A.A.; PARENTE I.P. 2020. **Reaproveitamento De Resíduos Sólidos Como Instrumento De Gestão Ambiental Urbana E De Educação Ambiental Comunitária**. Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade, 1. ed., Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020. (479 p.: il.), ISBN 978-85-7946-358-7

BRAGA, B. et al. 2005. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, xvi, 318 p., il. ISBN 85-7605-041-2[Broch.]. *(BC - 19\BG - 10\BI - 10\BM – 12)

BERTICELLI R., PANDOLFO A., KORF E. P. 2017. **Gestão Integrada De Resíduos Sólidos Urbanos: Perspectivas E Desafios**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental., Florianópolis, v. 5, n. 2, p.711-744, out.2016/mar. 2017.

BESEN, G. R., RIBEIRO, H., GÜNTHER, W. M. R., JACOBI, P. R. 2014. **Coleta seletiva na Região Metropolitana de São Paulo: impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Ambiente & Sociedade, 17(3), 259–278. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2014000300015>

BRASIL. 2010. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9605/98 e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. 2019. Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Qualidade Ambiental, **Programa Lixão Zero**, Acesso do site do MMA. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/lixao-zero>> Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL. 2020. **Decreto No 10.240, 12 de fevereiro de 2020**. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto no 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=389786>. Acesso em: 22 de novembro de 2023.

BRASIL. 2021. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**. Acesso do site do MDR, Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/panorama-do-saneamento-basico-do-brasil>> Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL. 2022a. Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Qualidade Ambiental, **Plano Nacional De Resíduos Sólidos**, Acesso do site do SINIR, Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos, Disponível em: <<https://sinir.gov.br/informacoes/plano-nacional-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL. 2022b. **Decreto No 10.936, 12 DE JANEIRO DE 2022**. Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2022/decreto-10936-12-janeiro-2022-792233-publicacaooriginal-164412-pe.html>. Acesso em: 22 de novembro de 2023.

CÂMARA L.R.A. et al. 2019. **Problemática Da Geração Dos Resíduos Sólidos Em Uma Instituição De Ensino**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (258 p.: il.), ISBN 978-85-7247-500-6. DOI 10.22533/at.ed.006192407

CANCIANO J., VALLADARES M., FERNÁNDEZ X. 2021. **Estimación de la huella de carbono en la industria papelera**. Avances, vol. 23, núm. 4. Instituto de Información Científica y Tecnológica, Cuba Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869393006>> Acesso em: 22 nov. 2023.

CASELLA F.C.P. 2023. Consultor Jurídico. **Desestímulo à reciclagem na reforma tributária**. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2023-jul-07/fabio-casella-reforma-tributaria-desestimulo-reciclagem/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

CASTRO T.C.S., PIMENTA S.S., PIMENTA A.C.S., LEMOS J.N.A. 2020. **Caracterização Ambiental Da Área De Disposição De Resíduos Sólidos Em Alcântara – MA**. Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade, 1. ed., Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020. (479 p.: il.), ISBN 978-85-7946-358-7

CEMPRE. 2017. Compromisso Empresarial Para Reciclagem. **Relatório Técnico Acordo Setorial De Embalagens Em Geral**. Cempre, Lenium Ambiental. Relatório De Desempenho Do Sistema De Logística Reversa De Embalagens Em Geral. V1, Fase 1 - Parcial - Ano 1, 25 de Janeiro de 2017

CEMPRE. 2023. Compromisso Empresarial Para Reciclagem. **Ciclosoft, Panorama da Coleta Seletiva no Brasil**. (p.66) Disponível em: < <https://ciclosoft.cempre.org.br/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

CHANDRAPPA R., DAS, D. B. 2012. **Solid Waste Management: Principles and Practice (Environmental Science and Engineering)**. Springer (p. 428), ISSN 1431-6250. DOI 10.1007/978-3-642-28681-0

CHEN D. M. et al. 2020. **The world's growing municipal solid waste: trends and impacts**. Environmental Research Letters, v.15, 07, 4021. DOI 10.1088/1748-9326/ab8659

CLOCK, D., OLIVEIRA T.M.N. 2017. **Resíduos Sólidos Dos Serviços De Saúde Na Ótica Da Segurança Ambiental**. In: EL-DEIR, S. G.; BEZERRA, R. P. L.; AGUIAR, W. J. Resíduos Sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2a ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 7-14.

CNM. 2015. Confederação Nacional de Municípios. **CNM orienta sobre a implantação dos Ecopontos e dos Locais de Entrega Voluntária**. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/cnm-orienta-sobre-a-implantacao-dos-ecopontos-e-dos-locais-de-entrega-voluntaria>> Acesso em: 22 nov. 2023.

