OBSTÁCULOS DA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS DOMICILIARES NA PERCEPÇÃO DOS ATORES ENVOLVIDOS

Gabriel de Pinna Mendez

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil.

Orientadores: Claudio Fernando Mahler
Stella Regina Taquette

Rio de Janeiro
Dezembro de 2021

OBSTÁCULOS DA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS DOMICILIARES NA PERCEPÇÃO DOS ATORES ENVOLVIDOS

Gabriel de Pinna Mendez

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Orientadores: Claudio Fernando Mahler
Stella Regina Taquette

Aprovada por: Prof. Claudio Fernando Mahler
Profª Stella Regina Taquette
Prof. Daniel Andrés Rodriguez
Profª Marcia Marques Gomes
Dr. Marcelo Guimarães Araújo
Profª Luciana Maria Borges da Matta Souza
Dr. Cassiano Augusto Rolim Bernardino

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
DEZEMBRO DE 2021

Mendez, Gabriel de Pinna

Obstáculos da Coleta Seletiva de Resíduos Domiciliares na Percepção dos Atores Envolvidos/ Gabriel de Pinna Mendez.

Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2021.

X, 167 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Claudio Fernando Mahler

Stella Regina Taquette

Tese (Doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2021.

Referências Bibliográficas: p. 152-165.

1. Gestão de Resíduos Sólidos. 2. Coleta Seletiva. 3. Método Qualitativo. I. Mahler, Claudio Fernando *et al.*. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil. III. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Kathy pelo amor, incentivo, confiança e apoio desmedido, além de ser um exemplo permanente de dedicação e superação de desafios; à minha filha Gabriela e meu filho Matheus, por serem o principal motivo para que eu seja sempre um ser humano melhor a cada dia!

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao povo brasileiro como um todo, que com os diversos tributos recolhido, mantém instituições como a COPPE/UFRJ que proporcionam educação pública, de excelente qualidade e “gratuita”, porém muito cara ao povo, que merece ter o devido retorno de seu “investimento”.

Agradeço a oportunidade de concluir um curso de Doutorado em uma instituição como a COPPE/UFRJ, em um país no qual, infelizmente, mais de 11 milhões de pessoas não têm acesso nem à Educação Básica.

Agradeço ao meu orientador, professor e amigo Claudio Fernando Mahler, pela ajuda e disponibilidade, pela orientação, pelo exemplo e por todos os ensinamentos que vão muito além do conhecimento técnico e científico durante as aulas, reuniões, trabalhos de campo e em todas as fases da pesquisa, pela compreensão e amizade. Um verdadeiro exemplo de ser humano e de educador. Chegar à fase da carreira e da vida com a motivação do professor Mahler é um desafio e tanto!

À minha professora e orientadora Stella Regina Taquette pela nobre oportunidade de poder conviver e aprender tanto, não apenas sobre o método qualitativo, mas também sobre a profissão de educador e pesquisador. Agradeço por todos os ensinamentos oportunos e precisos e pela oportunidade de conviver com profissionais de diversas áreas do conhecimento.

Aos profissionais da área de coleta seletiva (catadores, servidores públicos, consultores, funcionários de empresa de limpeza pública, usuários da coleta seletiva) que participaram das entrevistas, pela nobre contribuição no trabalho.

A todos os professores, técnicos administrativos, técnicos de laboratório, funcionários da limpeza, segurança, terceirizados e demais profissionais do Programa de Engenharia Civil da Coppe/UFRJ, em especial, do laboratório de Geotecnia, por fazerem essa enorme “roda girar”.

Agradeço à minha esposa Kathy e meus filhos Gabriela e Matheus, pela confiança, pelo apoio incondicional, por estarem comigo nos momentos mais difíceis e

me inspirarem a ser sempre um ser humano melhor, obrigado por compreenderem os momentos de ausência.

Aos meus familiares, inclusive os que já se foram, seria impossível expressar o quanto foram e sempre serão importantes na minha vida e na minha formação. Aos meus avós Carlos Alberto (*in memoriam)* e Maria Aparecida, por todo apoio e torcida de sempre. Ao meu padrinho Tio Mariberto (*in memoriam*), seus exemplos estarão sempre vivos. Aos meus tios e tias, primos e primas e minhas cunhadas e meus cunhados, irmãos e irmãs que a vida me trouxe. À Dona Naide e ao Cabo Moisés, por colocarem no mundo alguém tão especial!

Aos meus queridos pais Ana Lúcia e Ricardo, por serem meus torcedores sempre, por fazerem de mim um homem de bem e me darem todas as oportunidades de crescimento. Aos meus irmãos e ídolos Thiago e Diogo, meus melhores amigos, é um orgulho ser irmão de vocês. Obrigado por trazerem para o nosso convívio pessoas maravilhosas como João, Luísa, Aninha, Juju e os que vierem!

Ao Exército Brasileiro, minha casa por mais de 14 anos, pela formação sólida e pelas experiências que me forjaram como profissional, como instrutor, educador e como ser humano.

Ao Cefet/RJ, por me dar a oportunidade de fazer aquilo que amo. Aos meus alunos, por tanto me ensinarem e me motivarem! Aos colegas docentes do Cefet/RJ, Coordenadores de Curso, Diretores Sistêmicos e Diretor Geral, pelo incentivo e apoio nessa jornada.

Aos colegas do PEC e do GETRES – Grupo de Estudos em Tecnologias de Resíduos Sólidos, por todo apoio e pela convivência sadia.

Aos membros da banca examinadora, professor Daniel Andrés Rodriguez, Profª Marcia Marques Gomes, Dr. Marcelo Guimarães Araújo, Profª Luciana Maria Borges da Matta Souza e Dr. Cassiano Augusto Rolim Bernardino pela grandiosa contribuição no presente trabalho.

Ao amigo Elso, pela grande ajuda com as transcrições das entrevistas!

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D. Sc.)

OBSTÁCULOS DA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS DOMICILIARES NA PERCEPÇÃO DOS ATORES ENVOLVIDOS

Gabriel de Pinna Mendez

Dezembro/2021

Orientadores: Claudio Fernando Mahler
Stella Regina Taquette

Programa: Engenharia Civil

Buscou-se neste trabalho analisar as dificuldades para implantação e manutenção da coleta seletiva de resíduos domiciliares numa metrópole brasileira no estado do Rio de Janeiro. Para tanto, foi utilizado o método qualitativo por meio de entrevistas com 18 profissionais que atuam na área (catadores de materiais recicláveis, consultores, representantes de instituições que realizam coleta seletiva e membros do Poder Público, como servidores da prefeitura e funcionários da empresa de limpeza pública). As entrevistas foram gravadas e os dados submetidos à análise de conteúdo. Os resultados demonstraram uma gestão pouco eficiente do processo pelo Poder Público; a baixa eficiência e limitada abrangência; má separação dos resíduos na fonte; distorções na cadeia logística de coleta seletiva e na distribuição dos resíduos pelas cooperativas; elevada informalidade, precariedade do trabalho e baixa remuneração dos catadores; presença de atravessadores e corrupção no sistema e capacidade ociosa das cooperativas e órgãos públicos. Constataram-se divergências na percepção dos diversos atores envolvidos no processo, enquanto na visão dos catadores, as cooperativas seriam a solução, para o Poder Público, elas são um dos problemas. Concluiu-se através da análise dos dados das entrevistas que para tornar a coleta seletiva mais eficiente, há necessidade de aperfeiçoamento do processo pelo poder público com maior transparência e integração entre os diversos atores envolvidos, educação da população, melhores condições de trabalho e remuneração para os catadores, entre outros.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

OBSTACLES OF THE SELECTIVE COLLECTION OF HOUSEHOLD WASTE IN THE PERCEPTION OF THE ACTORS INVOLVED

Gabriel de Pinna Mendez

December/2021

Advisors: Claudio Fernando Mahler

Stella Regina Taquette

Department: Civil Engineering

The aim of this work was to analyze the difficulties in implementing and maintaining the selective collection of household waste in a Brazilian metropolis in the state of Rio de Janeiro. To this end, the qualitative method was used through interviews with 18 professionals who work in the area (recyclable material collectors, consultants, representatives of institutions that carry out selective collection and members of the Public Power, such as municipal servants and employees of the public cleaning company). The interviews were recorded and the data submitted to content analysis. The results showed an inefficient management of the process by the Public Power; low efficiency and limited coverage; poor separation of waste at source; distortions in the selective collection logistics chain and in the distribution of waste by cooperatives; high informality, precarious work and low pay for collectors; presence of middlemen and corruption in the system; and idle capacity of cooperatives and public agencies. Differences were found in the perception of the different actors involved in the process, while in the collectors' view, cooperatives would be the solution, for the Public Power, they are one of the problems. It was concluded through the analysis of the interview data that, in order to make selective collection more efficient, there is a need to improve the process by the public authorities with greater transparency and integration among the various actors involved, education of the population, better working conditions and remuneration for the collectors, among others.

Sumário

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 OBJETIVO 6

1.2 JUSTIFICATIVA 7

2 ORGANIZAÇÃO DA TESE 8

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 11

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS 11

3.1.1 ORIGENS E DEFINIÇÕES 11

3.1.2 CLASSIFICAÇÃO 17

3.1.3 GERAÇÃO 21

3.1.4 RESÍDUOS, SAÚDE E AMBIENTE. 34

3.1.5 ASPECTOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS 39

3.1.6 ANALISE DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 41

3.1.7 EXPERIENCIAS INTERNACIONAIS 46

3.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 52

3.2.1 PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS 52

3.2.2 COLETA E TRANSPORTE 57

3.2.3 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 61

3.3 COLETA SELETIVA 64

3.3.1 ORIGENS 64

3.3.2 A COLETA SELETIVA NO BRASIL 68

4 MATERIAIS E MÉTODOS 81

5 PRODUÇÃO ACADÊMICA: ARTIGOS CIENTÍFICOS 85

5.1 MÉTODOS QUALITATIVOS EM ESTUDOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS 85

5.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE RESÍDUOS.....109

5.3 O EMPREGO DAS ENTREVISTAS REMOTAS.....123

5.4 DIFICULDADES E DESAFIOS DA COLETA SELETIVA.....134

6 CONCLUSÃO.....150

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....151

REFERÊNCIAS.....152

APÊNDICES.....166

I - ROTEIRO BÁSICO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....166

II - PUBLICAÇÕES.....167

"*Solid Waste Management: Systematic Review of Qualitative Studies*". Autores: Gabriel de Pinna Mendez, Claudio Fernando Mahler, Stella Regina Taquette. Meio de Publicação: Revista Ciência & Natura (Qualis B2, ISSN 2179-460X). Vol 42 (2020). DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X43197.

"*Critical Analysis of Solid Waste Information Systems in Brazil*". Autores: Luciana Cavalcanti de Melo, Gabriel de Pinna Mendez, Claudio Fernando Mahler. Meio de Publicação: Revista Ciência & Natura (Qualis B2, ISSN 2179-460X). Vol 42 (2020). DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X42951.

"Investigação Qualitativa em período de distanciamento social: O desafio da realização de entrevistas remotas". Autores: Gabriel de Pinna Mendez, Claudio Fernando Mahler e Stella Regina Taquette. Meio de Publicação: "*New Trends in Qualitative Research*" (Qualis B2, ISSN 2179-460X). Congresso Ibero Americano em Investigação Qualitativa (CIAIQ/2021). DOI: https://doi.org/10.36367/ntqr.9.2021.336-343.

"*Challenges of selective collection of the household waste in: case study in a Brazilian metropolis*" (Artigo em revisão para submissão). Autores: Gabriel de Pinna Mendez, Claudio Fernando Mahler e Stella Regina Taquette.

1 INTRODUÇÃO

A produção de lixo, ou resíduo, sempre esteve presente na vida do ser humano, desde os primórdios. Por muito tempo nossos antepassados experimentaram um tipo de organização social totalmente diversa da que conhecemos hoje. O modo de vida nômade, caracterizada por uma organização tribal e pela mobilidade espacial, resistiu até 10 mil anos a. C., aproximadamente.

Na esteira da domesticação de animais e plantas, do desenvolvimento da escrita rudimentar, da formação dos primeiros exércitos e do surgimento de utensílios de pedra e metal, surgiram as primeiras sociedades ditas "organizadas", ou seja, grupos de pessoas com funções definidas em uma estrutura social hierarquizada, ocupando determinada área/cidade, que em geral era delimitada por muros. A principal característica dessa "nova" organização social era o sedentarismo, em oposição à mobilidade dos nômades.

A vida nas cidades trouxe a reboque os primeiros problemas de saneamento, os destinos dados aos excrementos humanos e a todo tipo de lixo produzido sempre foram vistos como problemas a serem resolvidos de forma rápida e, muitas vezes, malfeita, o que sempre gerou problemas ambientais como a poluição de cursos d'água, do solo e do ar, com problemas de saúde pública, como a proliferação de doenças relacionadas com os resíduos. BARROS (2012) ressaltou que na história da espécie humana, há diversos momentos em que o trato com os resíduos, ou melhor, o "mau trato" ou a gestão inadequada dos resíduos gerou problemas ambientais, econômicos e sociais. "Os casos de cólera, da peste bubônica, da dengue e de muitas enterites se devem em boa monta à má gestão de resíduos, sejam eles líquidos ou sólidos." (BARROS, 2012, p.11).

Conforme a população aumentava e os meios de produção tornavam-se cada vez mais complexos, a quantidade e diversidade dos resíduos gerados foram aumentando e, na mesma proporção, os problemas causados pelo descaso na gestão dos resíduos também aumentava. Segundo WORRELL e VESILIND (2011), até a Revolução Industrial não foi dada importância às condições sanitárias das cidades, no que tange aos resíduos sólidos. Após a Revolução Industrial, os resíduos passam a ganhar

importância, principalmente pelas questões de saúde pública. Se olharmos com atenção à nossa volta, vamos perceber problemas recorrentes e diários ligados à má gestão dos resíduos, seja perto ou longe de nós. O trato inadequado com os resíduos vem mostrando o quão deletério isso pode ser para o ambiente e para as pessoas. No ano de 2000, um escorregamento/ruptura em um "lixão" nas Filipinas soterrou mais de 200 catadores. Em 2010, na cidade de Niterói-RJ, fato semelhante ocorreu em uma área conhecida como "Morro do Bumba", onde um lixão desativado se transformou em um local para moradia precária de milhares de pessoas e, depois de um evento de chuvas extremas, mais de 50 pessoas morreram após o colapso de um talude.

Há ainda o dano silencioso causado, por exemplo, pela contaminação por lixiviado de aterros e lixões que, de forma silente e constante, prejudica as condições ambientais dos solos e das águas, além dos problemas de saúde ligados ao lixo e à proliferação de vetores, o mau cheiro e as condições péssimas de limpeza de algumas cidades, o dinheiro gasto por todos com a falta de preparo técnico e espírito público com a qual muitos dos gestores lidam com essa problemática e a sociedade, em geral, que se contenta em afastar o lixo de suas vistas e de seu bairro de forma ainda higienista[1].

Dar o nome de "gestão de resíduos" para o que se tem visto no Brasil é um tanto exagerado, ou talvez uma pretensão, assim como considerar que os aterros existentes são realmente "sanitários". Até o ano de 2010, não havia uma Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (instituída através da Lei Federal nº 12305 de 2010). Uma discussão sobre a PNRS será fruto de um tópico específico deste trabalho, mas já se adianta que a Política de resíduos existente não gerou quase nenhuma mudança na prática e, apesar de algumas ferramentas interessantes serem citadas, estão ainda em aberto diversos pontos nevrálgicos como, por exemplo, qual seria a sanção para os prefeitos que não gerenciarem os resíduos de suas cidades de forma ambientalmente adequada? O que é gerenciar de forma ambiental não adequada? Quem estabeleceria os parâmetros e as pontuações? O que seriam "soluções economicamente viáveis"? Quem definiria essa "viabilidade"? Quem se responsabilizaria por cada fase na chamada

[1] O movimento Higienista nasceu na segunda metade do século XIX e de forma resumida, consistiu em um conjunto de ações voltadas a afastar os problemas de saneamento nas cidades e transferi-los para áreas periféricas.

“responsabilidade compartilhada pelos resíduos”? Qual o prazo para os acordos setoriais se efetivarem? Quem seria responsável por preparar, controlar, fiscalizar e auxiliar os catadores de recicláveis? Se os consórcios municipais para gestão de resíduos não forem efetivados, quem será o responsável por efetivá-los? Além dessas, muitas outras lacunas foram deixadas pela PNRS, que passou quase 20 anos em discussão até ser aprovada em 2010.

Como bem ressaltou BARROS (2012), faltam procedimentos compatíveis e equipamentos adequados; a administração é amadora e muitas vezes corrupta; as instalações são mal conservadas e mal administradas, os recursos financeiros são limitados, desperdiçados e/ou desviados para outros fins.

Mudanças sociais, econômicas e ambientais ocorridas em todo mundo pressionaram a criação de um arcabouço normativo amplo no exterior acerca da gestão ambiental e dos resíduos sólidos.

A evolução tecnológica necessária no trato com os diversos tipos de resíduos já é vista em países desenvolvidos, principalmente no norte da Europa que, praticamente não constroem mais aterros há algumas boas décadas e possuem uma gestão integrada e eficiente dos resíduos.

Uma política pública presente nos países desenvolvidos é a chamada economia circular, com o emprego de instrumentos de incentivo e de comando e controle, especialmente na União Europeia (COMISSÃO EUROPEIA, 2015) e na China com a Lei de Promoção da Economia Circular (GEISSDOERFER *et al*., 2016), a qual busca impulsionar a reutilização e reduzir a disposição em aterros, a fim de tirar o máximo proveito do recursos explorados e expandir o tempo de vida útil dos produtos, buscando sempre que possível inserir o resíduo na cadeia produtiva (RAGAZZI *et al*., 2017; COBO *et al*., 2018; MARGALLO *et al.*, 2019).

De acordo com MARSHALL e FARAHBAKHSH (2013), países em desenvolvimento como o Brasil precisam investir no crescimento científico, teórico e prático aplicado à gestão de resíduos sólidos, permitindo a criação de estratégias participativas, contextualizadas e adaptativas que permitam um progresso real para o fortalecimento da infraestrutura do país. Infelizmente, no Brasil, o setor de saneamento

básico é ainda deficitário, heterogêneo, mal gerenciado e apresenta contrastes regionais, principalmente na área de resíduos sólidos, constituindo um enorme desafio para os gestores municipais.