COMCAP. 2002. COMCAP, Universidade Federal de Santa Catarina. **Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Urbanos de Florianópolis**. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/04_12_2009_16.43.20.3c8dbbc3ec4faf520fb12678faea9be3.pdf. Acesso em: 22 nov. 2023.

COMLURB. 2023a. Companhia Municipal de Limpeza Urbana, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Coleta Seletiva**. Disponível em: < <https://comlurb.prefeitura.rio/servico/coleta-seletiva/historico/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

COMLURB. 2023b. Companhia Municipal de Limpeza Urbana, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Cooperativas de Catadores Cadastradas**. Disponível em: < <https://comlurb.prefeitura.rio/servico/coleta-seletiva/cooperativas-de-catadores-cadastradas/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

CONAMA. 2001. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

CONAMA. 2002. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

CONAMA. 2017. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 481, de 3 de outubro de 2017**. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.

DINIZ, R. G. N., LEMOS, C. F., LIMA, S. C., MELO, V. V. 2023. **Análise Da Dificuldade De Reciclagem Do Vidro No Brasil E A Logística Reversa Como Alternativa Para Minimizar Os Impactos Ambientais**. Revista Contemporânea, 3(5), 4226–4241. <https://doi.org/10.56083/RCV3N5-041>

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. 2023. **Circular economy introduction**. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>> Acesso em: 22 nov. 2023.

EPSTEIN, E. 1997. **The Science of Composting**. CRC Press LLC, Florida, 504 p.

ESCOLA POLITÉCNICA. 2010. Escola Politécnica USP, Formando Líderes. **O que é e o que não é reciclável**. Disponível em:< https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/03/160310_galeria_lixao_estrutural_pf> Acesso em: 22 nov. 2023.

FALCON D.R., SILVA R.A.F., SIEBER S.S., SILVA K.B.B. 2020. **Desafios Da Questão Dos Rejeitos Em Um Assentamento Rural No Semiárido De Pernambuco**. Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade, 1. ed., Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020. (479 p.: il.), ISBN 978-85-7946-358-7

FILHO P.S.L.S., SANTOS R.C.A.L., FERREIRA, I.V.L. 2019. **A Contribuição Dos Resíduos Sólidos Gerados No Centro De Tecnologia Para A Cooperativa De Reciclagem De Alagoas – Cooprel (2014-2015)**. Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (224 p.: il.), ISBN 978-85-7247-184-8 DOI 10.22533/at.ed.848191403

FIOCRUZ. 2011. Fundação Oswaldo Cruz. **Ecoponto: O Seu Local De Coleta Seletiva Na Fiocruz**. Disponível em: <<https://www.cogic.fiocruz.br/2011/12/ecoponto-o-seu-local-de-coleta-seletiva-na-fiocruz/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

FRANCA L.S., RIBEIRO G.M., CHAVES G.L.D. 2019. **The planning of selective collection in a real-life vehicle routing problem: A case in Rio de Janeiro**, Sustainable Cities and Society, Volume 47, 101488, ISSN 2210-6707, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101488>.

FRÓES P. 2016. A 15 km do Planalto, a vida no maior lixão ativo da América Latina. **BBC NEWS Brasil**, São Paulo, 12 de março de 2016. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/03/160310_galeria_lixao_estrutural_pf> Acesso em: 22 nov. 2023.

GANDARA M., GONCALVES A.R., SARON C. 2017. **Compósitos de PET reciclado com fibra de cana-de-açúcar tratada por explosão a vapor**. Matéria (Rio de Janeiro), V.22. DOI - 10.1590/s1517-707620170004.0224

GANIM G.R., SILVA M.B. 2019. **Potencialidades Das Normas Iso 14001 E 14005 Em Empresas Comerciais**. Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (224 p.: il.), ISBN 978-85-7247-184-8 DOI 10.22533/at.ed.848191403

GATT I. J., REFALO P. 2022. **Reusability and recyclability of plastic cosmetic packaging: A life cycle assessment**, Resources, Conservation & Recycling Advances, Volume 15, 200098, ISSN 2667-3789, <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200098>.

GERBER D., PASQUALI L. BECHARA F. 2015. **Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.6, (p. 293). DOI - 10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0023

GODOY, M.R.B. 2013. **Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil**. Caderno de Geografia, Volume 23, n. 39, ISSN 0103-8427.

GONÇALVES E., 2021. CCDM/ UFSCAR. **Termofixos e Termoplásticos**. 12 de Agosto de 2021. Disponível em: < <http://www.ccdm.ufscar.br/2021/08/12/termofixos-e-termoplasticos/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

GOUVEIA N., PRADO R. R. 2009. **Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos**, Revista de Saúde Pública, Vol. 44, No. 5, pp. 1-8. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102010005000029>

GOUVEIA, N. 2012. **Resíduos sólidos urbanos: Impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Ciência & Saúde Coletiva, 17, 1503-1510. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014>.

GPA. 2023. Grupo Pão de Açúcar. **Programas de descarte correto de resíduos de nossos(as) clientes**. Disponível em: <<https://www.gpabr.com/pt/post-programas-pagina-consumo-e-oferta-consciente/descarte-correto-de-medicamentos/>> Acesso em: 22 nov. 2023

GRAEDEL, T.E., ALLWOOD, J., BIRAT, J.-P., BUCHERT, M., HAGELÜKEN, C., RECK, B.K., SIBLEY, S.F. AND SONNEMANN, G. 2011. **What Do We Know About Metal Recycling Rates?** Journal of Industrial Ecology, 15: 355-366. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00342.x>

GUARNIERI P., CERQUEIRA-STREIT J. A., BATISTA L. C. 2020. **Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy**, Resources, Conservation and Recycling, Volume 153, 104541, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104541>.

HALKOS G., PETROU K. N. 2016. **Moving Towards a Circular Economy: Rethinking Waste Management Practices**. Journal of Economic and Social Thought, 2016, vol. 3, issue 2, 220-240. DOI:10.1453/jest.v3i2.854

HEJNA A. 2023. **Renewable, Degradable, and Recyclable Polymer Composites**. Polymers (Basel). Apr 2;15(7):1769. doi: 10.3390/polym15071769. PMID: 37050383; PMCID: PMC10097031.

HERRERA-COBO J., ESCOBAR J., MARTINEZ D.A. 2023. **Metaheuristic algorithm for the location, routing and packing problem in the collection of recyclable waste**.

International Journal of Industrial Engineering Computations, v.14, 157 - 172 (p.17). DOI - 10.5267/j.ijiec.2022.8.004

IBÁ. 2023. Indústria Brasileira de Árvores. **Reciclagem**. Disponível em: <<https://www.iba.org/reciclagem>> Acesso em: 22 nov. 2023.

IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/panorama>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

IBGE. 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/panorama>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

IMBEAH M., 1998, **Composting piggery waste: A review**, Bioresource Technology, Volume 63, Issue 3, Pages 197-203, ISSN 0960-8524, [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(97\)00165-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(97)00165-X).

IPEA. 2013. Instituto de Pesquisa Econômica Avançada. **Situação Social Das Catadoras E Dos Catadores De Material Reciclável E Reutilizável – Brasil**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/situacao_social/131219_relatorio_situacao_social_mat_reciclavel_brasil.pdf> Acesso em: 22 nov. 2023.

IPEA. 2023. Instituto de Pesquisa Econômica Avançada. **Carta de Conjuntura**. Número 60 — Nota De Conjuntura 33 — 3 ° Trimestre De 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/> Acesso em: 22 nov. 2023.

IPP. 2018. Instituto Pereira Passos. **População residente e domicílios, segundo Bairros do Município do Rio de Janeiro – 2010**. Disponível em: <<https://www.data.rio/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

IPP. 2020. Instituto Pereira Passos. **Limite de Bairros** Disponível em: <<https://www.data.rio/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

I9 CONSULTORIA. 2023. I9 Consultoria: Auditoria e Treinamentos. **CONAMA nº 275 – Você conhece as cores da coleta seletiva?** Disponível em: <<https://www.i9ce.com.br/conama-no-275-voce-conhece-as-cores-da-coleta-seletiva/?cn-reloaded=1>> Acesso em: 22 nov. 2023.

ISLU. 2022. **Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana**. SELUR. Disponível em: <https://www.selur.org.br/publicacoes/indice-de-sustentabilidade-da-limpeza-urbana-islu-edicao-2022/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

IZATT R.M., IZATT S.R., BRUENING R.L., IZATTA N.E., MOYERC B.A. 2014. **Challenges to achievement of metal sustainability in our high-tech society.** Chem. Soc. Rev., 2014,43, 2451-2475. DOI: <https://doi.org/10.1039/C3CS60440C>

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. 2011. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** Estudos Avançados, Volume 25, n. 71, 135-158, 2011. Recuperado de <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10603>

JØRGENSEN F.A. 2019. **Recycling.** MIT Press, 2019 - p. 216, ISBN 0262355817. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/10711.001.0001>

JUNIOR J.C.N.T. 2013. **Obtenção, Mercado E Reciclagem De Sucatas Ferrosas Na Industria Siderurgica Brasileira.** Projeto de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Nov.2013. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010007.pdf>

KAZA, S., YAO L., BHADA-TATA P., VAN WOERDEN F. 2018. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050,** Urban Development Series. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1329-0. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO

KUBASAKOVA I., KUBANOVA J. 2021. **The Comparison of Implementation Items of Reverse Logistics in Terms of Chosen Companies in Europe and Slovakia,** Transportation Research Procedia, Volume 53, Pages 167-173, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.022>.