As administrações municipais têm como prática corrente apresentar dificuldades de ordem técnica e econômica para tentar justificar a ineficiência municipal na gestão dos resíduos. No entanto, não são apresentadas justificativas baseadas em estudos criteriosos e levantamento de custos confiáveis e idôneos. Segundo MAHLER (2015), a prática de "soterrar" os resíduos e não investir em técnicas de tratamento modernas é interessante para as prefeituras e para as empresas contratadas para operar os sistemas de coleta e destinação final porque, de certa forma, o modelo atual é interessante apenas para os atores que lucram com esse "*status quo"*, mas não para a sociedade.

No que tange aos custos de operação, manutenção e controle do Sistema de Gestão Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos – SGIRSU há uma enorme deficiência na quantidade e qualidade de dados e falhas de controle por parte dos órgãos responsáveis. A participação da sociedade é necessária para que haja controle e avaliação da qualidade dos serviços prestados pelo município. Além disso, o primeiro passo para uma coleta seletiva bem executada passa por uma separação criteriosa pela própria população geradora do resíduo domiciliar. Essa tendência nos países desenvolvidos é reconhecida como modelo de gestão pública participativa, nos quais há uma tendência cada vez maior de redução dos resíduos destinados a aterros, elevando-se cada vez mais o percentual de tecnologias de tratamento como reciclagem, compostagem, digestão anaeróbia e incineração com aproveitamento energético. O Brasil ainda está na fase de construir aterros e na tentativa malsucedida de erradicação dos lixões. Grande parte das soluções modernas e eficientes de tratamentos de resíduos, para serem efetivamente implantadas e bem sucedidas, exigem uma coleta seletiva bem executada. Pode-se dizer que a coleta seletiva é uma condição necessária, mas não suficiente, para que as ações posteriores de manejo dos resíduos sejam bem executadas e os custos sejam otimizados.

Segundo ALVAREZ (2014), "lixo mal coletado é lixo mal reciclado" (IPEA, 2014). Complementando o relatório do IPEA, pode-se afirmar com segurança que lixo

mal coletado é lixo mal reciclado, mal reutilizado, mal compostado, mal utilizado na geração de energia e por aí vai.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico apontou que, no ano 2000, apenas 451 municípios (8,23%) possuíam coleta seletiva de resíduos sólidos. Treze anos depois, 62,1% (3.459) já declaravam dispor de alguma iniciativa do gênero. Essa coleta, porém, ainda deixa muito a desejar em qualidade e efetividade. Atualmente, menos de 40% (38,1%) dos municípios brasileiros possuem algum serviço de coleta seletiva, sendo que a modalidade "porta a porta" é realizada em 37,8% (SNIS, 2018), sendo uma das mais caras formas de coleta seletiva de resíduos, principalmente quando comparada com a coleta através de Postos de Entrega Voluntária – PEV, muito utilizada em países desenvolvidos. Ainda que o número de municípios que possui alguma iniciativa de coleta seletiva tenha aumentado consideravelmente nas duas últimas décadas, a efetividade ainda é baixa.

O Brasil recupera aproximadamente 2,2% do total de resíduos domiciliares e de limpeza público coletados (exceto matéria orgânica e rejeitos). No que se refere à compostagem de resíduos orgânicos, os dados também são preocupantes, pois somente 1,8% dos resíduos coletados no Brasil são levados à compostagem nas 70 usinas brasileiras (SNIS, 2019). Para um país onde quase 40% dos municípios declaram ter alguma inciativa de coleta seletiva, recuperar apenas 2,2% e levar à compostagem 1,8% dos resíduos coletados é muito pouco em maior evidência ainda quando se sabe que na massa de resíduos domiciliares e públicos coletada, aproximadamente 50% ou mais são compostos de matéria orgânica.

A realidade brasileira na segunda década do século XXI está muito longe do que a maioria dos países desenvolvidos conseguiu atingir há quase dez anos atrás. De 2002 a 2010, 63% dos Resíduos Sólidos Urbanos coletados na Alemanha foram reciclados (46% por reciclagem e 17% por compostagem), país que não encaminha mais resíduos não tratados para aterros e quase 80% dos resíduos que não podem ser reciclados são encaminhados para incineração com geração de energia (EUROSTAT, 2012; MARGALLO *et al.*, 2019).

A produção científica sobre resíduos sólidos tem aumentado ao longo das últimas décadas. No ano de 1993, foram publicados, a nível internacional, cerca de 200 artigos científicos sobre o assunto, sendo que em 2012 esse número foi de quase 1700 artigos. No Brasil, de 2003 a 2006 foram contabilizados menos de 30 artigos publicados, mas já em 2013, esse número subiu para 80 artigos científicos sobre resíduos sólidos (DEUS *et. al*., 2015).

A problemática da gestão de resíduos não é apenas uma questão técnica de engenharia, mas envolve também aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais, regulatórios e ambientais (GUERRERO *et al*., 2013). Por ser uma questão que envolve dimensões diversas, é necessário buscar novos métodos de pesquisa na área de resíduos sólidos, como o método qualitativo.

Como parte da revisão da literatura do presente trabalho, realizou-se uma revisão sistemática dos artigos científicos publicados nos últimos cinco anos (2014 a 2019) que utilizaram o método qualitativo em estudos de resíduos sólidos, cujos resultados serão apresentados neste trabalho.

Por meio da respectiva revisão, foram encontrados 598 artigos, sendo que após a aplicação de critérios de seleção que serão descritos, o universo foi reduzido para um total de 42 publicações, mostrando que diversos trabalhos usaram o termo qualitativo sem, no entanto, apresentar o rigor metodológico necessário. Os artigos selecionados foram analisados e categorizados quanto aos aspectos mais relevantes como objetivos do trabalho, amostras utilizadas no estudo e principais resultados. Verificou-se que a pesquisa qualitativa é adequada para responder questionamentos no campo de estudos sobre resíduos, tais como: a relação entre os resíduos e os problemas de saúde pública, as dificuldades na coleta seletiva e nas demais ações de gerenciamento/tratamento, os impactos ambientais do descarte irregular de resíduos, o despreparo organizacional da sociedade para o assunto e os problemas na gestão de resíduos especiais.

1.1 OBJETIVO

A questão de pesquisa que motivou o presente estudo foi: quais seriam as principais dificuldades encontradas para a implantação e manutenção de

uma coleta seletiva eficiente do lixo domiciliar em uma cidade de grande porte no Brasil?

Com base nesta questão, o presente trabalho teve como objetivo principal analisar os principais problemas e obstáculos para implantação e manutenção da coleta seletiva eficiente de lixo na percepção dos atores envolvidos em uma grande cidade brasileira: técnicos de empresas de limpeza pública, gestores de instituições, população em geral e catadores de material reciclável.

Os objetivos secundários do presente trabalho foram: realizar uma revisão sistemática dos trabalhos que utilizaram métodos qualitativos em estudos de resíduos sólidos, conhecer a situação da coleta seletiva no Brasil e avaliar a viabilidade da utilização do método qualitativo em estudos de resíduos sólidos.

1.2 JUSTIFICATIVA

O setor de saneamento ambiental no Brasil ainda possui diversas deficiências e heterogeneidades regionais, em especial, os serviços de gestão de resíduos sólidos não são priorizados pelos gestores municipais e os índices de reaproveitamento dos resíduos coletados são muito baixos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei 12.305/2010) não tem se mostrado efetiva, visto que a erradicação dos lixões não cumpriu os prazos determinados, sendo que estes estão sendo prorrogados com amparo do poder legislativo.

FERNANDES (2015), em pesquisa realizada no ano de 2014 com dados de 5.570 municípios brasileiros, observou que apenas 844 destinavam os resíduos em aterros pretensamente sanitários, 1.775 municípios declararam destinar os resíduos em lixões e 2.951 nem sequer responderam à pesquisa.

Atualmente, pelo menos 40% de todo o resíduo coletado no Brasil tem destinação irregular (lixões ou aterros controlados), 15,5% vai para aterros pretensamente sanitários, somente 26,6% passa por alguma triagem e menos de 3% dos recicláveis secos (excluindo matéria orgânica) é reaproveitado, ainda que quase 40% dos

municípios informem ter algum tipo de coleta seletiva de resíduos implantada (SNIS, 2018).

A realidade verificada há algumas décadas em países desenvolvidos é dar ao resíduo uma destinação alternativa aos aterros como reaproveitamento, reciclagem, compostagem, digestão anaeróbia, incineração com geração de energia e outras que vão ao encontro de sistemas modernos como a chamada economia circular. Para tanto, é necessário que as cidades planejem e operem sistemas de coleta seletiva de resíduos.

A coleta seletiva é uma das fases mais importantes do gerenciamento dos resíduos e como já foi comentado, se não for bem executada, causa efeitos adversos em todas as ações de gerenciamento posteriores. Há questões relevantes que motivaram o presente trabalho. Porque há tantos obstáculos para que a coleta seletiva dos resíduos domiciliares seja realmente eficiente? Quais as principais dificuldades encontradas na implantação e na execução da coleta seletiva? Para tentar responder esses questionamentos, uma estratégia plausível é extrair informações dos principais atores envolvidos na coleta seletiva, usuários da coleta seletiva, técnicos e gestores de empresas de limpeza pública, catadores de recicláveis, gestores de instituições e órgãos que de uma forma ou de outra estão envolvidos em alguma prática de coleta seletiva. O método qualitativo é uma ferramenta que possibilitará a obtenção e, principalmente a análise de informações que auxiliarão na tentativa de responder essas questões.

2 ORGANIZAÇÃO DA TESE

A presente Tese foi organizada de maneira um pouco diversa do que normalmente ocorre em trabalhos de doutorado no Brasil. Buscando um alinhamento com o que tem sido aplicado em instituições de ensino e pesquisa internacionais de alto nível, optou-se pela apresentação das principais contribuições da pesquisa subdivididas em artigos científicos (“*papers”*). No capítulo 3, como é de praxe nos trabalhos acadêmicos, é apresentada a revisão da literatura sobre o tema, abordando aspectos diversos acerca dos resíduos sólidos no Brasil e no mundo como as origens do trato com os resíduos e as principais definições, aspectos normativos, técnicos, ambientais e gerenciais com relação ao manejo dos resíduos, uma análise crítica da Política Nacional de Resíduos

Sólidos, experiências internacionais na área de gestão de resíduos e aspectos da coleta seletiva, foco principal do presente trabalho. No Capítulo 4, os materiais e o método utilizados na pesquisa utilizado são apresentados. No capítulo 5, subdividido em 4 tópicos (5.1 ao 5.4), são apresentados, respectivamente, quatro artigos científicos, sendo os três primeiros já publicados e o terceiro em fase de revisão para submissão. O artigo apresentado no tópico 5.1, foi publicado no ano de 2019, durante o segundo ano do curso de doutorado na revista "Ciência & Natura" (categoria Qualis B2 na área de "Ciências Ambientais"), tendo como foco a realização de uma revisão sistemática da literatura, através da qual foram levantados trabalhos acadêmicos publicados entre os anos de 2014 e 2019 que empregaram o método qualitativo em estudos de resíduos sólidos. Os artigos encontrados foram analisados e categorizados conforme os critérios descritos no respectivo manuscrito. O tópico 5.2 é composto de um artigo publicado no ano de 2020 também na revista Ciência & Natura, cujo título é "Análise crítica dos sistemas de informação de resíduos sólidos no Brasil", tendo como objetivo avaliar os principais bancos de dados de resíduos sólidos brasileiros e sua confiabilidade.

O tópico 5.3 consta de um trabalho publicado e apresentado no 21º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa, evento internacional de referência no tema. O título do respectivo trabalho foi "Investigação Qualitativa em período de distanciamento social: o desafio da realização de entrevistas remotas". Neste trabalho, buscou-se avaliar a realização de entrevistas da modalidade remota como ferramenta de coleta de dados em pesquisa qualitativa, tendo em vista que, na presente pesquisa, o autor utilizou as entrevistas como principal ferramenta de coleta de dados e, por imposição da Pandemia de COVID-19, houve a necessidade de realização das entrevistas na modalidade remota, algo pouco comum, até então, nesse tipo de pesquisa.

O tópico 5.4 constitui o principal produto do período da pesquisa. No artigo que tem como título "Dificuldades e desafios da coleta seletiva de resíduos domiciliares numa metrópole brasileira: estudo qualitativo", buscou-se analisar as principais dificuldades para implementação e manutenção da coleta seletiva de resíduos em uma metrópole brasileira com mais de 1 milhão de habitantes, utilizando o método qualitativo com emprego das entrevistas.

No Capítulo 6, são apresentadas as principais conclusões da pesquisa de forma geral, tendo em vista que os artigos constantes no capítulo 5 já trazem as respectivas conclusões. O capítulo 7 contém as sugestões para trabalhos futuros. Optou-se por manter, em cada artigo, as respectivas referências, visando à unidade do formato original do trabalho, bem como a numeração das figuras, tabelas e quadros, conforme a formatação original de cada artigo, com o intuito de manter a integridade e coerência nos respectivos textos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

3.1.1 ORIGENS E DEFINIÇÕES

A origem do termo resíduo vem do latim *residuu* e significa: “o que resta de qualquer substância ou apenas resto”, já o termo lixo, do latim *lix*, significa “cinza” (FERREIRA, 2010). Em qualquer atividade humana, independente da natureza, sempre resultaram diversos subprodutos e aqueles considerados não aproveitáveis, para quem os utilizou, eram denominados comumente de lixo até um passado relativamente recente e pode-se dizer que é um termo, de certa forma, universal e de domínio público.

No Brasil, atribuiu-se ao lixo a nomenclatura de Resíduo Sólido desde a primeira edição da NBR 10.004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) em 1987. Em versão mais atual, segundo a NBR 10.004/2004, resíduos sólidos são:

> resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamentos de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, **bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível**. (item 3.1da NBR 10.004/2004)

A inclusão de líquidos na definição de resíduos sólidos da NBR 10.004 da ABNT é criticada por alguns autores desde a primeira versão de 1987. TEIXEIRA e CASTRO (1997) afirmaram que esta definição é muito ampla e equivoca-se ao incluir líquidos como resíduos sólidos. A definição de Resíduo Sólido dada pelo Banco Mundial não exclui de forma explícita os resíduos líquidos, porém faz uma referência quanto a não considerar como resíduo sólido as descargas de esgoto e emissões atmosféricas (BARROS, 2012).

Os lodos provenientes das atividades de estação de tratamento de água (ETA) e esgoto (ETE), bem como alguns efluentes de atividades industriais, são exemplos de líquidos que se enquadram na definição de resíduo sólido da NBR 10.004 da ABNT. Os

lodos de ETA e ETE têm propriedades intermediárias entre os líquidos e sólidos. Há autores que os classificam como semissólidos ou fluidos Não-Newtonianos[2].

A NBR 10.004/2004 classifica esse tipo de material (lodos de ETA/ETE) como resíduo sólido, pelo fato de a disposição não poder ser realizada diretamente na rede de esgoto. Para disposição em aterros, os lodos devem ser secados e estabilizados através do controle do "ph". O lodo úmido disposto nos aterros de resíduos pode causar problemas geotécnicos de estabilidade. Estudos quanto à utilização desse tipo de resíduo como fertilizante agrícola têm avançado nas últimas décadas. No entanto, deve-se ter cautela, principalmente quanto ao uso agrícola de lodos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), uma vez que há elementos químicos e biológicos, mesmo no esgoto doméstico, que não são removidos pelos processos convencionais utilizados na maioria das ETEs brasileiras.

Uma quantidade significativa de fármacos é excretada por humanos no esgoto doméstico. Estudos demonstram que várias dessas substâncias são persistentes no ambiente e não são removidas nas ETEs. Na mesma linha, poluentes emergentes e micropoluentes (fármacos, disruptores endócrinos e hormônios) têm sido encontrados em ambientes aquáticos, provenientes do esgoto doméstico. Os impactos negativos aos ecossistemas e à saúde humana dessas substâncias vêm sendo verificados em diversos estudos (TAMBOSI *et al.*, 2010; ZIELIŃSKA *et al*., 2014; YANG *et al*., 2017)

A diferença primordial do termo resíduo para o termo lixo é que a nomenclatura "resíduo" se refere à possibilidade de valorização através do reuso, reciclagem, produção de insumo ou energia, enquanto a palavra lixo passa a ideia de inutilidade ou incapacidade de usos alternativos futuros. O que para um setor da sociedade é "lixo" pode ser visto como resíduo por outro setor e empregado para outras finalidades.

A problemática causada pelos resíduos sólidos é tão antiga quanto a própria humanidade, ainda que nos primórdios os problemas não fossem tão graves pelo fato da organização social se basear na formação de pequenos grupos de caçadores e coletores,

[2] Fluídos que não apresentam taxas de deformação proporcionais às tensões cisalhantes aplicadas.

os chamados nômades, além dos processos de industrialização não terem sido incorporados ao dia a dia da sociedade.

Para esse tipo de sociedade havia muito espaço e recursos abundantes para uma pequena e rarefeita ocupação humana. Além disso, ao esgotar-se a capacidade de exploração de recursos naturais em determinada área, os nômades deslocavam-se para locais ainda não explorados, sendo praticamente inexistentes os problemas gerados por resíduos tanto pela pequena quantidade quanto pela quase totalidade de elementos biodegradáveis no lixo.

De acordo com MARSHALL e FARAHBAKHSH (2013), a produção em massa de resíduos sólidos pelos seres humanos ocorreu paralelamente às formações iniciais das sociedades não nômades por volta do ano 10.000 a.C. e, historicamente, a preocupação com as questões de saúde pública, estética e escassez de recursos foram motivações fundamentais para o desenvolvimento dos sistemas de gestão de resíduos sólidos. Quando o homem começa a organizar-se em tribos e agrupar-se nas primeiras cidades, surgem os primeiros problemas ambientais causados pela falta de conhecimentos básicos de técnicas de saneamento. Os resíduos e esgotos poluíam os rios e áreas próximas aos núcleos habitacionais.