LANDIM A.P.M., BERNARDO C.O., MARTINS I.B.A.; FRANCISCO M.R., SANTOS M.B., MELO N.R. 2016. **Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol.26, nSuppl, p.82-92. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.1897>

LANGE F., BRÜCKNER C., KRÖGER B., BELLER J., EGGERT F. 2014. **Wasting ways: Perceived distance to the recycling facilities predicts pro-environmental behavior,** Resources, Conservation and Recycling, Volume 92, Pages 246-254, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.07.008>.

LAVNITCKI, L.; BAUM, C.A.; BECEGATO, V.A. 2018. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos: abordagem da problemática no Brasil e a situação na região sul.** Ambiente & Educação, v. 23, n. 3, p. 379-401. DOI: 10.14295/ambeduc.v23i3.7783.

LIC., ZHANG Y., NOUVELLET P., OKORO J.O., XIAO W., HARDER M.K. 2020. **Distance is a barrier to recycling – or is it? Surprises from a clean test,** Waste Management, Volume 108, Pages 183-188, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.04.022>.

LIGHT. 2023. **Light Recicla.** Disponível em: <<https://www.light.com.br/SitePages/page-blog-postagem.aspx?postId=39>> Acesso em: 22 nov. 2023.

LIMA M.S.P., SILVA C.O. 2017. **Análise Do Gerenciamento Dos Resíduos Gerados Na Orla Da Praia Do Francês, Marechal Deodoro – AL.** Resíduos Sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2a ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 7-14.

LIU Z., YANG J.Z., BLOOMFIELD A., CLARK S.S., SHELLY M.A. 2022. **Predicting recycling intention in New York state: The impact of cognitive and social factors,** Environmental Development, Volume 43, 100712, ISSN 2211-4645, <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2022.100712>.

MACEDO A.R.P., VALENÇA A.C.V. 1995. **Reciclagem de Papel.** BNDES Setorial, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Rio de Janeiro, n. 2, p. [4]-22.

MARSEGLIA G., MESA J.A., ORTEGA F.A., PIEDRA-DE-LA-CUADRA R. 2022. **A heuristic for the deployment of collecting routes for urban recycle stations (eco-points),** Socio-Economic Planning Sciences, Volume 82, Part A, 101222, ISSN 0038-0121, <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101222>.

MASSI E.H.G., ZAPPAROLI I.D., MASSI C.G. 2019. **Pagamento Por Serviço Ambiental Urbano: Estimativas Dos Benefícios Econômico E Ambiental De Associações De Catadores De Materiais Recicláveis No Norte Paranaense.** Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (224 p.: il.), ISBN 978-85-7247-184-8 DOI 10.22533/at.ed.848191403

MDIC. 2023. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Governo aumenta Imposto de Importação de resíduos sólidos e fortalece cadeia nacional de reciclagem.** Disponível em: < <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/julho/governo-eleva-imposto-de-importacao-de-residuos-solidos->

para-fortalecer-a-cadeia-nacional-de-reciclagem-e-promover-a-sustentabilidade> Acesso em: 22 nov. 2023.

MMA. 2023a. Ministério do Meio Ambiente. **Coleta Seletiva**. Disponível em: < <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento.html>> Acesso em: 22 nov. 2023.

MMA. 2023b. Ministério do Meio Ambiente. **Governo limita importação de resíduos para fortalecer reciclagem**. Disponível em: < <https://www.gov.br/mma/pt-br/governo-limita-importacao-de-residuos-para-fortalecer-reciclagem#:~:text=As%20al%C3%ADquotas%20do%20Imposto%20de,res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos%20no%20meio%20ambiente>> Acesso em: 22 nov. 2023.

MSWSORTING. 2023. MSWsorting. **Waste Sorting Equipment**. Disponível em: < <https://www.mswsorting.com/product.html>> Acesso em: 22 nov. 2023.

NAGALLI, A.; GERALDO FILHO, P. R.; BACH, N. S. 2020. **Densidade aparente média de resíduos sólidos coletados em uma obra portuária**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, [S. l.], v. 9, n. 19, 2020. DOI: 10.22292/mas.v9i19.933. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/933>. Acesso em: 14 dez. 2023.

NASCIMENTO C. F. G., SILVA F. G. A., LAFAYETTE K. P. V., SANTOS M. J. P. 2020. **Diagnóstico Dos Impactos Físicos-Ambientais, Utilizando A Matriz Gut No Campo Da União Em Recife – PE**. Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade, 1. ed., Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020. (479 p.: il.), ISBN 978-85-7946-358-7

NETO O. P. R. 2019. **Modelagem Do Impacto Socioeconômico Do Tratamento Integrado De Resíduos Sólidos Na Economia Brasileira**. Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (224 p.: il.), ISBN 978-85-7247-184-8 DOI 10.22533/at.ed.848191403

NETO O.P.R., CUNHA M.P. 2019. **Challenging The Brazilian Urban Solid Waste Policy With A Minimum Recycling Rate For Disposables**. Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (224 p.: il.), ISBN 978-85-7247-184-8 DOI 10.22533/at.ed.848191403

NIE Y., WU Y., ZHAO J., ZHAO J., CHEN X., MARASENI T., QIAN G. 2018. **Is the finer the better for municipal solid waste (MSW) classification in view of recyclable constituents? A comprehensive social, economic and environmental analysis**, Waste Management, Volume 79, Pages 472-480, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.016>.

O GLOBO. 2023. **Cooperativas de Sorocaba enfrentam dificuldades com queda nos preços dos materiais recicláveis**. Disponível em: <https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-news/what-are-the-top-plastics-that-get-recycled> Acesso em: 22 nov. 2023.

OCEANWORKS. 2023. **What Are The Top Plastics That Get Recycled?** Disponível em: <https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-news/what-are-the-top-plastics-that-get-recycled> Acesso em: 22 nov. 2023.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. 2004. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 89, p.20, ISSN 1677-1915.

PADILHA A.F. 2006. **Materiais De Engenharia: Microestrutura E Propriedades**. Hemus Livraria, Curitiba, 1 ed. (p.352) ISBN-10 8528904423. <https://doi.org/10.1590/S0366-69131997000300011>

PALÁCIO F.M.L., SOUSA J.G.S., MORALES, G.P., JÚNIOR A.P. 2019. **Construção De Índice Da Qualidade De Aterros De Resíduos Através Da Avaliação De Impacto Ambiental**. Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (224 p.: il.), ISBN 978-85-7247-184-8 DOI 10.22533/at.ed.848191403

PALÁCIO F.M.L., GUIMARÃES R.Q. 2020. **Educação E Responsabilidade Ambiental; Sensibilização Sobre Meio Ambiente E Resíduos Sólidos Em Uma Escola No Município De Paragominas – PA**. Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade, 1. ed., Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020. (479 p.: il.), ISBN 978-85-7946-358-7

PETERSEN C.H.M., BERG P.E.O., 2004, **Use of recycling stations in Borlänge, Sweden – volume weights and attitudes**, Waste Management, Volume 24, Issue 9, Pages 911-918, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.04.002>.

PIRES, I.C.G., FERRÃO, G.E. 2017. **Compostagem no Brasil sob a perspectiva da legislação ambiental**. Revista Trópica: Ciências Agrárias E Biológicas, 9(01). Recuperado de <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/view/5685>

PORTAL DA INDÚSTRIA. 2023. Portal da Indústria. **Logística Reversa**. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/logistica-reversa/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

RAI A., TRUMAN C., GILLES H., PATEL S. 2014. **How to Develop a Circular Economy for For the City of Phoenix Recycling Center**. RISN BUSINESS DEVELOPMENT Resource Innovation Hub at the 27 th Avenue Campus. DOI 10.13140/2.1.1398.9449

RECICLA SAMPA. 2022. **Saiba Como Funcionam As Cooperativas De Reciclagem**. Disponível em: <<https://www.reciclasampa.com.br/artigo/saiba-como-funcionam-as-cooperativas-de-reciclagem#:~:text=Ao%20ser%20descartado%20corretamente%20e,%C3%A9%20feito%20de%20forma%20manual>> Acesso em: 22 nov. 2023.

RECICLOTECA. 2020. Recicloteca, Centro de Informações sobre Reciclagem e Meio Ambiente. **Coleta Seletiva Carioca: contatos, dias, horários e material educativo**. Disponível em: <<https://www.recicloteca.org.br/coleta-seletiva/coleta-seletiva-carioca/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

REIJONEN H., BELLMAN S., MURPHY J., KOKKONEN H. 2021. **Factors related to recycling plastic packaging in Finland's new waste management scheme**. Waste Management, Volume 131, Pages 88-97, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.034>.