Ainda segundo MARSHALL e FARAHBAKHSH (2013), as pequenas comunidades conseguiam enterrar os resíduos ou destiná-los nos rios, porém, com o aumento da densidade populacional, essas práticas não impediram a propagação de odores desagradáveis e doenças.

BIDONE e POVINELLI (1999) afirmaram que a prática de enterrar resíduos como forma de destinação final é oriunda da Mesopotâmia há 4.500 anos. FARIA (2002) pontuou que, curiosamente, é possível observar cuidados ecológicos e sanitários em vários momentos da história antiga.

Segundo MAHLER (2016), a cidade de Roma fundada no século VIII a. C era dotada de sistema de esgoto sanitário e possuía a maior rede de estradas da época. No entanto, não era dotada de nenhum serviço de limpeza pública.

A prática comum era o descarte indiscriminado do lixo, mas as administrações públicas já usavam placas informando “não jogue lixo aqui”. Em 1354, publicou-se em Londres, na Inglaterra, um edital normativo determinando que o lixo deveria ser removido da frente das casas semanalmente, mas o método comumente usado era o descarte nos rios. Já em 1407, os londrinos foram instruídos a armazenarem o lixo no interior das residências até que fossem levados pelo coletor e essa forma de recolhimento permaneceu quase sem mudanças por cinco séculos.

Ainda segundo MAHLER (2016), até meados do século XVIII, a maior parte do lixo constituía-se de restos alimentares, mas após o início da revolução industrial a “cara do lixo” começou a mudar, aumentando a exploração dos recursos naturais em todo o planeta e, consequentemente, havendo uma produção cada vez maior de resíduos cujo impacto ambiental do descarte ainda era desconhecido, mas ao longo do tempo comprovou-se extremamente danoso para o meio ambiente e os seres vivos.

No Brasil, a preocupação com o serviço formal de coleta de lixo inicia-se em 1880, quando o então imperador D. Pedro II assina o Decreto número 3024, aprovando o contrato de irrigação e limpeza da cidade do Rio de Janeiro, capital do Brasil, com o francês Aleixo Gary. Seus trabalhadores eram conhecidos como “os homens de Gari” o que levou à denominação de “gari” aos profissionais de limpeza pública do Rio de Janeiro. Os serviços consistiam basicamente no transporte dos resíduos através de carroças movidas por tração animal e destinação na baía de Guanabara, em particular na Praia de Botafogo, como mostra a Figura 1.

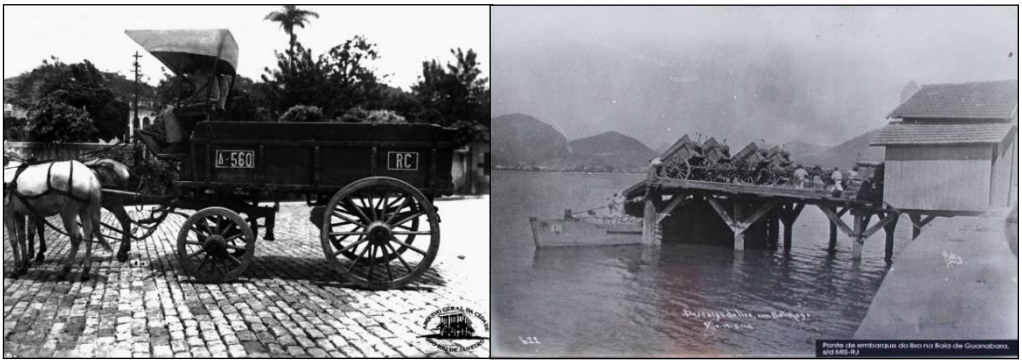


Figura 1: Transporte e destinação do lixo na cidade do Rio de Janeiro no final do século XIX
Fonte: EIGENHEER (2009)

Já em 1936, passou-se a transportar resíduos em maior escala através de bondes para uma área de disposição no bairro do Caju. Em 1893, a cidade de São Paulo iniciou os serviços relativos à limpeza pública como lavagem de bueiros, limpeza de ruas, incineração do lixo e limpeza dos mercados.

Há registros de um incinerador de lixo no bairro do Araçá, em São Paulo, construído em 1913 com tecnologia inglesa e que operava com capacidade de 99 toneladas/dia. É fato que, tanto no Brasil como no mundo, a preocupação acerca do controle do lixo foi motivada principalmente pela ocorrência de problemas ligados à saúde pública. MIZIARA (2008), no artigo intitulado "Por uma história do lixo", observou:

> Com as epidemias, o lixo tornou-se alvo de preocupações de autoridades, um perigo para a ordem pública e para a saúde. A população, entretanto, convivia com ele. Concomitantemente a esse território do perigo que o lixo representa, as atividades a ele relacionadas passaram a ser classificadas como perigosas. Alguns anos mais tarde, carroceiros, sucateiros e trabalhadores que viviam do lixo seriam considerados ameaça à ordem e perseguidos. (MIZIARA, 2008)

A disposição de lixo no bairro do Caju no Rio de Janeiro ocorreu por praticamente 40 anos e chegou a cobrir uma área de aproximadamente 800.000 m^2. O terreno era pantanoso e recebia uma cobertura de solo, sendo cessado o uso por causa dos problemas ambientais gerados, como o assoreamento dos rios que desembocavam na região do aterro. Outras áreas de disposição de resíduos foram usadas no município do Rio de Janeiro durante a primeira metade do século XX. Em 1975, o então estado da Guanabara uniu-se ao antigo estado do Rio de Janeiro. A fusão transformou a cidade do Rio de Janeiro em capital do novo estado, o antigo DLU (Departamento de Limpeza Urbana) vinculado à SURSAN (Secretaria de Saneamento do antigo Estado da Guanabara), tinha como atribuições quase que exclusivamente a coleta e limpeza pública, não havendo preocupação maior com o destino final do lixo.

Após a fusão o DLU passou pelo nome de CELURB até chamar-se COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana), atualmente uma empresa na modalidade de "Sociedade de Economia Mista" do município do Rio de Janeiro.

Outra região alagadiça passou a ser usada para destinação dos resíduos gerados na cidade do Rio de Janeiro em 1976, a região de Gramacho na Baixada Fluminense, no

fundo da Baía da Guanabara. No "Lixão de Gramacho", uma área de 1.300.000 m^2 foi utilizada até o ano de 2014 para destinação de resíduos, inicialmente como "Lixão"[3] e depois como "aterro pretensamente controlado"[4] após execução de medidas de engenharia na tentativa de redução dos impactos ambientais.

A partir da segunda metade do século XX, foi marcante a mudança no panorama dos resíduos no Brasil e no mundo. A evolução da industrialização e urbanização, juntamente com a alteração de hábitos da população, trouxeram incrementos nas necessidades tecnológicas e preocupações relacionadas aos resíduos.

Segundo MAHLER (2001), com o avanço do processo de industrialização e extensão da vida média dos seres humanos, houve crescimento demográfico, um aumento significativo da produção de resíduos, além da modificação das características dos mesmos, surgindo, no início da década de 60, os plásticos e diminuindo gradativamente nas sociedades desenvolvidas a participação da matéria orgânica, embora quanto mais desenvolvida a sociedade, mais resíduos sólidos por habitante são por ela produzidos.

LOUREIRO (2005) afirmou que componentes como embalagens "Tetra Pak", fraldas descartáveis, latinhas de cervejas, PET, equipamentos de som, discos de vinil, televisores, jornais e revistas de grande circulação, pneus, baterias e pilhas são alguns dos componentes que fazem o nosso lixo "moderno" bem mais perigoso do que o lixo gerado por nossos antepassados.

A evolução histórica tanto da geração quanto da diferenciação e especificação dos diversos tipos de resíduos sólidos ao longo do tempo apresenta uma realidade preocupante, ampliando o espectro de estudos possíveis e necessários relacionados aos resíduos sólidos. Na verdade, a gestão de resíduos é um setor que começou a ganhar

[3] Forma de disposição final dos Resíduos, através do descarte a Céu Aberto sem nenhuma medida de proteção do ambiente ou da saúde pública, conhecido também como vazadouro.

[4] Forma de disposição final dos Resíduos no solo similar ao lixão, porém, são tomadas algumas medidas tecnológicas para mitigação dos impactos adversos gerados como o recobrimento dos resíduos com argila e em alguns poucos casos captação de percolado e biogás, em geral, constituem áreas de existência de lixões que passaram a ser operados com vias a reduzir danos ao meio ambiente.

importância nas últimas décadas, dada a sempre crescente quantidade de resíduos que estão sendo gerados por comunidades humanas devido a taxas de consumo e crescimento demográfico. No entanto, o setor de resíduos ainda é o mais negligenciado dentro do escopo dos serviços de saneamento básico (MARGALLO *et al*., 2019; DLAMINI *et al*., 2019).

3.1.2. CLASSIFICAÇÃO

Há algumas ferramentas e ações necessárias ao correto gerenciamento de resíduos sólidos. A criteriosa classificação do resíduo é um importante instrumento a ser aplicado. Existem diversas maneiras de classificar os resíduos, seja de acordo com a natureza física, pela composição química, pelos riscos potenciais ao meio ambiente e pela origem (IPT/CEMPRE, 2010). As formas de classificação mais usuais dos resíduos sólidos são:

- **Quanto à periculosidade**, os resíduos sólidos se caracterizam de acordo com a NBR 10.004/2004 da seguinte forma:

- **Resíduos Perigosos (Classe I):** são aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas e infectocontagiosas podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices ou, ainda, os resíduos que possuam uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Ressalta-se que a NBR 10.004/2004 não apenas determina as características que devem estar presentes no resíduo para que ele seja classificado como perigoso como também a metodologia para determinar tais características, sendo assim, a norma padroniza em âmbito nacional a classificação.

Os Resíduo Não Perigosos (Classe II) se subdividem em duas subclasses, II-A Não Inertes e II-B Inertes. Os **Resíduos Não Perigosos Não Inertes (Classe II-A)** são resíduos que podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, propriedades estas que devem ser definidas através de metodologias previstas na NBR 10.004/2004 e suas normas relacionadas.

Já os **Resíduos Não Perigosos Inertes (Classe II-B)** são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G da NBR 10.004/2004.

• **Quanto à origem**, a Lei Federal nº 12.305 de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) classifica os resíduos sólidos da seguinte forma (Quadro 1).

a) Resíduos Domiciliares: (RD)	Os originários de atividades domésticas em residências urbanas
b) Resíduos de Limpeza Urbana: (RLU)	Os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
c) Resíduos Sólidos Urbanos (RSU):	Os englobados nas alíneas “a” e “b”
d) Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”
e) Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico:	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”
f) Resíduos Industriais:	Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais
g) Resíduos de Serviços de Saúde (RSS):	Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS
h) Resíduos da Construção Civil (RCC):	Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis
i) Resíduos Agrossilvopastoris:	Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
j) Resíduos de Serviços de Transportes	Os originários de portos, aeroportos, terminais

	alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira
k) Resíduos de Mineração:	Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Quadro 1 – Classificação dos Resíduos Sólidos quanto à origem. Fonte: adaptado da Lei 12.305/2010

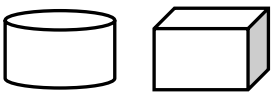
Segundo DIXON e LANGER (2006), a classificação dos RSU também pode ser realizada com base nos requerimentos de uma classificação geotécnica. Assim, alguns dos parâmetros para classificação dos resíduos são:

- **Distribuição Granulométrica:** descrição das curvas de distribuição do tamanho das partículas que compõem os RSU;

- **Classificação Morfológica:** descrição da forma dominante dos componentes dos RSU, sem forma, mas pequenos (grãos), unidimensional, bidimensional (plana) ou tridimensional (volumétrica);

- **Grau de Decomposição:** descrição do grau de degradabilidade dos RSU (*in natura*, fresco, estabilizado, etc.).

Um exemplo de classificação morfológica utilizado desde a década de 1990 consta na normatização alemã (DGGT, 1994) Quadro 2.

Dimensão	Características	Forma
0	Grãos (diâmetro < 8mm)	
1	Fibras	
2	Folhas, objetos planos	
3	Volumes	

Quadro 2 - Classificação Morfológica dos Resíduos Sólidos
Fonte: adaptado da DGGT alemã (1994)

- **Quanto à degradabilidade**, GRISOLIA *et al*. (1995) apresentou uma classificação do resíduo sólido urbano (RSU) baseando-se no grau de degradabilidade dos materiais de origem orgânica ou inorgânica da seguinte forma:

(i) orgânicos putrescíveis de rápida degradação – Resíduos alimentares, de varrição e poda, aqueles que apodrecem rapidamente;

(ii) orgânicos não putrescíveis de degradação lenta – Papéis, madeiras, tecidos, couro, plástico, borrachas, óleos e graxas;

(iii) inorgânicos degradáveis – Metais;

(iv) inorgânicos não degradáveis – Vidro, Cerâmica, solos minerais e cinzas (classificados como Resíduos da Construção Civil – RCC).

Há ainda os chamados "resíduos especiais". A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010) citou, sem muito detalhamento, determinados tipos de resíduos que, pelas especificidades, são objeto de normas específicas, principalmente por uma característica comum a grande parte destes resíduos, a periculosidade.

Essas tipologias de resíduos especiais exigem medidas logísticas e tecnológicas diferenciadas, evitando que tenham o mesmo destino dos Resíduos Domiciliares. Ainda que alguns deles sejam gerados nas atividades domésticas, devem ser submetidos à Logística Reversa[5]. São pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, além de produtos eletroeletrônicos.

Os resíduos especiais citados no parágrafo anterior já recebiam tratamento diferenciado por diversas resoluções do CONAMA e normas da ABNT anteriores à PNRS. Outra classe de resíduos especiais são os radioativos, ou seja, aqueles que contêm qualquer fonte de emissão de radiação ionizante e normalmente são originados no processo de geração de energia nuclear, ainda que alguns estabelecimentos de saúde operem com equipamentos que possam gerar esse tipo de resíduo. Os resíduos radioativos são tratados por normatização específica sob a responsabilidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

[5] Logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (art. 3º, inciso XII da PNRS)

3.1.3 GERAÇÃO

Assim como a classificação criteriosa, conhecer os aspectos envolvidos na geração dos resíduos sólidos é importante para um bom gerenciamento. Diversos fatores influenciam na geração de resíduos sólidos, sendo os mais importantes o nível de desenvolvimento socioeconômico da população, a densidade urbana, a industrialização e outros fatores como os hábitos de consumo, nível educacional e a sazonalidade de ocupação, a vocação turística das cidades e aspectos culturais.

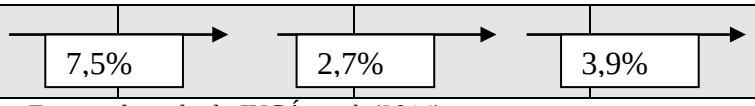
Segundo dados de projeção populacional do IBGE (2020), a população brasileira atingiu a marca de mais de 210 milhões de habitantes e a taxa de crescimento populacional aproxima-se de um habitante por segundo. É natural reconhecer que o aumento da polução acarretará em aumento da geração de resíduos.

Ocorre que o aumento populacional por si só não é um bom parâmetro para concluir algo sobre o aumento da geração do lixo. Ainda de acordo com o IBGE (2016), nos anos de 2010 a 2014 a taxa da geração de resíduos sólidos no Brasil avançou cinco vezes mais do que as taxas de crescimento populacional. Na verdade, foi um período que a coleta melhorou, de forma que cidades e regiões onde não se recolhia, ou não se avaliava corretamente a produção de resíduos, passaram a ser mais bem controladas.

De acordo com BNDES (2014), no período de 2000 a 2010, a taxa média de crescimento populacional foi de 1,17% ao ano, resultando em um incremento de 12,3% da população nessa década. Durante esse mesmo período, a produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) evoluiu de 125.258 toneladas/dia para 195.090 toneladas/dia, representando um aumento de aproximadamente 35,7% na produção de resíduos. Essa variação indica que a geração de resíduos não está relacionada apenas com o número de habitantes, mas envolve também fatores como melhoria no sistema de coleta e o desenvolvimento econômico, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Aumento da geração de resíduos e a correlação com o aumento do PIB anual

	2009	2010	2011	2012
Geração de Resíduos (T/ano)	57.011.136	60.868.080	61.936.368	62.730.096
Aumento da geração de RS (%)		6,8%	1,8%	1,3%

Aumento do PIB (%)	

Fonte: adaptado de JUCÁ *et al.* (2014)

Pela análise da Tabela 1, é possível observar que o grau de aumento da geração de resíduos segue o ritmo de crescimento do PIB. Um aumento ou diminuição no PIB implica uma movimentação proporcional da quantidade de RSU gerados. Estudos de RAJAEIFAR *et al*. (2017) também demonstraram uma relação de proporção direta entre o PIB e a geração de resíduos.

Outros autores também realizaram estudos com o objetivo de entender a relação entre a geração e característica do resíduo com alguns indicadores socioeconômicos, como Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, Produto Interno Bruto – PIB e Renda média da população e concluíram que, de forma geral, países com renda média e PIB altos e alta densidade demográfica, tendem a gerar uma quantidade maior de resíduo. (KHAN *et al*., 2016; UNDP, 2017)

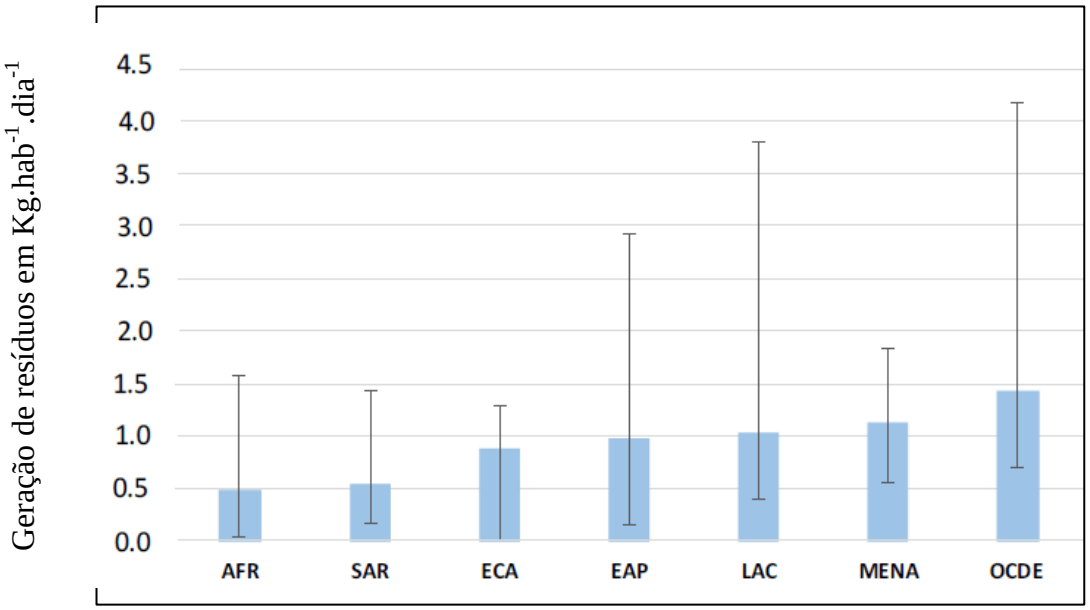
Projeções iniciais indicavam que, em nível mundial, a geração de RSU atingiria, em 2012, aproximadamente 1,3 bilhões de toneladas, sendo esperada, para 2025, a produção de aproximadamente 2,2 bilhões de toneladas, essas projeções foram subestimadas, uma vez que, em 2012, a geração de RSU atingiu 2,0 bilhões de toneladas e, em 2050, esse número poderá crescer para 3,4 bilhões de toneladas (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2012; KAZA *et al*., 2018).