RIBEIRO A.B.L., ALMEIDA J.R., SANTOS M.F., NUNES Q.C. 2019. **Impactos Ambientais Da Mineração No Estado Do Pará, Brasil**. 8º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. ISSN 2525-4928 <http://itr.ufrrj.br/sigabi/anais>

RIO DE JANEIRO. 2021. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro – PMGIRS**. Prefeitura da Cidade do Rio De Janeiro. 93p. Disponível em: https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/13305794/4334422/PMGIRSVERSAO12_08_21.pdf Acesso em: 22 nov. 2023.

RIO DE JANEIRO. 2023a. **Comlurb apresenta novo equipamento para beneficiar o composto produzido no EcoParque do Caju.** Prefeitura da Cidade do Rio De Janeiro. 93p. Disponível em: <https://prefeitura.rio/comlurb/comlurb-apresenta-novo-equipamento-para-beneficiar-o-composto-produzido-no-ecoparque-do-caju/> Acesso em: 22 nov. 2023.

RIO DE JANEIRO. 2023b. **Informações sobre os postos de entrega voluntária de materiais.** Portal Rio 1746. Disponível em: <<https://www.1746.rio/hc/pt-br/articles/10734710270747-Inforna%C3%A7%C3%B5es-sobre-os-postos-de-entrega-volunt%C3%A1ria-de-materiais>> Acesso em: 22 nov. 2023.

RIO DE JANEIRO (Estado). 2013. **Plano Estadual De Resíduos Sólidos Do Rio De Janeiro - PERS.** Governo do Estado do Rio de Janeiro. 140p. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/item/10611-planos-estaduais.html>> Acesso em: 22 nov. 2023.

RIO DE JANEIRO (Estado). 2019. **Lei Nº 8473, de 15 de julho de 2019.** Adequa a legislação que dispõe sobre a substituição de sacolas plásticas não recicláveis e não retornáveis distribuídas pelos estabelecimentos comerciais localizados no estado do rio de janeiro, consolidando a redação.

RIPSA. 1998. Rede Interagências de Informações para a Saúde. **Qualificação de Indicadores do IDB-1998, Coleta de lixo.** Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb1998/fqf17.htm>> Acesso em: 22 nov. 2023.

RODRIGUES T.A. et al. 2019. **Estudo Sobre A Conscientização E A Importância Da Reutilização Do Óleo De Cozinha Residual.** Gestão de Resíduos Sólidos, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (224 p.: il.), ISBN 978-85-7247-184-8 DOI 10.22533/at.ed.848191403

RHEIN S., STRÄTER K. F. 2021. **Corporate self-commitments to mitigate the global plastic crisis: Recycling rather than reduction and reuse,** Journal of Cleaner Production, Volume 296, 126571, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126571>.

ROCHA M.B., ZOUAIN D.M. 2015. **Percepção socioambiental: a visão de turistas e gestores de hotéis sobre os impactos da poluição das praias no turismo do Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo. São Paulo, 9(2), pp. 360-377, maio/ago. 2015.DOI: <http://dx.doi.org/10.7784/rbtur.v9i2.775>

ROTA DA RECICLAGEM. 2023. HOME. Disponível em: <<https://www.rotadareciclagem.com.br/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

SANTOS, J. E. S., ELK, A. G. H. P., FERREIRA, J. A. 2021. **Gestão de resíduos sólidos dos maiores geradores da Região Metropolitana do Rio de Janeiro / Solid waste management of the largest generators in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro**. Brazilian Journal of Development, 7(3), 31760–31446. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-749>

SÃO PAULO. 2023. Prefeitura de São Paulo. **Pontos de Entrega Voluntária (PEV's)**. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/secretaria_executiva_de_limpeza_urbana/index.php?p=350659> Acesso em: 22 nov. 2023.

SCANDELAI A.P.J. et al.2019. **Avaliação Da Gestão De Resíduos Sólidos E Líquidos De Um Laticínio Do Norte Do Paraná**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 1., Belo Horizonte, Atena Editora, 2019. (258 p.: il.), ISBN 978-85-7247-500-6. DOI 10.22533/at.ed.006192407

SCHUELER A. S., KZURE H., RACCA G. B. 2018. **Como estão os resíduos urbanos nas favelas cariocas?**. urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana. Vol. 10(1):213-230. DOI: 10.1590/2175-3369.010.001. ao 15.

SIDDIQUE R., KHATIB J., KAUR I. 2008. **Use of recycled plastic in concrete: A review**, Waste Management, Volume 28, Issue 10, Pages 1835-1852, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.09.011>.

SILVA, A. I. F., SOUSA, D. B. 2020. **Percepção De Consumidores De São Luís – Ma Quanto À Logística Reversa**. Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade, 1. ed., Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020. (479 p.: il.), ISBN 978-85-7946-358-7

SILVA A. F., MATTOS U. A. O. 2019. **Logística Reversa - Portugal, Espanha E Brasil: Uma Revisão Bibliográfica**. Revista Internacional De Ciências, 9(1), 35–52. <https://doi.org/10.12957/ric.2019.36108>

SILVA C. L. 2018. **Proposal of a dynamic model to evaluate public policies for the circular economy: Scenarios applied to the municipality of Curitiba**, Waste Management, Volume 78, Pages 456-466, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.007>.