Para efeitos de planejamento das ações de gerenciamento de resíduos, o conhecimento da geração total por região é importante e o dado comumente utilizado é a geração per capita de resíduo. A geração per capita representa a quantidade de resíduo gerado por pessoa por dia, cuja unidade é representada por ($Kg.hab^{-1}.dia^{-1}$). PIMENTEIRA (2010) observou que apenas 8,4% dos municípios pesam efetivamente em balanças o lixo coletado. Todavia, como observa o autor, 64,7% do lixo urbano no Brasil eram pesados, uma vez que as grandes cidades geradoras de maior parcela de lixo dispõem deste equipamento de medição.

Na década de 70, o economista Edmar Bacha chamou à atenção que o Brasil tinha situação da Belindia, riquezas da Belgica e pobrezas da India. Desde então, em certos períodos, a situação nacional melhorou, havendo períodos com menor número de

miseráveis. A importância disso com relação ao sistema de coleta e produção de resíduos é que muitas cidades, talvez mais da metade, têm um sistema deficiente de coleta, nenhum controle com pesagem e descarte extremamente deficiente. Em períodos de crise, como a que se iniciou em 2015, isso só se agravou.

Em escala global, a geração de resíduos sólidos varia sobremaneira com taxas que vão desde 0,11 a 4,54 Kg.hab^{-1}.dia^{-1}e embora a geração de resíduos seja diretamente influenciada por fatores econômicos, há grandes variações regionais e locais dentro de cada país (KAZA *et. al*, 2018). A Figura 2 mostra a taxa de geração per capita de resíduos em várias regiões do mundo, mostrando essa variação.



AFR: Região da África Subsaariana; **EAP**: Região do Pacífico e Leste da Ásia; **ECA**: Região da Europa e Ásia Central; **LAC**: América Latina e Caribe; **MENA**: Região do médio Leste e Norte da África; **OECD**: Organização para cooperação e desenvolvimento econômico; **SAR**: África do Sul.

Figura 2 – Geração per capita de Resíduos por regiões do mundo. Adaptado de HOORNWEG & BHADA-TATA (2012); EUROSTAT (2017); KAZA *et al.* (2018); MARGALLO *et al.* (2019)

Ainda sobre a geração per capita de resíduos, dados do Ministério das Cidades, através do diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU) de 2014, indicaram que a geração per capita de RSU média no Brasil foi de 1,05 Kg.hab^{-1}.dia^{-1}. Um maior detalhamento dos dados pode ser observado na Tabela 2. Já em 2018, a geração per capita média no Brasil foi de 0,96 Kg.hab^{-1}.dia^{-1} (SNIS, 2018). Talvez essa

redução da geração per capita de resíduos no Brasil entre 2014 e 2018 tenha relação com a retração econômica do país no respectivo período, segundo dados do IBGE (2019) o PIB brasileiro reduziu 3,5% em 2015 e 3,3% em 2016.

Além dos aspectos socioeconômicos, climáticos, geográficos e culturais, a existência e a eficiência dos sistemas de planejamento de resíduos, os padrões alimentares e de consumo são fatores importantes na geração e na composição dos resíduos de uma localidade (TAGHIPOUR *et al*., 2016).

Segundo BIDONE e POVINELLI (1999), era comum usar-se como parâmetro no dimensionamento de sistemas de coleta e transporte de resíduos sólidos a geração per capita de 0,5 $Kg.hab^{-1}.dia^{-1}$. Verifica-se que, passados quase 20 anos, os dados do SNIS (2018) apontam para uma geração per capita de resíduos sólidos quase 100% maior do que a utilizada como parâmetro em 1999, ou seja, se os sistemas não forem adaptados às novas realidades, tornam-se insuficientes.

Tabela 2 - Massa coletada de RSU per capita dos municípios participantes do SNIS 2014

Região	Quantidade de Municípios Participantes	Média da quantidade coletada de Resíduos $Kg.hab^{-1}.dia^{-1}$
Norte	240	1,09
Nordeste	896	1,21
Sudeste	1.277	1,02
Sul	**948**	**0,83***
Centro-Oeste	275	1,26
Total – 2012	2.944	1,00
Total – 2013	3.441	1,01
Total– 2014	**3.636**	**1,05**

Fonte: adaptado de Ministério das Cidades - **SNIS (2014)** – Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos

Tabela 3- Massa coletada de RSU per capita, dos municípios participantes do SNIS 2018

Região	Quantidade de Municípios Participantes	Média da quantidade coletada de Resíduos $Kg.hab^{-1}.dia^{-1}$
Norte	240	1,05
Nordeste	896	1,13
Sudeste	1.277	0,92
Sul	948	0,81
Centro-Oeste	275	1,05
Total – 2016	2.944	0,94
Total – 2017	3.441	0,95
Total– 2018	**3.636**	**0,96**

Fonte: adaptado de Ministério das Cidades - **SNIS (2018)** – Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos

A industrialização e evolução das embalagens foram fatores de alteração tanto da geração quanto das características dos resíduos. O consumo de alimentos preparados reduziu o percentual de matéria orgânica no lixo, a evolução das embalagens, principalmente após a popularização do plástico, resultou em alteração significativa na composição do lixo urbano. Analisando uma distribuição cronológica média dos componentes dos resíduos sólidos em São Paulo de 1927 a 1995 (Tabela 4), verificam-se tais mudanças.

Tabela 4 - Composição média dos resíduos domiciliares na cidade de São Paulo (%) de 1927-1995

Composição física	SÃO PAULO									
	1927	1957	1965	1971	1972	1975	1979	1989	1993	1995
Orgânico/papel	95,9	92,7	92,8	75,2	73,5	67,4	67,9	72,0	78,8	78,0
Plástico	0,0	0,0	0,0	2,6	4,3	9,0	9,0	7,5	12,0	11,2
Metal	1,7	2,2	2,2	6,9	4,2	6,0	5,5	3,3	3,2	2,9
Couro/borracha/ madeira	1,5	2,7	3,1	8,2	6,8	0,8	3,0	0,0	0,0	2,7
Trapos/vidros	0,9	1,5	1,5	7,1	11,1	14,6	14,6	1,5	5,6	5,2

Fonte: adaptado de BIDONE e POVINELLI (1999)

Para efeitos práticos nas ações gerenciais, é de suma importância conhecer as propriedades dos resíduos e também suas variações regionais. A correta caracterização influencia no dimensionamento adequado de coletores na fase de acondicionamento do lixo, no planejamento da coleta, passando pelo dimensionamento da frota de veículos de transporte, como também na escolha das técnicas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Infelizmente, há uma dificuldade muito grande na obtenção de dados consistentes e atuais acerca da composição dos resíduos sólidos (POWELL & CHERTOW, 2018).

LOUREIRO (2005) apontou que as propriedades físicas e químicas do lixo possibilitam avaliar seu potencial econômico, obter informações para a escolha do melhor e mais adequado sistema de tratamento e disposição final, bem como compatibilizar os equipamentos com o tipo de resíduo analisado. Por exemplo, na incineração e na compostagem, o teor de determinadas substâncias (carbono, nitrogênio e oxigênio) influi diretamente no rendimento da usina.

Um dos principais processos de caracterização dos Resíduos Sólidos é apresentado na NBR 10.007/2004 da ABNT e denomina-se quarteamento[6]. A técnica de amostragem por quarteamento é usada para obter amostras representativas do lixo, e através dessa quantificação, calcular o percentual em peso de cada fração componente do resíduo. A apresentação percentual em peso dos componentes do resíduo é conhecida como distribuição gravimétrica.

O teor de matéria orgânica encontrado na cidade do Rio de Janeiro varia na faixa de valores de 40 a 60 % do peso total da amostra (COMLURB, 2011; COSTA, 2013; QUINTAES *et al*., 2018), podendo chegar a valores maiores, como mostra a Quadro 3. Elevados percentuais de componentes orgânicos de rápida degradação propiciam, por conseguinte, elevados teores de umidade nos corpos dos aterros de resíduos, elevando-se a produção de chorume, dentre outros efeitos.

[6] Processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado. (item 2.8 da NBR 10.007/2004 da ABNT)

O elevado percentual em peso de matéria orgânica de rápida degradação nos resíduos sólidos brasileiros é uma potencial oportunidade para investimentos em técnicas de tratamento da Fração Orgânica do Resíduo Sólido Urbano (FORSU), como a compostagem e a biodigestão anaeróbia, técnicas cujas vantagens incluem a redução da quantidade de resíduo disposto em aterros, a produção de composto estabilizado quimicamente que pode ser usado como fertilizante, além da possibilidade de geração de energia.

Componentes (%)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Recicláveis	**29,20**	**29,33**	**28,85**	**32,67**	**36,12**	**37,94**	**38,15**
Papel - Papelão	10,32	10,95	11,42	12,12	14,57	14,11	14,83
Plástico	15,01	14,65	14,08	17,04	17,75	20,09	19,60
Vidro	2,30	2,29	1,88	2,03	2,28	2,05	2,46
Metal	1,57	1,44	1,48	1,48	1,52	1,69	1,26
MatériaOrgânica	**61,90**	**65,27**	**64,63**	**59,29**	**58,96**	**56,76**	**55,99**
Rejeitos	**8,90**	**5,40**	**6,51**	**8,05**	**4,92**	**5,30**	**5,86**
Inerte total	1,20	0,51	0,60	1,05	0,86	0,46	0,98
Folha / flores	3,30	1,00	2,19	2,37	1,11	1,58	1,66
Madeira	0,58	0,46	0,38	0,29	0,29	0,37	0,26
Borracha	0,21	0,27	0,43	0,33	0,27	0,30	0,25
Pano - Trapo	1,92	1,82	1,98	2,67	1,74	1,79	1,93
Couro	0,26	0,24	0,00	0,27	0,24	0,14	0,14
Osso	1,43	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Coco	...	1,07	0,91	1,05	0,30	0,48	0,37
Vela / parafina	...	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00
Eletro/ Eletrônico	...	...	...	...	0,08	0,16	0,27

Quadro 3 - Composição gravimétrica do lixo - Município do Rio de Janeiro, 2004 a 2010. Fonte: adaptado de COMLURB (2011) e COSTA (2013)

A partir do ano de 2011, foram determinadas poucas informações sobre a composição detalhada do lixo na cidade do Rio de Janeiro. No entanto, QUINTAES *et al.* (2018) apresentaram informações para percentuais de matéria orgânica, recicláveis e outros (Figura 3).

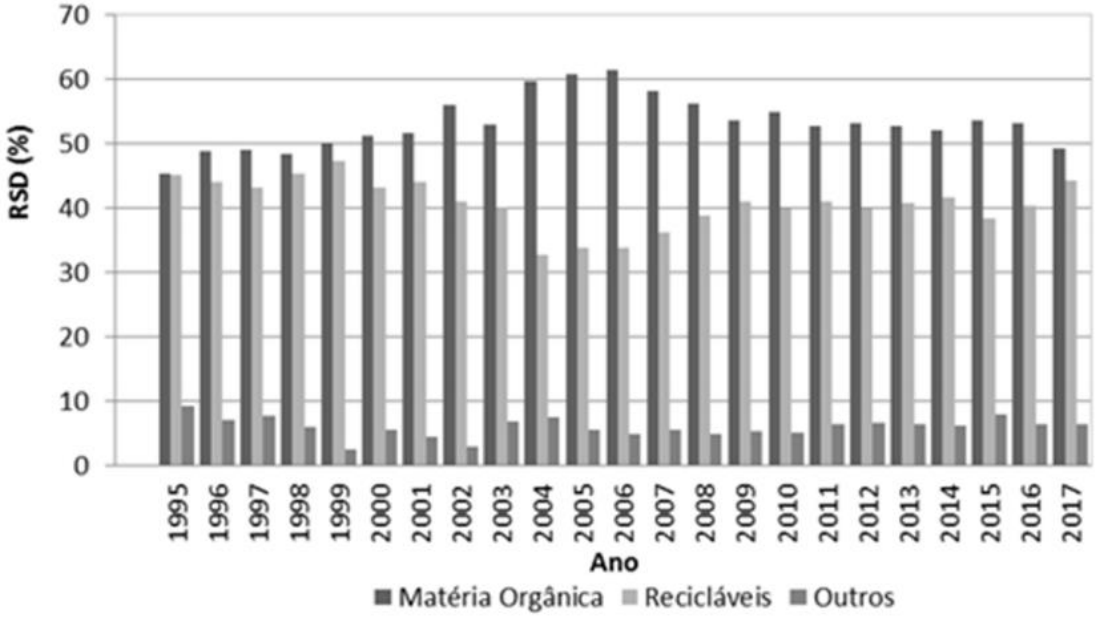


Figura 3 – Composição Geral dos RSD na cidade do Rio de Janeiro (1995-2017). Fonte: adaptado de QUINTAES *et al.* (2018)

O crescimento populacional, a mudança nos padrões de consumo, o aumento da quantidade e as mudanças na característica dos resíduos mudaram a composição física dos RSD na cidade do Rio de Janeiro ao longo dos anos. A Figura 3 apresenta os resultados para os componentes: Matéria orgânica, recicláveis e outros, em estudo de caracterização realizado ao longo de 22 anos na cidade do Rio de Janeiro entre os anos de 1995 e 2017, revelando elevados percentuais de matéria orgânica nos resíduos sólidos, que vão desde 45,43% em 1995 para 61,35% em 2006, maior valor encontrado (QUINTAES *et al*., 2018).

Em termos globais, a composição média dos resíduos consiste principalmente da fração orgânica (51%), seguido por papel (14,1%), plástico (10,4%), vidro (4,10%) e metais (3,3%). Dados mais atualizados indicam uma tendência de redução do percentual de matéria orgânica e uma elevação das frações inorgânicas. No entanto, aspectos regionais fazem com que as características dos resíduos mudem de um local para outro. De forma geral, localidades de renda mais alta e com população urbana maior tendem a ter um percentual menor de orgânicos na composição dos Resíduos (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2012; MARGALLO *et al.*, 2019). A Tabela 5 mostra a caracterização

dos resíduos de alguns países da América Latina e Caribe, com a informação da Renda per capita Bruta de cada país.

Tabela 5- Caracterização dos resíduos dos países da América Latina e Caribe segundo a Renda Per Capita Bruta.

País	Renda Per Capita 2016 (USD)	Orgânico	Papel/ Papelão	Metal	Vidro	Plástico	Outros/ Inertes
Trinidad Tobago	3,070	26,70	19,70	10,40	10,50	19,90	12,60
Cuba	6,570	34,00	11,99	17,00	22,00	11,00	5,00
Bolívia	3,070	41,75	6,10	1,65	2,75	6,15	41,60
México	9,040	43,68	15,19	1,88	4,02	12,05	23,93
Panamá	12,140	44,00	25,00	5,00	8,00	11,00	7,00
Argentina	11,960	48,51	14,14	1,95	3,83	14,36	17,35
Guayana	4,250	50,23	14,90	3,40	3,90	14,40	12,87
Chile	13,530	52,00	14,60	2,60	3,33	9,40	18,03
Costa Rica	10,840	54,00	20,00	2,00	2,00	14,50	7,50
Peru	5,950	54,77	6,86	1,23	2,68	6,22	28,65
Uruguai	15,230	55,00	14,00	6,00	3,50	12,00	10,00
Guatemala	3,720	55,45	15,95	2,90	4,10	10,55	11,05
Suriname	7,070	56,80	6,80	2,50	5,80	11,00	17,30
Brasil	8,840	51,04	13,10	2,9	2,4	13,5	8,56
Belize	4,410	60,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Paraguai	4,070	60,53	8,13	1,23	3,60	5,63	21,07
Colômbia	6,320	61,50	10,39	1,41	4,05	10,67	12,67
Jamaica	4,660	62,20	14,70	2,40	2,80	12,20	5,70
Equador	5,820	62,70	9,10	1,35	2,40	8,05	16,45
Haiti	780	75,00	3,00	3,00	2,00	7,00	10,00

Fonte: adaptado de ACURIO *et al*.,1998; IPEA, 2012; BEZAMA *et al*., 2013; MOREIRA *et al*., 2016; HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012; MOHEE *et al*., 2015; HERNANDEZ BERRIEL, 2016

De acordo com os dados da tabela 5, dos dez países com renda per capita bruta mais baixa, cinco tem elevados percentuais de matéria orgânica (acima de 60%). Somente dois desses dez, apresentam percentual de orgânicos menor que 50%. Os dados da tabela 5 estão, de forma geral, de acordo com o que é encontrado na maioria dos resultados de caracterização de resíduos, no entanto, há exceções. Trinidad Tobago, país com menor renda per capita, apresentou apenas 26,70% de orgânicos, contrariando o que era esperado. Características regionais podem explicar esse resultado, talvez a pobreza extrema no país tenha como consequência o aproveitamento quase que total dos alimentos, inclusive os que deveriam ser descartados. Outros fatores podem ser a inconsistência do dado apresentado com a realidade ou uma melhor organização social como por exemplo em Cuba.

O RSU é muito heterogêneo, pois é composto por frações de diversos tamanhos, percentuais e composições variadas, sendo estas muito específicas. Isso faz com que a caracterização química dos resíduos sólidos urbanos seja muito difícil e cara (RIBER *et al.*, 2007). O conhecimento das características químicas possibilita a seleção de processos de tratamento e técnicas de disposição final. Como propriedades químicas dos resíduos temos:

(i) **Poder Calorífico**: significa o potencial de um determinado material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima, sendo extremamente importante nos processos de tratamento térmico dos resíduos.

(ii) **Composição Química**: consiste na determinação dos teores de cinzas, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, enxofre, matéria orgânica, resíduo mineral total e resíduo mineral solúvel presentes nos resíduos sólidos urbanos;

(iii) **Relação Carbono/Nitrogênio (C/N)**: é o grau de decomposição da matéria orgânica dos RSU nos processos de tratamento e disposição final, dado extremamente importante para os processos de digestão aeróbia e anaeróbia da Fração Orgânica do Resíduo Sólido (FORS);

(iv) **Potencial Hidrogeniônico (pH)**: indica o teor de alcalinidade ou acidez da massa de resíduos sólidos urbanos. O pH está relacionado com a velocidade de degradação e estabilização da matéria orgânica nos resíduos;

(v) **Teor de Sólidos Totais Voláteis**: parâmetro indicador da degradabilidade dos RSU ao longo do tempo. Um alto percentual de sólidos voláteis totais (SVT) indica a presença de muita matéria orgânica a ser degradada e baixos valores podem indicar que o resíduo já passou por um processo acentuado de degradação. A determinação desse parâmetro é importante no acompanhamento das alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas da massa de RSU depositada no aterro.

Diversas caracterizações de propriedades físicas dos resíduos são estudadas no escopo das análises de estabilidades nos aterros de lixo e apresentadas a seguir:

• **Granulometria**: A determinação da dimensão e distribuição das partículas dos RSU é limitada em face da grande heterogeneidade e variedade dos resíduos não existindo um método padronizado para análise da distribuição do tamanho das partículas dos RSU, segundo (SANTOS & PRESA, 1995). DIXON e LANGER (2006) compilaram dados de curvas de distribuição granulométrica de materiais componentes dos RSU de diversos autores. Estes foram distinguidos em três categorias, que são os materiais compressíveis (papéis, papelões, plásticos, orgânicos e materiais mistos), materiais incompressíveis (metais, vidros, minerais, madeira e materiais mistos) e materiais de reforço (trapos, plásticos e panos)

•**Teor de Umidade**: "O teor de umidade do RSU, dentro de todas as outras propriedades, talvez seja a que apresente a maior quantidade de fatores que possam

influenciar no seu valor, que depende, dentre outras coisas, da sua composição inicial, condições climáticas locais, do processo de operação e construção dos aterros, da taxa de decomposição biológica, da capacidade e funcionamento dos sistemas de coleta de líquidos percolados e do sistema de *liner* de recobrimento" (NASCIMENTO, 2007).

Estudos de FUCALE (2005) e JUCÁ *et al*. (2014) em aterros das regiões metropolitanas de Recife e de Salvador apontaram uma variação da umidade do RSU em função da idade do aterro, concluindo que para aterros com maior idade os valores de umidade tendem ao decréscimo.

•**Peso específico**: Segundo COSTA (2013), o peso específico dos RSU é influenciado por características como a composição dos resíduos, a umidade e o grau de decomposição, assim como pelas condições de disposição e execução do aterro, devido às camadas de cobertura de solo utilizadas diariamente, pelas condições de compactação e a consolidação do resíduo com o tempo. Os valores de peso específico para Resíduos brasileiros e de Portugal, tanto em aterros como os resíduos recém-coletados encontrados na literatura, apresentam uma grande variação (Tabelas 6, 7 e 8).

Tabela 6 - Valores do peso específico de Resíduos em aterros no Brasil

Autor	Peso Específico ($KN.m^{-3}$)	Local/Condições
KAIMOTO & CEPOLINA, 1987	5,0 a 7,0	Resíduos novos não decompostos e pouco compactados
	9,0 a 13,0	Resíduos após compactação com tratores de esteira ou rolo compactador e após a ocorrência de recalques
BENVENUTO & CUNHA, 1991	10,0	Condição drenada
	13,0	Condição saturada
SANTOS & PRESA, 1995	7,0	Resíduos recém lançados
	10,0	Resíduos após a ocorrência de recalques
MAHLER & ITURRI, 1998	10,5	Seção do aterro sanitário do Sítio São João com 84 m de desnível e 10 meses de alteamento
CARVALHO, 2006	entre 9,47 e 16,36	lixão da cidade de Paracambi
	entre 9,99 e 11,75	aterro sanitário de Santo André

Fonte: adaptado de COSTA (2013)

Tabela 7 - Valores de “peso específico” de RSU recém-coletados no Brasil e em Portugal

Autor (a)/Ano	Peso Específico médio ($Kg.m^{-3}$)	Local de estudo
MERCEDES (1997)	150	Belo Horizonte -MG
CARNEIRO et. al (2000)	239	Benevides – PA
LIMA E SURLIUGA (2000)	198	Rio de Janeiro – RJ
IBAM (2001)	230	Vários municípios brasileiros
RUSSO (2003)	250	Coimbra - Portugal
RANUCI (2008)	173	Foz do Iguaçu - PR
SILVA & SANTOS (2010)	231	Fortaleza - CE

Fonte: adaptado de SILVA & SANTOS (2010)

Tabela 8 - Valores de peso específico para alguns tipos de resíduos

Tipo de Resíduo	Peso Específico ($Kg.m^{-3}$)
Resíduo Domiciliar	180 a 220
Resíduo de Logradouro	220
Resíduo de Praia Aberta	450
Resíduo de Praia Fechada	650
Resíduo de Praia-Coco	350 a 400
Resíduo de Favela	800
Resíduo de Feira Livre	270
Entulho	1200 a 1280
Raspagem	1000
Lixo Hospitalar	50

Fonte: adaptado de LIMA (2019)

3.1.4 RESÍDUOS, SAÚDE E AMBIENTE.

Há diversos estudos que apontam para os efeitos adversos das atividades relacionadas aos resíduos sólidos, tanto para o ambiente quanto para a saúde. O manuseio e a disposição de resíduos é, certamente, uma atividade que envolve risco ambiental.

Com relação às questões de saúde, um estudo realizado com 11 catadoras de resíduos que atuam no Rio Grande do Sul evidenciou que as cargas de trabalho das catadoras estavam intensificadas em seu cotidiano e relacionadas a um conjunto de elementos, como a exposição a agentes químicos, físicos, biológicos, orgânicos, ergonômicos e psíquicos, os quais contribuíam para a precarização de seu trabalho e, consequentemente, para o aumento dos esforços dispendidos diariamente. Diante das sobrecargas de trabalho, deflagravam-se impactos no corpo e na mente, destacando-se as dores, as afecções respiratórias e a ansiedade (COELHO *et al*, 2018).

A presença de animais sinantrópicos como insetos e roedores no ambiente de trabalho dos catadores de lixo em Chapecó-SC reforça as condições insalubres às quais muitos trabalhadores da área de resíduos estão submetidos (NEVES *et al*., 2017).

Trabalhadores de uma cooperativa que atua na área de um aterro de resíduos em uma cidade do interior do Rio Grande do Sul estão expostos a agentes biológicos e químicos sendo o autocuidado negligenciado (FONTANA *et al*., 2015). Em estudo realizado com profissionais de limpeza pública da cidade de Alexandria, no Egito, constatou-se a prevalência, em termos percentuais, de sintomas encontrados nos trabalhadores como: tosse (29,1%), fadiga (27,5%), cefaléia (21,1%) e sintomas constitucionais como febre, mal estar, sudorese noturna, anorexia e tontura (9,5%, 8,9%, 3,5% e 6,9% e 0,6% respectivamente). Estes, segundo o estudo, provavelmente constituem sintomas da síndrome tóxica da poeira orgânica, relacionada ao trabalho diário de coleta de lixo (EL-WAHAB *et al*., 2014).

MAHLER *et al*. (2015) avaliaram as condições de saúde e qualidade de vida dos moradores do entorno de um aterro de resíduos em Paracambi – RJ, concluindo que os moradores percebem o lixão como causador de problemas respiratórios nas crianças, corroborando os dados epidemiológicos oficiais do município, ou seja, uma maior

presença de problemas respiratórios na população quando comparado a outras cidades do estado do Rio de Janeiro. Outro estudo no México, cidade de San Luis Potosi, realizado em duas comunidades próximas a aterros de resíduos concluiu que em ambas as comunidades há uma ampla gama de riscos de saúde ambiental prejudiciais ao seu bem-estar como, por exemplo, resíduos, poluição do ar e falta de higiene (BORNER *et al*., 2015).

Aspectos como a falta de infraestrutura adequada, condições insalubres e vulnerabilidade para contágios de doenças foram relatadas em estudo realizado no aterro de resíduos de Porto Murtinho – MS. Em outro estudo internacional, foi encontrado um nível de risco ambiental elevado para os residentes nas proximidades do lixão Igbatoro, cujo responsável é o estado de Ondo – Nigéria (CHIARIELLO, 2018; OJURI *et al*., 2018).

Sobre os impactos ambientais negativos relacionados às atividades com os resíduos, há diversos aspectos relevantes. No entanto, a geração de lixiviado é, certamente, um dos fatores mais preocupantes, além de impactos como poluição do ar e degradação do solo, também muito comuns. Em um estudo realizado no aterro de resíduos de Olusosun, na Nigéria, foi constatada uma quantidade muito maior de patógenos em amostras de solo próximas ao aterro, em comparação a outra área de controle (NMEMA, 2017). Bioindicadores utilizados a 400m de um aterro de resíduos na Lituânia mostraram acúmulos de metais como Cádmio (Cd) e a concentração de metais pesados no lixiviado de aterro foi até 205 vezes maior que o limite aceitável (BALOGUN *et al*., 2018; SUJETOVIENE, 2019). Em outro estudo realizado em três aterros de resíduos no México, constatou-se emissões fugitivas de metano (CH_4) significativas (GONZALEZ-VALENCIA *et al*., 2016).

Após investigações em quatro aterros de resíduos de Taiwan e outro na Índia, constatou-se a presença de 15 tipos diferentes de fármacos e elevada fitotoxicidade nos diferentes lixiviados de aterro estudados (LU *et al*, 2016; ARUNBABU *et al*, 2017).

Um estudo realizado na Nigéria comparou a concentração de 15 tipos de metais pesados em lixiviados de aterros de resíduos, tendo como concentrações limite o que é exigido pela USEPA – *"United States Environmental Protection Agency".* No referido

estudo, constatou-se que as concentrações de metais pesados nos aterros encerrados foram significativamente maiores do que nos aterros em funcionamento (ADELOPO *et al*., 2018).

Nas diversas atividades relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos é possível verificar a necessidade de controle, monitoramento e fiscalização para evitar ou mitigar potenciais impactos adversos no meio ambiente. Um dos principais instrumentos de controle ambiental das atividades ligadas aos resíduos é o licenciamento ambiental, definido na Resolução CONAMA 237/97 da seguinte forma:

> Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. (Artigo 1º, inciso I da Resolução CONAMA 237/1997)

Como regra geral, tanto as atividades de transporte como de tratamento e disposição final de resíduos são passíveis de licenciamento ambiental, cujo rigor técnico deve ser proporcional ao risco ambiental da atividade exercida. Das atividades ligadas à cadeia de gestão dos resíduos sólidos, a disposição final em aterros pode ser considerada aquela com maior potencial poluidor.

Outro instrumento de controle ambiental trazido pela Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6938/81) foi a Avaliação de Impacto Ambiental, cuja ferramenta é o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto do Meio Ambiente – EIA/RIMA. A Resolução CONAMA 01/86 estabelece que os aterros sanitários e as atividades de processamento e destinação final de resíduos tóxicos ou perigosos devem ser precedidos de Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto do Meio Ambiente – EIA/RIMA.

As diretrizes gerais para a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental são previstas no 5º artigo da Resolução CONAMA 01/86:

(i) Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;

(ii) Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;

(iii) Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;

(iv) Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

Infelizmente, no Brasil, apesar do extenso arcabouço normativo relacionado ao controle ambiental, as exigências legais não são suficientes para coibir a degradação ambiental, principalmente na disposição final de resíduos sólidos, cenário criado geralmente pela interferência maléfica de interesses econômicos, particulares e políticos envolvidos na tomada de decisão nos processos de licenciamento ambiental, prejudicando a coletividade.

Segundo MAGRINI (1990 *apud* CARDOSO JÚNIOR, 2014), parágrafo 1º do artigo 5º da Resolução CONAMA 01/86 tem se mostrado polêmico, uma vez que estabelece a necessidade de se contemplarem alternativas tecnológicas e locais a serem confrontadas com a hipótese de não execução do projeto. O que se observa na prática é que, normalmente, os EIAs e RIMAs são elaborados para projetos já definidos em termos locais e tecnológicos e, portanto, as alternativas não são, via de regra, contempladas.

Além da falta de critério na aplicação das premissas do EIA/RIMA, outra questão polêmica e extremamente prejudicial à independência na realização do EIA/RIMA ocorre no país. Segundo CARDOSO JÚNIOR (2014), diferente da forma como ocorre no Brasil, onde o Estudo de Impacto Ambiental é realizado pelo empreendedor (instituído pelo 8º artigo da Resolução CONAMA 01/86), o *Environmental Impact Statement* (*EIS*), nos Estados Unidos, é realizado pelas próprias Agências Federais dos diversos setores da economia, em função da tipologia do empreendimento.

Apesar das diversas normas vigentes que regulam as atividades ligadas aos resíduos sólidos, constantes no Quadro 4 a seguir, há ainda a necessidade de melhor

integração, estruturação, independência técnica e funcional dos órgãos de controle ambiental para que as diversas exigências legais e normativas tenham efeito prático na redução dos impactos ambientais.

Órgão responsável	Número	Assunto
ABNT	NBR 7500/01	Símbolos de Risco e Manuseio para o Transporte e Armazenamento de Material – Simbologia
ABNT	NBR 7501/02	Símbolos de Risco e Manuseio para o Transporte e Armazenamento de Material – Simbologia
ABNT	NBR 10.004/04	Resíduos Sólidos – Classificação
ABNT	NBR 13.221/02	Transporte de Resíduos
ABNT	NBR 14.064/15	Atendimento à Emergência no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos
ABNT	NBR 14.619/03	Transporte de Produtos Perigosos – Incompatibilidade Química
ABNT	NBR 15480/07	Plano de ação de emergência (PAE) no atendimento a acidentes
CONAMA	Resolução 404/08	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
CONAMA	Resolução 358/05	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências
CONAMA	Resolução 348/04	Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos
CONAMA	Resolução 316/02	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos
CONAMA	Resolução 313/02	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais
CONAMA	Resolução 307/02	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
CONAMA	Resolução 275/01	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	Resolução 264/99	Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos
CONAMA	Resolução 23/96	Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito
CONAMA	Resolução 05/93	Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários
CONAMA	Resolução 06/91	Dispõe sobre o tratamento dos resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos

ANVISA	RDC 306/04	Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde

Quadro 4 – Principais normas ambientais ligadas ao controle ambiental dos resíduos sólidos. Fonte: Elaboração Própria

3.1.5 ASPECTOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Inicialmente, cabe uma ressalva à utilização de dois termos comumente utilizados em estudos, documentos técnicos e normas relacionadas aos resíduos. Estes termos são "gestão" e "gerenciamento" de resíduos sólidos. Muitas vezes usados como sinônimos, analisando com mais rigor, percebem-se algumas diferenças marcantes no emprego desses dois termos.

O conceito de gestão de RSU é muitas vezes confundido com gerenciamento e é usualmente empregado quando se pretende abranger os aspectos políticos, institucionais, administrativos, operacionais, financeiros, sociais e ambientais envolvidos direta ou indiretamente com os resíduos. No Brasil, a Gestão dos RSU tem sido proposta em esferas maiores, pelos estados ou governo federal, apesar de existirem algumas propostas estaduais e municipais. Já o gerenciamento dos RSU tem uma abrangência mais específica (local), ficando a cargo das municipalidades (BNDES, 2014).

Para JUCÁ *et al*. (2014),

> O gerenciamento refere-se a um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração desenvolve, apoiada em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor os RSU de um município (JUCÁ *et al*., 2014, p.21).

Feita a diferenciação dos termos, pode-se definir a gestão integrada de resíduos sólidos como um modelo no qual devem interagir aspectos tecnológicos, operacionais, ambientais, econômicos, políticos e sociais relacionados a todas as fases do ciclo dos resíduos. A gestão integrada pressupõe ainda que os responsáveis diretos pelo gerenciamento de resíduos sólidos atuem integrados a outros órgãos municipais e com a sociedade, tendo em vista que cada setor da municipalidade integra e/ou interage direta ou indiretamente com cada uma das fases do ciclo dos resíduos, da geração até a disposição final.

Segundo TCHOBANOGLOUS e KREITH (2002), a gestão integrada de resíduos sólidos é a seleção e aplicação adequada de técnicas, tecnologias e programas de gestão para alcançar as metas e objetivos específicos de um plano de gestão de resíduos. Ressaltam ainda que a gestão integrada é adotada para aplicar as diversas legislações federais e estaduais que foram criadas sobre o tema, porém, as estratégias podem ser diferentes em cada região.

TCHOBANOGLOUS e KREITH (2002) citaram como exemplo o caso do Estado da Califórnia nos EUA. A *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos EUA) definiu a hierarquia das ações na gestão dos resíduos como sendo a seguinte: (1) redução na fonte (2) reciclagem e compostagem (3) aproveitamento energético/tratamento térmico (4) disposição em aterros. No entanto, o estado da Califórnia substituiu o aproveitamento energético pela transformação dos resíduos e, segundo os autores citados, a interpretação diferenciada da hierarquia das ações de gestão integrada de resíduos deve continuar variável em outros estados americanos.