SILVA L.O., BRANDÃO C.R.P., VITÓRIA N.S. 2017a. **Avaliação Do Gerenciamento Dos Resíduos Sólidos Domiciliares Em Dois Bairros Na Cidade De Paulo Afonso-Ba: Estudo**

De Caso. Resíduos Sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2a ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 7-14.

SILVA R.C.P., BEZERRA R.P.L., EL-DEIR S.G., JUCÁ, J.F.T. 2017b. **Avaliação Do Modelo De Gestão Dos Resíduos Sólidos Urbanos Da Cidade De Recife, Pernambuco.** Resíduos Sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2a ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 7-14.

SISINNO, C. L. S., MOREIRA, J. C., 1996. **Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil.** Cadernos de Saúde Pública, 12: 515-523. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1996000400010>

SOARES B. G. et al. 2013. **As diversas aplicações dos materiais termorrígidos: do barco e avião a componentes eletroeletrônicos.** 7º Semana de Polímeros – “Instituto de Macromoléculas: Excelência em Polímeros”. Disponível em: <<https://www.ima.ufrj.br/images/documents/documentos/semana-de-polimeros/29-15.30-As-diversas-aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2023.

SIQUEIRA T.M.O., ASSAD M.L.R.C.L. 2015. **Compostagem De Resíduos Sólidos Urbanos No Estado De São Paulo (Brasil).** Ambiente & Sociedade (Online), São Paulo v. XVIII, n. 4 n p. 243-264 n out.-dez

SOARES, T.F. 2018. **Reciclagem do vidro para embalagens de alimentos e bebidas como etapa do Sistema de Gestão Ambiental.** 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SOMMERHUBER P., WANG T., KRAUSE A. 2016. **Wood-plastic composites as potential applications of recycled plastics of electronic waste and recycled particleboard.** Journal of Cleaner Production. V.121. DOI - 10.1016/j.jclepro.2016.02.036

SOUZA, A. L.; COSTA, A. R. S.; EL-DEIR, S. G. 2017. **Indicadores de sustentabilidade como auxílio na gestão de resíduos sólidos urbanos; um estudo de caso da pegada ecológica.** In: EL-DEIR, S. G.; BEZERRA, R. P. L.; AGUIAR, W. J. Resíduos Sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2a ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 7-14.

SINIR. 2019. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <<https://sinir.gov.br/relatorios/nacional/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

TANSKANEN P. 2013. **Management and recycling of electronic waste**, Acta Materialia, Volume 61, Issue 3, Pages 1001-1011, ISSN 1359-6454, <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2012.11.005>.

TEIXEIRA J., ANTUNES A. P., SOUSA J. P. 2004. **Recyclable waste collection planning – a case study**. European Journal of Operational Research, Volume 158, Issue 3, Pages 543-554, ISSN 0377-2217, [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00379-5](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00379-5).

UOL. 2014. **Porcos são meus vizinhos, diz morador de depósito irregular de lixo na Maré**. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2014/08/07/porcos-sao-meus-vizinhos-diz-morador-de-deposito-irregular-de-lixo-na-mare.html>. Acesso em: 22 nov. 2023.

VAROTTO A., SPAGNOLLI A. 2017. **Psychological strategies to promote household recycling. A systematic review with meta-analysis of validated field interventions**, Journal of Environmental Psychology, Volume 51, Pages 168-188, ISSN 0272-4944, <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.03.011>.

VEGA. 2023. VEGA, Home of Values. **Indústria de papel**. Disponível em: <https://www.vega.com/pt-br/industrias/industria-de-papel> Acesso em: 22 nov. 2023.

VIEIRA L.S., SANTOS R.C.V., SILVA A.C., VITORINO K.M.N. 2017. **Análise Do Programa De Coleta Seletiva Da Cidade De Aracaju - SE**. Resíduos Sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2a ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 7-14.

VILLA, F., ARCIDIACONO, A., CAUSONE, F., MASERA, G., TADI, M., GROSSO, M. 2020. **Entering Rocinha: A Gis Approach For The Improvement Of Solid Waste Management In A Slum In Rio De Janeiro (Brazil)**. Detritus 221–231. DOI 10.31025/2611-4135/2020.13900

XIAO S., DONG H., GENG Y., BRANDER M. 2018. **An overview of China's recyclable waste recycling and recommendations for integrated solutions**. Resources, Conservation and Recycling, Volume 134, Pages 112-120, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.02.032>.