A gestão de resíduos sólidos não deve ser considerada como uma questão somente técnica e de "engenharia pura", mas incluir no planejamento os aspectos multidimensionais como as questões sociais, econômicas, ambientais, políticas e a logística de transportes. A visão equivocada da gestão integrada de resíduos normalmente resulta em planos cheios de tecnicidades e não realistas, ou seja, que independem das condições locais ou que são meras cópias de planos de outros municípios.

Quando ocorre um problema grave relacionado à disposição de resíduos, geralmente aparece alguém (normalmente um vendedor) que propõe uma solução mágica, de baixo custo e com enormes benefícios para o município. Sempre há um vendedor disposto a ofertar uma solução fácil para todos os problemas complexos do ciclo dos resíduos, mas alguns itens devem ser respondidos para indicar se a solução proposta é viável, como por exemplo:

- ✓ A tecnologia é aplicável aos resíduos gerados no município?
- ✓ A tecnologia oferecida já foi aplicada em algum lugar? Foi comprovada?
- ✓ O contrato atende a uma quantidade mínima de resíduos?

- ✓ Os custos são realistas e dentro da faixa do mercado?
- ✓ Há financiamento disponível? Há mercado local para assimilar os produtos gerados pelo tratamento dado aos resíduos?
- ✓ O país tem capacidade institucional para possibilitar a implantação e operação desta técnica?
- ✓ Há mão de obra qualificada para a operação proposta?

3.1.6 ANALISE DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A evolução da Política Ambiental no Brasil, principalmente nos últimos 50 anos, tornou-se cada vez mais robusta e variada, trazendo complexidade ao arcabouço legal relacionado às questões ambientais. Na área de Resíduos Sólidos, os principais marcos legais são: a Lei de Consórcios Públicos (Lei 11.107/2005), a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei 12.305/2010).

A PNRS, depois de mais de 20 anos de discussão no Congresso Nacional, preencheu uma importante lacuna na legislação ambiental brasileira. Segundo JURAS (2012), da mesma forma que em outros países, as ações relacionadas à gestão dos resíduos domiciliares são principalmente de competência dos municípios, estes têm autonomia administrativa definida em nossa Constituição. Assim, à lei federal cabe estabelecer as normas gerais, aplicáveis a todo o país, sem esgotar a possibilidade de haver legislação estadual suplementar.

> De forma similar à Lei de Crimes Ambientais, a nova lei de resíduos sólidos tem a grande vantagem de reunir inúmeros dispositivos legais anteriormente esparsos em instrumentos normativos diversos, como resoluções e portarias, de forma orgânica e coerente. Além disso, traz para o nível de lei em senso estrito comandos que estavam em atos infralegais (Decretos, Portarias, Medidas Provisórias), os quais, por não terem o respaldo de uma lei com normas gerais sobre os resíduos sólidos, tinham sua constitucionalidade questionada por alguns analistas (ARAÚJO & JURAS, 2011, p.33).

Diversos instrumentos e princípios importantes foram trazidos pela PNRS na tentativa de deixar o Brasil em patamar similar aos países em desenvolvimento como pode ser verificado no Quadro 5.

PRINCÍPIOS	OBJETIVOS	INSTRUMENTOS
Ecoeficiência	Não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.	Os planos de resíduos sólidos
		Os Acordos Setoriais
Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos	Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos	Os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos
Direito da sociedade à informação e ao controle social	Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados	A coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos
Cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade	Gestão integrada de resíduos sólidos e articulação entre as diferentes esferas do poder público e com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos	O incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis
		Os incentivos fiscais, financeiros e creditícios
	Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos	O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR

Quadro 5 – Principais Inovações da PNRS. Fonte: adaptado da Lei 12.305/2010 – PNRS

Apesar das inovações trazidas, diversos equívocos podem ser apontados no texto da PNRS. Assim como em outras políticas públicas brasileiras de resíduos sólidos, a PNRS foi elaborada sem a devida consideração das práticas mais modernas. A ênfase nas questões científicas e tecnológicas foi deixada de lado, limitando o debate ao marketing dos interesses particulares e das questões políticas, preocupando-se com tópicos como catadores, cooperativas e aterros pretensamente sanitários (GERSUP, 2011).

Segundo GERSUP (2011), a PNRS para alguns foi a salvação do país, mas, na verdade, não desejou mudar nada exceto, talvez, a construção de alguns aterros pretensamente sanitários no lugar de lixões, o que é muito pouco. MAHLER (2016) afirmou ainda que o importante foi não mexer no ganho das empresas de coleta e disposição dos resíduos e no ganho dos políticos e intermediários. Infelizmente, no Brasil, o “soterramento do lixo” sendo “vendida” como a melhor solução ainda prevalece na maioria dos municípios, indo na contramão dos países desenvolvidos, que cada vez mais vêm diminuindo consideravelmente o envio de resíduos para aterros, principalmente os orgânicos de rápida degradação.

Analisando a definição de rejeitos da PNRS, “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (artigo 3º inciso XV da PNRS). Na definição do artigo XV, o termo “esgotadas todas as possibilidades de tratamento economicamente viáveis” não significa nada, tendo em vista que não atenta para a questão fundamental que é a disposição dos resíduos de origem animal e vegetal (orgânicos de rápida degradação) ou bio-resíduos nos aterros. Se determinada prefeitura simplesmente declara que não tem recursos, deposita os bio-resíduos nos aterros apoiados pela PNRS, como se fosse ambientalmente adequado. Ressalta-se, ainda, o problema dos plásticos (combustíveis) que não podem ser reciclados e são dispostos nos aterros, representando um enorme desperdício de energia. Algumas lacunas no texto da PNRS merecem ser ressaltadas, como por exemplo. O que seriam soluções economicamente viáveis? Viáveis para quem? Para um município apenas? Para os consórcios municipais? Para as empresas prestadoras de serviço de manejo de resíduos? Esses questionamentos são de certa forma, uma maneira de demonstrar as indefinições e lacunas deixadas pela PNRS.

No Brasil, quantidade considerável de energia é desperdiçada pelo envio de plásticos para aterros. Pode-se então apontar os seguintes principais equívocos da PNRS:

- A falta de estímulo a outras soluções que não sejam o aterro sanitário, além da definição da destinação em aterro como ambientalmente adequada não atacar o problema dos bio-resíduos;
- Não estabelece que a recuperação energética dos resíduos é melhor do que os aterros na hierarquia das ações, pelo elevado percentual de plásticos não recicláveis;
- Não estabelece incentivos para a venda de energia das plantas de tratamento térmico de resíduos, o que poderia viabilizá-las;
- Não cita a separação na origem como base para reciclagem e compostagem;
- Pela PNRS, a reciclagem no Brasil é incipiente e estimulada pela pobreza;

- A cadeia de reciclagem pode ter a participação de catadores, mas tem que ser gerida de forma profissional, pela dificuldade de organização dos catadores que em geral, são de forma geral de nível educacional e social muito baixo.

Sobre as referências acerca dos catadores de resíduos na PNRS, cabe ressaltar ainda que, apesar da louvável intenção de dar a estes profissionais autonomia e protagonismo, reconhecendo a importância deles na cadeia de gerenciamento, não é possível acreditar que, por si só, eles consigam obter sucesso na gestão das cooperativas, centros de triagem e de reciclagem, sem o devido apoio do poder público, o que torna o processo oneroso para o Estado.

O então senador Cristóvão Buarque fez importante referência aos catadores. “O emprego não é digno. Os catadores não querem isso para seus filhos. Deve haver alternativas de emprego ou de transferência de renda para eles.” (BUARQUE, 2014). Apenas um discurso político, sem apresentar alternativas. O mercado num sistema capitalista tem que ser aberto ao investidor privado, sem financiamento do Estado. Nos países desenvolvidos, de forma geral, o capitalista investe nos processos alternativos de coleta e tratamento dos resíduos.

A forma como foi escrita a PNRS trouxe a necessidade de diversas regulamentações posteriores à referida lei para que os principais instrumentos sejam operacionalizados. Cita-se como exemplo os acordos setoriais para a estruturação e implementação dos sistemas de logística reversa.

Em julho de 2016, quase seis anos após a sanção da PNRS, ainda havia dois setores cujos acordos setoriais não foram assinados, como mostra o Quadro 6.

SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA EM IMPLANTAÇÃO	
CADEIAS DE PRODUTOS	SITUAÇÃO ATUAL
Embalagens Plásticas de Óleos Lubrificantes.	Acordo setorial assinado em 19/12/2012 e publicado em 07/02/2013.
Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista.	Acordo setorial assinado em 27/11/2014. Publicado em 12/03/2015.
Embalagens em Geral.	Acordo setorial assinado em 25/11/2015.

	Publicado em 27/11/2015.
Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes.	Dez propostas de acordo setoriais recebidas até junho de 2013. Proposta unificada recebida em janeiro de 2014.
Medicamentos.	Decreto editado em 2020 sobre o tema.

Quadro 6 – Situação dos acordos setoriais previstos pela PNRS. Fonte: adaptado de Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), 2021.

De acordo com informações atuais, o acordo setorial para a logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes foi assinado em 31/10/2019 e publicado em 19/11/2019, quase 10 anos após a edição da PNRS (SINIR, 2020). O acordo setorial para a logística reversa de medicamentos foi regulamentado através do Decreto 10.388 de 05 de junho de 2020.

A opção pela "responsabilidade compartilhada" dos resíduos trazida pela PNRS, para ser efetivada e apresentar resultados exige uma estrutura eficiente de fiscalização e regulação por parte dos órgãos responsáveis nas diversas unidades da Federação, além de uma integração entre os setores empresarial e público, situação ainda pouco vista no país. Sem os acordos setoriais implementados e funcionando corretamente, a responsabilidade compartilhada pode transformar-se em um "problema sem dono".

Cita-se como exemplo as políticas japonesas, parte delas enfatiza a responsabilidade dos produtores, enquanto outras enfatizam a responsabilidade dos geradores. A lei japonesa de embalagens estipula que os produtores de receptáculos são responsáveis pela reciclagem das embalagens, que são coletadas seletivamente pelos municípios. Já a lei de reciclagem de produtos eletrônicos prevê que os varejistas são responsáveis pela recepção dos equipamentos em "final de vida" e pela reciclagem dos mesmos.

Já a Comunidade Europeia estabeleceu a Responsabilidade Estendida do Produtor (REP), com base no princípio do "poluidor pagador", tornando os fabricantes responsáveis por todo o ciclo de vida dos produtos e embalagens que produzem. Uma política desse tipo faz com que os custos ambientais do produto sejam internalizados nos preços e, ainda, transferem o ônus econômico de administrar os produtos no término da vida útil para os produtores.

3.1.7 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

As políticas públicas influenciam diretamente na gestão, mas também nas ações ligadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Segundo BUCCI (2002), as políticas públicas são definidas como a "coordenação dos meios à disposição do Estado, harmonizando as atividades estatais e privadas para a realização dos objetivos socialmente (ou economicamente) relevantes e politicamente determinados".

Escolheu-se a análise de uma parcela dos países desenvolvidos com o intuito de apresentar as experiências bem-sucedidas, valendo frisar que se verificam diferenças tanto nas políticas quanto nas tecnologias aplicadas. Em diversos pontos das políticas ambientais brasileiras há uma cópia literal de leis internacionais, no entanto, não é transpondo políticas públicas e tecnologias internacionais que se chegará a um desempenho de países desenvolvidos na questão dos Resíduos Sólidos. Os problemas brasileiros são bem mais complexos como corrupção, falta de integração nas políticas, fiscalização ineficiente, mão de obra desqualificada e outros.

A União Europeia tem como característica relevante a adoção de políticas conjuntas para todos os Estados membros, ou seja, o que for decidido pela Comunidade Europeia deve ser seguido por todos os membros. No caso da gestão dos Resíduos Sólidos, a UE se apoia em Diretivas e por este tipo de instrumento, os países têm prazos e metas a cumprir, porém cada um estipula a forma como vai internalizar a Diretiva na sua política e como irá cumpri-la. A Comissão Europeia monitora o prazo de atendimento de cada Diretiva. JUCÁ *et al.* (2014) fizeram ressalvas ao sistema europeu no qual, apesar do grau de integração, não há um sistema punitivo para os países que não cumprem os prazos. A Figura 4 traz um resumo das principais legislações europeias relacionadas aos resíduos sólidos.

Estratégias Comunitárias de Resíduos	
Legislação sobre a Estrutura	
Diretiva da Estrutura dos Resíduos 2008/98/EC Substituindo 75/442/EEC e 31/156/EEC	Regulamento sobre o transporte de resíduos 103/2006/EC

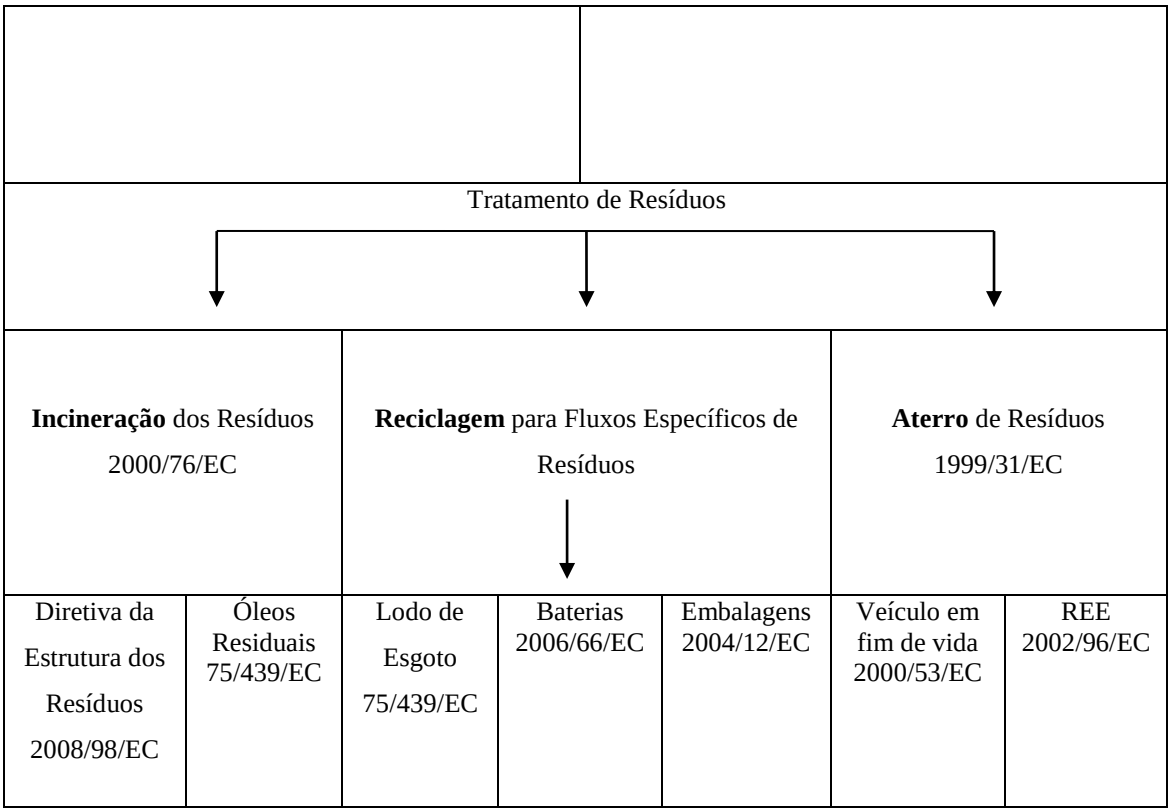


Figura 4: Legislação Europeia da Gestão de Resíduos
Fonte: adaptado de ISWA (2014)

No caso dos Estados Unidos (EUA), existe uma ação bastante ativa da Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA) que estabelece os padrões nacionais de gestão de resíduos sólidos e também de monitoramento e fiscalização a serem cumpridos pelos Estados. Tal situação se aproxima ao que ocorre no Brasil com a sanção da PNRS, que estabeleceu as diretrizes gerais, deixando a cargo dos estados e municípios as regulações próprias e específicas.

Ocorre que, no caso do Brasil, as políticas ambientais em nível municipal não podem ser menos restritivas do que as de nível estadual. Os estados assim como os municípios não podem estabelecer políticas ambientais menos restritivas do que as nacionais.

Verifica-se no Quadro 7 as principais legislações sobre resíduos sólidos nos EUA e no Quadro 8, de forma sumária, as formas de incentivo e arranjos institucionais.

Legislação	Objetivos
Lei de Resíduos Sólidos *(Solid Waste Disposal Act*) – 1965.	Define resíduo sólido e indica a existência de métodos ecologicamente racionais para a disposição dos resíduos doméstico, comercial e

	industrial.
Conservação e Recuperação de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act* – RCRA) – 1976.	Principal lei federal que rege a disposição de resíduos sólidos e de resíduos perigosos. Estabelece orientações para a gestão de resíduos sólidos não perigosos e dá autoridade a EPA para controlar todo o processo dos resíduos sólidos perigosos.
Emendas de resíduos sólidos e perigosos (*Hazardous ousand Solid Waste Amendments* – HSWA) – 1984.	Amplia o âmbito e os requisitos do RCRA. Exige da EPA o desenvolvimento de um programa abrangente para a regulamentação dos sistemas reservatórios subterrâneos para proteger a saúde humana e o meio ambiente. Estabelecem diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de destinação de resíduos sólidos em Aterros Sanitários.

Quadro 7 – Principais Legislações sobre Resíduos Sólidos nos EUA. Fonte: adaptado de JUCA *et al.* (2014).

	Arranjos Institucionais	Modelos de Gestão	Sistemas de Incentivo – atribuição da EPA
Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act* – RCRA) – 1976.	Delega para os Estados a responsabilidade de regular o mercado de coleta de resíduos sólidos urbanos e de reciclagem.	Determina que a agência nacional (Agência de Proteção Ambiental – EPA) estabeleça as normas de gestão de resíduos sólidos, bem como as normas do monitoramento e da fiscalização dos Estados sobre o cumprimento de tais normas.	-Emitir uma ordem administrativa e impor uma penalidade civil a qualquer pessoa que violar a RCRA e também exigir o cumprimento do regulamento. -Mover uma ação civil contra as pessoas que não cumprirem uma ordem emitida nos termos da Lei. -Multar em até 27,5 mil dólares por dia para cada violação. -Publicar informativo sobre as normas do RCRA.

Quadro 8 – Arranjos institucionais, modelos de gestão e sistemas de incentivos nos EUA. Fonte: adaptado de JUCA *et al.* (2014).

O Japão é conhecido mundialmente como uma referência positiva na área tecnológica e ambiental, sendo também um dos líderes mundiais nas práticas de gestão e nas tecnologias empregadas no tratamento dos resíduos sólidos. A lei de limpeza pública japonesa data de 1954 e tinha como objetivo principal a proteção e melhoria da saúde pública pela eliminação dos resíduos e limpeza dos logradouros.

Em 1970, ocorreu uma evolução no arcabouço legal japonês com a revogação da lei de 1954 e promulgação da Lei de Gestão de Resíduos e Limpeza Pública. O modelo

de gestão de resíduos no Japão é basicamente municipal, assim como no Brasil, no entanto há no Japão o estabelecimento de centros administrativos, nas cidades maiores, para descentralização do gerenciamento dos resíduos.

Há ainda no Japão outras características que exigiram escolhas criteriosas de tecnologias adequadas, "o elevado contingente populacional e o intensivo uso do solo" (SMA, 1998 *apud* JUCÁ *et al.* 2014) não permitem a ocupação de grandes áreas para aterros, tornando o Japão um dos países com os maiores índices de reciclagem e incineração do mundo, além de, a partir de 2002, instituir a Lei Fundamental do Ciclo de Vida dos Materiais. O Quadro 9 apresenta um resumo sobre a legislação japonesa acerca da gestão de resíduos sólidos.

Legislação	Objeto
Lei Básica do Meio Ambiente.	Protege o meio ambientee constitui um sistema de suporte a vida essencial para ser passado às gerações futuras.
Lei para a utilização eficiente de recursos.	Compõe o quadro legislativo federal no Japão que rege a utilização adequada dos resíduos sólidos e prevê: a reciclagem de recursos reaproveitáveis; a aplicação de estruturas e materiais, etc. que facilitem a reciclagem; a indicação para recuperação selecionada; e a utilização eficaz de subprodutos.
Lei Fundamental para o estabelecimento do "Ciclo de Materiais".	Estabelece a Material Ciclo Society (SMC), fornecendo os princípios sobre como a gestão de resíduos japonesa deve ser conduzida.
Lei de Gestão de Resíduos e Limpeza Pública.	Prevê a redução da produção de resíduos, o tratamento adequado de resíduos (incluindo a reciclagem), o regulamento sobre a instalação de estações de tratamento de resíduos, o regulamento sobre empresas de serviços para resíduos, a criação de normas de tratamento de resíduos, etc.

Quadro 9 – Principais Leis sobre gestão de resíduos sólidos no Japão. Fonte: adaptado de JUCA *et al.* (2014).

A UE tem mostrado evolução nos modelos de gestão, no entanto há diferenças entre os diversos países membros. Países do Norte da Europa como Suécia e Noruega possuem um desenvolvimento tecnológico bem diferenciado de países como Portugal, Espanha e Grécia por exemplo. Alemanha e Holanda, por exemplo, praticamente não destinam mais seus resíduos em Aterros, enquanto Portugal, Espanha, Itália e Grécia ainda utilizam essa técnica. MAHLER (2015) apontou ainda que quanto maior o nível

de corrupção em um país, menos eficientes e mais rudimentares são as tecnologias adotadas na gestão dos resíduos sólidos.

Em 2010, foram recuperados 40% dos resíduos descartados pela sociedade europeia através dos processos de compostagem e reciclagem, 22% foram incinerados e 38% dispostos em aterros sanitários (EUROSTAT, 2012). A consolidação de políticas voltadas para diminuição do uso de aterros foi preponderante para a melhoria dos índices. Diferentemente do que estipulou a PNRS, a Comunidade Europeia vem desde os anos de 1990 desestimulando a destinação em aterros.

A Suíça, no ano de 2000, encerrou o envio de RSU biodegradáveis para os aterros, alavancando as taxas de reciclagem e incineração. Segundo JUCÁ *et al.* (2014) a Diretiva da UE relativa à destinação de resíduos (1999/31/CE) contribui diretamente para diminuir a disposição em aterros, pois tomando como referência as quantidades de resíduos urbanos biodegradáveis geradas em 1995, exigiu que os Estados membros reduzissem a disposição desses resíduos para 75% até 2006, para 50% até 2009 e para 35% até 2016. Percebe-se pela Figura 6 que oito países da UE atingiram, em 2009, metas de redução de disposição de resíduos biodegradáveis em aterros previstas para 2016. Outro panorama (Figura 5) mostra o percentual reduzido de resíduos que alguns países destinam em aterros.

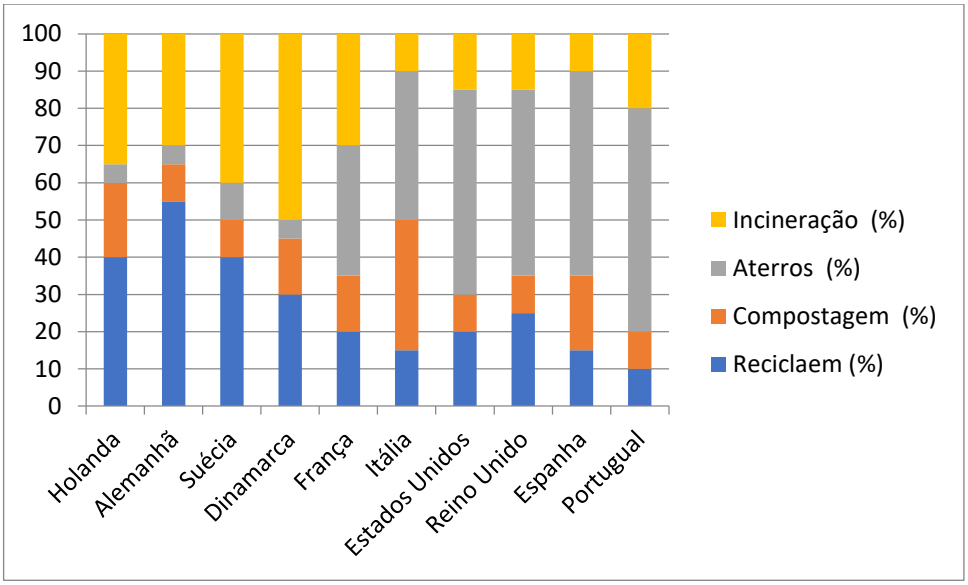


Figura 5: Percentual de Destinação de resíduos em alguns países. Fonte: adaptado da Revista em Discussão: os principais debates do Senado Federal, ano 5, nº 22, 2014 (2014)

Com exceção dos EUA, os demais países da Figura 5 integram a União Europeia (UE) e seguem diretrizes comuns no setor, submetidos à Diretiva de junho de 1999, a qual transformou gradativamente os aterros em opção apenas para destinação de rejeitos inertes, mesmo assim, quase 14 anos depois, somente Holanda, Alemanha, Suécia e Dinamarca estavam em consonância com a Diretriz de junho de 1999 e suas posteriores atualizações.

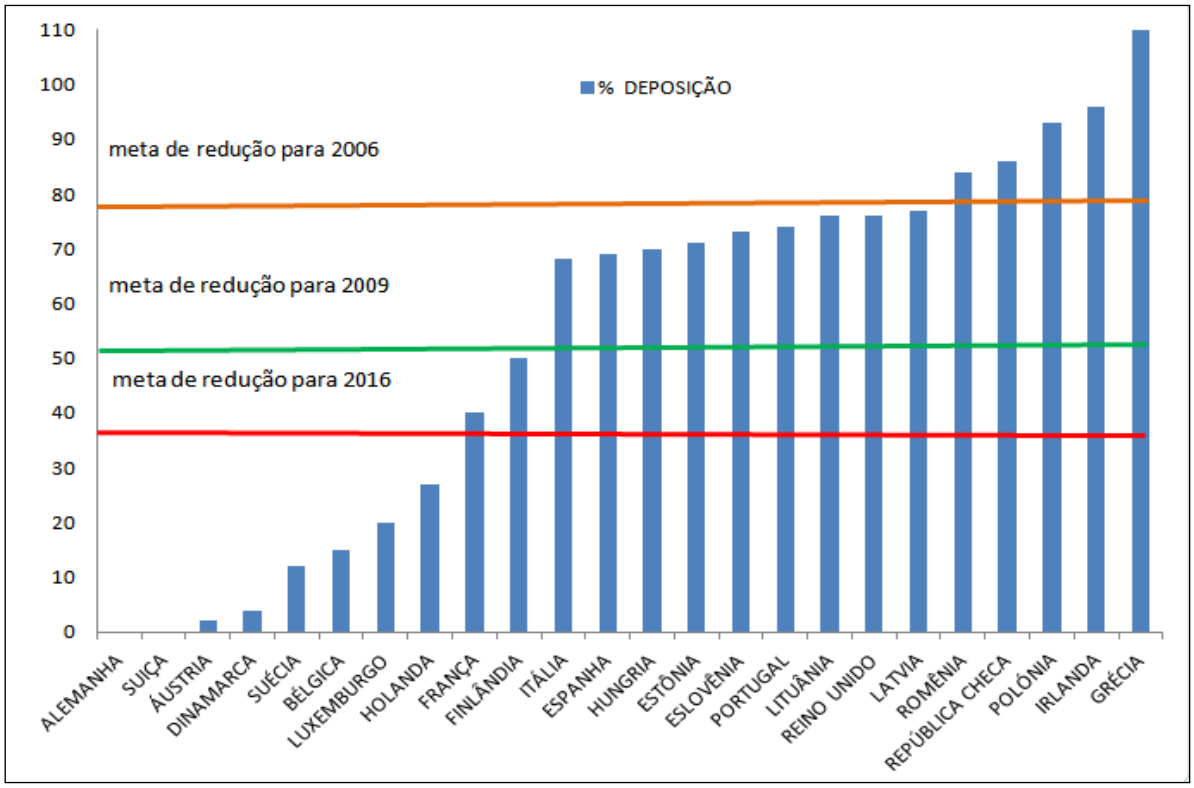


Figura 6 – Metas de redução percentual de resíduos em aterros na UE, com base nos resíduos gerados em 1995. Fonte: adaptado de Comissão Europeia (2009).

Essas medidas visam a redução das pressões ambientais do aterro, em especial as emissões de metano e a contaminação do subsolo por lixiviados. Os investimentos nos países que aderiram à UE possibilitaram, a muitos deles, atingir os objetivos previstos para a gestão de resíduos sólidos urbanos, gerando transformação do cenário, até então deficiente. Países como Portugal e Espanha, que entraram na UE em 1997, foram beneficiados pelos fundos de coesão para a melhoria da gestão de tratamento dos resíduos gerados em seus territórios.

No caso do Japão, observa-se uma gama diversificada de tecnologias adotadas: nota-se, porém, uma priorização pela aplicação intensiva da segregação, coleta seletiva e uso de incineradores. Nos EUA há diferenças regionais marcantes nas tecnologias de tratamento de resíduos. O Leste concentra alternativas de disposição em aterros e incineração enquanto no Oeste, ocorre a priorização de ações voltadas para redução e reciclagem (política do "*Zero Waste"*)

3.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

3.2.1 PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS

De acordo com a distribuição de atribuições entre os entes federativos no Brasil (união, estados e municípios), cabe aos municípios organizar e prestar os serviços públicos de interesse local e dentre estes estão incluídos os relacionados ao saneamento básico, sendo assim, é de competência municipal prestar os serviços de gerenciamento de resíduos sólidos de forma direta ou indireta.

Dessa forma, os municípios podem adotar cinco formas diferentes de prestação dos serviços, sendo eles:

- Administração Pública Direta: quando o órgão gestor é ligado diretamente à administração pública municipal por meio de uma Secretaria Municipal, Coordenadoria, Divisão ou Direção, cujos servidores são regidos pelos respectivos estatutos e contratados mediante concurso público. Nesse caso, o órgão não tem autonomia financeira nem orçamentária. Alguns municípios que adotam esse tipo de modelo denominam o órgão gestor de resíduos sólidos como Divisão de Limpeza ou Secretaria de Conservação.

- Autarquia: as autarquias são pessoas jurídicas de direito público criadas por lei específica, que dispõe de patrimônio próprio, possuem autonomia financeira e orçamentária e prestam atividades típicas de Estado. Os servidores, assim como os da administração direta, são contratados mediante aprovação em concurso público e regidos por estatuto próprio. Em muitos municípios que adotam as autarquias como modelo de prestação de serviços de resíduos as denominam como Serviço Autônomo Municipal de Limpeza Pública**.**

- Empresa Pública - EP e Sociedade de Economia Mista - SEM: As EP e SEM são pessoas jurídicas de direito privado criadas por um ente estatal para exercer atividade específica. Nas EP, todo o capital da empresa é propriedade do ente estatal ao qual a empresa está vinculada, já na SEM, mais da metade do capital societário da empresa é propriedade ao ente público instituidor e o restante do capital está em posse de pessoas físicas ou jurídicas. Os empregados são regidos pelas Consolidações das Leis Trabalhistas – CLT e contratados mediante processo seletivo público. Os municípios maiores têm adotado esse tipo de modelo para prestação de serviços de gerenciamento de resíduos, como no caso da COMLURB, no Rio de Janeiro, CLIN, em Niterói e outros.

Ainda há uma sexta possibilidade de prestação dos serviços de saneamento, que é a concessão de serviços público, amparado pela Lei 8987 de 1995, através da qual um ente federativo transfere a prestação de serviços público para uma empresa privada, por exemplo. No Brasil, as concessões públicas de serviços de saneamento têm sido mais comuns nos serviços relativos ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU), de construção civil (RCC) e do serviço de saúde (RSS) são os principais resíduos gerados nas cidades e cada um desses exige ações logísticas específicas para as atividades de coleta, transporte, tratamento e disposição final. Conforme dados da Companhia de Limpeza Pública do município do Rio de Janeiro COMLURB (2014), 83,8% de todo o resíduo coletado na cidade corresponde ao RSU.

Conforme dados do Ministério das Cidades (SNIS, 2014), grande parte dos municípios brasileiros que respondem ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) ainda prestam os serviços de gerenciamento dos resíduos de forma direta, conforme a figura 7.

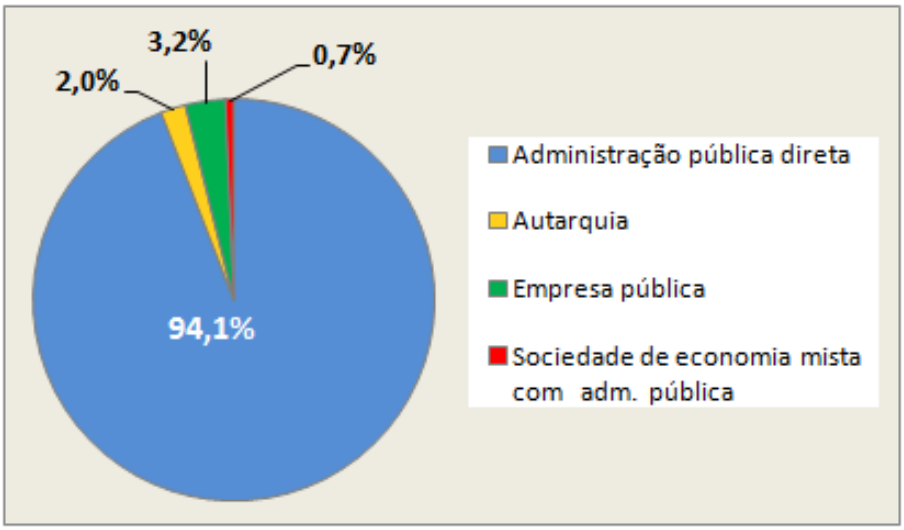


Figura 7 - Natureza jurídica dos órgãos gestores do manejo de RSU no Brasil

Fonte: adaptado de SNIS (2014)

Percebe-se que quanto maior o porte do município maior a proporção de prestação de serviço de manejo de RS de forma indireta, como observado na Tabela 9.

Tabela 9 – Natureza jurídica dos órgãos gestores do manejo de RSU participantes do SNIS 2014, segundo faixa populacional

Faixa Populacional		Natureza Jurídica dos Órgãos Gestores (%)				
		Administração Pública Direta	Autarquia	Empresa pública	Sociedade de Economia Mista	Total
1	População ≤ 30 mil	95,3	1,0	3,2	0,4	100
2	30 mil < População ≤ 100 mil	91,9	4,8	2,8	0,5	100
3	100 mil < População ≤ 250 mil	91,3	4,3	2,5	1,9	100
4	250 mil < População ≤ 1 milhão	83,5	5,9	5,9	4,7	100
5	1 milhão < População ≤	53,3	33,3	6,7	6,7	100

	4 milhões					
6	População > 4 milhões	0,0	50,0	0,0	50,0	100

Fonte: adaptado de SNIS (2014)

A Tabela 10 mostra um panorama mais atual dos principais municípios brasileiros quanto ao modelo de prestação de serviços de manejo de resíduos sólidos. Percebe-se uma concentração maior de serviços prestados pela administração pública direta, principalmente nos municípios menores (faixas 1 a 4). Nos municípios maiores (faixa 6), predominam as autarquias e as Sociedades de Economia Mista, demonstrando que do ano de 2014 até então, não foram constatadas mudanças significativas quanto aos modelos de prestação de serviços de manejo de resíduos.

Tabela 10 – Natureza jurídica dos órgãos gestores do manejo de RSU participantes do SNIS 2018, segundo faixa populacional

Faixa Populacional		Natureza Jurídica dos Órgãos Gestores (%)				
		Administração Pública Direta	Autarquia	Empresa pública	Sociedade de Economia Mista	Total
1	População ≤ 30 mil	95,6	1,1	3,0	0,4	100
2	30 mil < População ≤ 100 mil	92,7	4,1	2,4	0,7	100
3	100 mil < População ≤ 250 mil	86,4	6,8	5,1	1,7	100
4	250 mil < População ≤ 1 milhão	78,7	11,7	5,3	4,3	100
5	1 milhão < População ≤ 4 milhões	60,0	33,3	0,0	6,7	100
6	População > 4 milhões	0,0	50,0	0,0	50,0	100

Fonte: adaptado de SNIS (2018)

Os órgãos responsáveis pelo manejo dos resíduos sólidos são responsáveis diretos pelos resíduos domiciliares e de limpeza pública. Os resíduos comerciais são, por vezes, de responsabilidade do gerador, a depender da quantidade de resíduo gerada por dia. Quando superior ao máximo definido em norma municipal, os "grandes geradores"[7] são responsáveis pela coleta e disposição final dos resíduos.