XU X., YANG Y. 2022. **Municipal hazardous waste management with reverse logistics exploration**, Energy Reports, Volume 8, Pages 4649-4660, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.02.230>.

WAREHOUSE PLASTICS. 2023. Warehouse Plastics CO. INC. **Toll Grinding**. Disponível em: <<https://warehouseplastics.com/services/toll-grinding/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

WILHELMSSON M. 2022. **About the Importance of Planning the Location of Recycling Stations in the Urban Context**. Sustainability. 14(13):7613. <https://doi.org/10.3390/su14137613>

WORRELL E., REUTER M. A. 2014. **Handbook of Recycling. State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists**. MA 02451, USA, ISBN 978-0-12-396459-5. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07046-1>

ZAGO V., BARROS R. 2019. **Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade**. v.24. Engenharia Sanitaria e Ambiental. DOI 10.1590/s1413-41522019181376

ZANIN, M., MANCINI, S. D. 2009. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. São Carlos: EdUFSCar, 144 p. ISBN 978-85-7600-360-1. <https://doi.org/10.7476/9788576003601>.

ZONA SUL. 2022. Gastronomia Carioca, Zona Sul. **PEV – Ponto de Entrega voluntária Zona Sul: carioca de coração também cuida do seu lar**. Disponível em: <<https://gastronomiacarioca.zonasul.com.br/pev-sustentavel-zonasul/>> Acesso em: 22 nov. 2023.

ANEXO A – Perguntas do formulário segmentadas por categorias.

A.1 Localização

“Você mora na capital do Rio de Janeiro?”

“Qual bairro da capital você reside?”

A.2 Dados demográficos

“Qual gênero se identifica?”

“Qual sua faixa etária?”

“Qual a renda familiar da sua casa?”

“Qual o seu grau de escolaridade concluído?”

A.3 Geração de resíduos

“No cotidiano, você dá preferência pela compra de produtos com embalagens de origem reciclada ou que possam ser reciclados?”

“Quanto ao critério de seleção de um produto, você costuma optar por preço ou sustentabilidade?”

“Quando fazendo compras no mercado, você tem o costume de utilizar as sacolas plásticas?”

A.4 Classificação e descarte de resíduos

“Você estaria apto a classificar seu lixo de acordo com alguma dessas classificações?” com Figura 30 em anexo;

Figura 30 – Classificações de resíduos em reciclável/não reciclável ou seco/úmido



FONTE: Elaboração Própria

“Dado que hoje a Coleta Seletiva do Rio de Janeiro funciona com a classificação Recicláveis / Não Recicláveis, hoje você separa o seu lixo conforme a imagem abaixo em sua residência?” com Figura 31 em anexo;

Figura 31 – Exemplos de itens recicláveis, orgânicos e rejeitos



FONTE: <https://www.slu.df.gov.br/como-separar-corretamente-os-residuos-para-a-coleta-seletiva/>

“Com qual frequência aparecem dúvidas na hora de realizar a separação do seu lixo em recicláveis/ não recicláveis?”

“Você realiza a logística reversa de alguns produtos, conforme estipulado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos?” com Figura 32 em anexo.

Figura 32 – Fluxo explicativo de logística reversa



FONTE: Elaboração Própria (BRASIL, 2010)

“Você costuma utilizar sacolas plásticas de supermercado para descartar os seus resíduos? Se sim, quantas sacolas você utiliza diariamente?”

4.1.2.5. Percepção

“O quão satisfeito você está com a frequência do caminhão de Coleta Seletiva em seu bairro?”

“Existe algum ponto de coleta seletiva próximo à sua moradia?”

“O quão satisfeito você está com a quantidade de pontos de descarte em seu bairro?”

“Dada a pergunta anterior, se você mora em prédio, o seu condomínio disponibiliza recipientes para a coleta seletiva?”

“O quanto de informação chega até você sobre pontos de descarte / como descartar resíduos recicláveis no seu bairro?”

“Você já teve contato com algum dos seguintes aplicativos que informam a população sobre os pontos de coleta, classificação de resíduos e etc.?” com Figura 33 em anexo.

Figura 33 – Aplicativos utilizados para procura de PEVs e informações sobre reciclagem



FONTE: Elaboração Própria (BRASIL, 2010)

“Já ouviu falar na Lei Estadual nº 6408 de 2013, que obriga todas as edificações residenciais com mais de três andares no estado do Rio de Janeiro a disponibilizarem recipientes para coleta seletiva de lixo?”

“Dada a pergunta anterior, se você mora em prédio, o seu condomínio disponibiliza recipientes para a coleta seletiva?”