A cobrança pela gestão dos resíduos é feita mediante o pagamento de taxa.

> Pode-se definir a taxa como um tributo vinculado a um serviço público específico prestado ao contribuinte pelo poder público, tal como a taxa de coleta de resíduos urbanos ou a taxa de iluminação pública. Seu regime jurídico é regido pelo princípio da retributividade e deve traduzir uma contraprestação paga ao Estado em razão da limitação de direitos e liberdades subjetivas do indivíduo (taxa de polícia) ou da prestação de serviço público específico e divisível (taxa de serviço), como é o caso dos serviços de limpeza urbana. (COELHO & DERZI, 2011, p.5)

Um grande problema enfrentado por diversos municípios é a falta de auto-sustentabilidade econômica, fazendo com que o poder público precise alocar recursos na área da gestão de resíduos além do que é arrecadado pela taxa de limpeza pública.

A PNRS, em seu artigo 7º, item X, dispõe sobre a regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados a um município, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007 – Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico.

Além da dificuldade da instituição dessa cobrança de forma adequada pelos municípios, outros fatores contribuem para a falta de sustentabilidade econômica em relação aos resíduos sólidos, como o mau planejamento, a falta de articulação das políticas públicas, o preparo técnico deficiente dos gestores, a elevada corrupção, a desorganização dos cadastros municipais e a falta de fiscalização, entre outros.

[7] Pessoas físicas ou jurídicas que geram uma quantidade de resíduos diária superior ao definido em legislação específica do município. No caso de Salvador –BA o valor é de $300l.dia^{-1}$, em Niterói-RJ o valor é de $200l.dia^{-1}$, no Rio de Janeiro-RJ 120 $l.dia^{-1}$ou 60 $Kg.^{dia-1}$. Estes devem contratar empresas licenciadas para coleta, transporte e destinação final do resíduo gerado.

Uma alternativa para otimização da prestação dos serviços são as Parcerias Público Privadas (PPP), sendo uma solução viável e que tem sido utilizada por municípios de maior porte, como capitais e as cidades maiores do país. Tais contratos são caracterizados pela prestação de serviços a longo prazo, desonerando o sistema público dos investimentos iniciais necessários às instalações e equipamentos.

Os consórcios públicos são uma alternativa possível, pois possibilitam a redução de custos unitários através do ganho em escala, no entanto, apesar da existência de legislação sobre o tema desde 2005 e do incentivo da PNRS, os consórcios públicos intermunicipais ainda não são uma modalidade muito usual no Brasil.

3.2.2 COLETA E TRANSPORTE

Após a geração dos resíduos, há a fase do acondicionamento pré-coleta, na qual o resíduo pode ser acondicionado de forma conjunta ou de forma segregada como, por exemplo, separando os resíduos orgânicos de rápida degradação (restos de alimentos) dos demais (papel, papelão, vidro, madeira, metálicos). A segregação dos resíduos sólidos na fonte geradora é um fator importante para o sucesso de políticas de reciclagem, no entanto, há a necessidade de sistema logístico bem implementado de coleta seletiva.

GUERRERO *et al.* (2013) realizaram estudos sobre os principais desafios da gestão de resíduos sólidos nos países em desenvolvimento, pesquisando mais de 30 áreas urbanas de 22 países distribuídos por três continentes e, quanto à segregação na fonte, foram verificadas como as principais causas de insucesso o conhecimento limitado das tecnologias e boas práticas na gestão dos resíduos, a falta de equipamentos para separação adequada, a baixa preocupação dos gestores quanto à questão, além da pouca quantidade e efetividade das campanhas educativas sobre o assunto.

As principais formas de coleta de RSU são as seguintes:

(i) **Coleta regular**: sistema mais comum e também conhecido como porta a porta, junto aos domicílios.

(ii) **Coleta extraordinária ou esporádica**: ocorrendo por solicitação nos casos de móveis inservíveis e eletrodomésticos.

(iii) **Coleta Especial**: nos casos de resíduos específicos como RSS, RCC, etc.

(iv) **Coleta Seletiva**: sistema de coleta dos resíduos com potencial de reciclagem como papel/papelão, plástico, vidros e metais.

(v) **Local específico para entrega**: moradores levam os resíduos até pontos determinados como Ponto de Entrega Voluntária **(PEV)**. Esse método é comum em áreas de baixa densidade demográfica. Em países da Europa e EUA é muito empregado.

Há ainda métodos de coleta como a extração a vácuo, na qual os moradores colocam os resíduos em dutos e estes são conduzidos por redes subterrâneas à vácuo até as centrais de coleta. Esse método é empregado em países da Europa, EUA e Japão.

A Suécia possuiu uma elevada geração per capita de resíduos (1,6Kg.hab^{-1}.dia^{-1}) e, desde 1961, iniciou na capital (Estocolmo) a implantação de um sistema de redes de coleta de lixo por vácuo, chamado de sistema Envac, dispondo de lixeiras conectadas a uma rede de tubos (Figura 9) que conduzem os resíduos a uma área de coleta de forma seletiva, ou seja, uma lixeira e uma linha de tubulação para cada tipo de resíduos.

Figura 9: Sistema de coleta seletiva de lixo a vácuo em Estocolmo
Fonte: Revista em Discussão: os principais debates do Senado Federal, ano 5, nº 22, 2014

No caso do estado do Rio de Janeiro, principalmente na região metropolitana, a modalidade mais empregada é a coleta porta a porta, e para o transporte, são usados caminhões compactadores com diferentes capacidades (12m^{3,} 15m^3 ou 17 m^3). Outros tipos de veículos coletores são apresentados no Quadro 10.

Tipo de Veículo Coletor	Vantagens	Desvantagens
Veículo Tipo carrinho ou "lutocar" – capacidade de 100L 	- Fácil trafegabilidade em ruas estreitas - Facilidade de limpeza e manutenção - Coleta imediata de resíduos de varrição	- Pouca capacidade volumétrica - Necessidade de ponto de apoio próximo para descarregamento
Carroça de Tração Animal – capacidade de 1,5 a 2,0 m^3 	- Possibilidade de emprego em área rural - Não consome combustível	- Pouca capacidade volumétrica - Alimentação e Tratamento do animal
Caminhão Compactador – capacidade de 6,0 a 17,0 m^3 	- Capacidade de coletar grandes volumes - Economia gerada pela compactação (34% em Ton/Km) - Maior velocidade - Condições de ergonomia ideal para o serviço do gari, maior produtividade e rápido descarregamento	- Elevado custo de aquisição e manutenção - Não trafega em trechos de difícil acesso - Relação custo/benefício desfavorável em cidades de baixa densidade populacional
Carreta rebocada por trator – capacidade de 3,0 a 5,0m^3 	- Baixo custo - Facilidade de transportar diversos tipos de resíduos - Mais adequado para áreas rurais e municípios de baixa densidade de ocupação	- Derramamento de resíduos - Baixa produtividade - Transporta pequenos volumes

Triciclo para coleta – capacidade 2,0m^3 	- Emprego em áreas de difícil acesso e relevo acidentado - Baixo consumo de combustível	- Baixa capacidade - Necessidade de manutenção
Caminhão do tipo Carreta para trasnporte de resíduos – capacidade de até 50,0 m^3 	- Alta capacidade volumétrica - Indicado para transporte de longas distâncias (acima de 30Km)	- Elevado custo de aquisição e manutenção - Consumo elevado de combustível

Quadro 10 – Tipos de veículos usados na coleta de resíduos. Fonte: adaptado de IPT/CEMPRE (2010); IBAM (2012); COMLURB (2016); SANEPAR (2016)

O caminhão compactador pode seguir direto para a área destinada ao tratamento ou disposição final dos resíduos, porém quando a distância a ser percorrida é muito grande, em geral maior que 30 km, é comum o uso de Estações de Transferência ou Transbordo como opção logística. Esta opção é usualmente empregada em municípios onde a destinação final é distante dos centros urbanos ou até em outros municípios. Segundo o IBGE (2010), 19% dos municípios brasileiros não destinam seus RSU no próprio município.

Os estudos de otimização de rotas são fundamentais para a eficiência dos serviços de coleta e transporte de RSU. Por vezes, o gasto financeiro e o dano ambiental causado pelo mau planejamento do transporte dos resíduos superam possíveis ganhos obtidos nas políticas públicas de coleta seletiva e reciclagem.

Segundo dados do SNIS (2014), o índice de cobertura de coleta no Brasil é de 98%, e quase 24% dos municípios registraram alguma iniciativa de coleta seletiva, porém a realidade pode ser mais preocupante. Deve-se ter cautela ao analisar o diagnóstico publicado anualmente pelo SNIS/Min. das Cidades, uma vez que, apesar de ser uma das fontes de dados mais completa e atualizada, é respondida de forma autodeclaratória pelos municípios participantes, não tendo uma confirmação *in loco* das informações nem outros métodos de verificação dos dados.

Percebem-se ainda diversos problemas relacionados à fase de coleta e transporte. Um deles é a periodicidade da coleta, que pode ser diária, semanal ou por demanda, e em muitos casos, são priorizadas as áreas de maior poder aquisitivo. Outros problemas relacionam-se com o uso de transportes sem a devida segurança ambiental, a falta de coleta adequada em áreas de difícil acesso e às deficiências relacionadas à coleta de resíduos especiais.

Segundo GUERRERO *et al.* (2013) quando os gestores municipais estão interessados em investir adequadamente na melhoria da infraestrutura das estradas e na qualidade dos serviços, as partes interessadas na gestão de resíduos sentem-se também motivadas em participar das decisões e até a pagar mais pelo serviço de melhor qualidade. Ocorre que, muitas vezes, o prestador de serviço não atenta para a necessidade dos usuários.

As atividades de coleta e transporte, segundo GUERRERO *et al.* (2013) constituíam cerca de 80% a 95% do orçamento total das cidades dos países em desenvolvimento nos quais a pesquisa foi desenvolvida, sendo assim, ressalta-se a importância de medidas de otimização dos gastos nas ações de coleta e transporte, as quais devem ser adaptadas à realidade local.

3.2.3 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL

Pode-se compreender o tratamento dos resíduos sólidos como um conjunto de procedimentos físicos, químicos e/ou biológicos voltados para redução dos impactos ambientais negativos, através da redução da carga poluidora no ambiente, além do beneficiamento econômico dos resíduos sólidos.

No Brasil, é amplamente aceita a destinação em aterro sanitário como forma de tratamento, não obstante a existência de uma enorme quantidade de aterros controlados e lixões. Cabe apontar que o chamado “aterro controlado” nada mais é do que um lixão com um sistema mínimo de gestão, situação que a qualquer momento pode retornar à situação de lixão. Algumas desvantagens dos Aterros ditos “sanitários” são:

(i) Apesar das diversas medidas de controle dos impactos ambientais exigidas, os Aterros Sanitários – AS têm um potencial alto de geração de impactos negativos por longo período de tempo, mesmo após o término de sua vida útil e ao longo de vários anos subsequentes ao fechamento, gerando externalidades negativas.

(ii) Ao destinar todo tipo de RSU em AS, abre-se mão de uma parcela significativa que poderia ser valorizada, como o componente orgânico (maior que 50% em peso na massa total de resíduo), materiais recicláveis e outros com poder calorífico alto.

(iii) Os custos dos impactos negativos que se perpetuam ao longo dos anos não são “pagos” pelas gerações que estão destinando os resíduos, e sim pelas gerações futuras. MAHLER (2015) exemplificou a referida situação denominando o AS como uma “bomba de efeito retardado”.

(iv) Os contratos de concessão dos AS são, em geral, feitos para priorizar interesses políticos e econômicos de alguns poucos agentes públicos e empresários do setor. Com isso, o monitoramento geotécnico e/ou ambiental, bem como a operação, é realizado de forma incompleta e não independente.

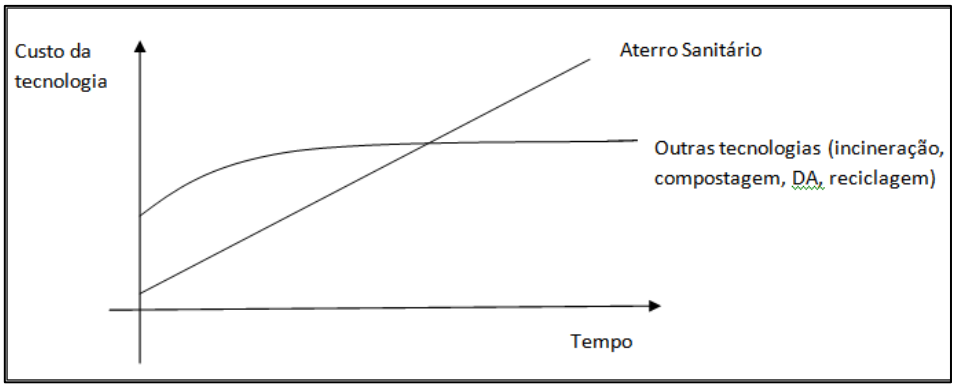
(v) O efluente líquido gerado na operação do AS (percolado, lixiviado ou chorume), é tratado em parte ou até não tratado, gerando impactos no solo e águas subterrâneas.

(vi) O Aterro Sanitário impacta de forma negativa a paisagem e gera problemas relacionados ao uso e ocupação do solo como, por exemplo, uma desvalorização dos imóveis no entorno, bem como piora da qualidade de vida, pelo tráfego dos caminhões de lixo.

Por outro lado, os países desenvolvidos obtiveram evoluções e inovações tecnológicas bastante significativas e alinhadas com as necessidades energéticas, ambientais e materiais, respondendo às demandas da população como a evolução populacional, cultural e economia. As evoluções e inovações alcançadas são ancoradas em normatizações objetivas, implantadas progressivamente com o avanço tecnológico, sensibilização social e educacional. Um importante diferencial dos países desenvolvidos é o fato da normatização efetivar-se por ações concretas, situação pouco vista no Brasil.

Segundo MAHLER (2015), os gastos iniciais com a construção dos aterros tendem a ser menores, porém eles crescem de forma linear ao longo do tempo, enquanto outras tecnologias de tratamento possuem custo inicial maior, mas ao longo do tempo esse custo se estabiliza, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Comportamento dos custos das tecnologias de tratamento de resíduos ao longo do tempo.



Fonte: adaptado de MAHLER (2015).

O Quadro 11 apresenta as principais formas de tratamento dos RSU, com seus respectivos processos e evoluções, além dos principais produtos, matérias primas e evoluções tecnológicas.

SISTEMAS BÁSICOS	PROCESSOS	EVOLUÇÃO	PRODUTOS	INOVAÇÕES
Triagem e Segregação	Físico (manual ou mecanizado)	Coleta Seletiva, Tratamento Mecânico, Biológico - TMB	Matéria Prima para Reciclagem e Energia	Recuperação dos resíduos e energia derivada dos resíduos (WTR[8]/WTE[9])

[8] Waste to Resources (recursos derivados do lixo)

Tratamento Biológico	Biológico	Biodigestores Anaeróbios, Compostagem	Composto orgânico (sólido ou líquido) e Energia	Agricultura e Energia derivada dos Resíduos (WTE)
Incineração	Físico-químico	Tratamento térmico	Vapor e Energia elétrica	Energia derivada dos resíduos (WTE)
Pré Tratamento Mecânico-Biológico (TMB)	Mecânico e Biológico	Produção de Combustível derivado do resíduo (WTE, WTR)	Composto orgânico, Energia	WTE, WTR
Aterros Sanitários	Físico, Químico e Biológico	Reator Anaeróbio, Tratamento de M. Orgânica	Biogás e Lixiviados	Energia Derivada dos Resíduos (WTE)

Quadro 11 - Principais formas de tratamento de RSUFonte: adaptado de JUCÁ *et al.* (2014); MAHLER *et al.* (2012) e LAMARE NETO (2004)

3.3 COLETA SELETIVA

3.3.1 ORIGENS

Historicamente, a coleta seletiva vem se desenvolvendo "*pari passu"* com a reciclagem, uma vez que a coleta seletiva bem realizada é um fator de aumento da eficiência das ações de gerenciamento de resíduos como a reciclagem, compostagem, incineração e outras.

A reciclagem em maior escala surgiu na década de 1940, durante a segunda Guerra Mundial, quando os EUA tinham na produção de material bélico uma das prioridades do setor industrial. Nesse período, como parte do esforço de guerra, a população americana começou a separar materiais em desuso que pudessem ser

[9] Waste to Energy (energia derivada do lixo)

aproveitados na indústria bélica, como borracha, metal, madeira, tecido e outros (CEMPRE, 2008).

Após a Segunda Guerra Mundial, há um aumento significativo da produção e consumo de produtos descartáveis, principalmente aqueles fabricados com plástico e, por volta da década de 1970, a reciclagem volta a ganhar importância no contexto dos eventos globais sobre a temática ambiental, como a Conferência de Estocolmo de 1972.

A década de 1970 foi marcada, em termos ambientais, pelos primeiros debates sobre conceitos basilares como o "desenvolvimento sustentável". Dois eventos importantes geraram resultados históricos: a publicação do estudo "Limites do Crescimento" pelo Clube de Roma e a Conferência de Estocolmo.

Ainda que as bases conceituais já viessem sendo discutidas, foi o Relatório Brundtland, como é conhecido o relatório "Nosso Futuro Comum", elaborado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD, que tentou consolidar o conceito de Desenvolvimento Sustentável como sendo "o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades" (CMMAD, 1991). Além do conceito propriamente dito, o referido trabalho traça um diagnóstico da situação ambiental mundial e coloca o Estado como o principal articulador e responsável pela política ambiental em vários níveis. Aparece, ainda, um conjunto de propostas a serem adotadas na política ambiental.

Neste contexto, pode-se constatar que o desenvolvimento sustentável não se resume a um conceito, mas sim um objetivo a ser atingido, onde se devem harmonizar políticas de desenvolvimento e a sustentabilidade dos ambientes naturais, e além disso, deve ser um mecanismo do Estado para a regulamentação do uso do território, o que fica muito evidenciado no relatório Brundtland, onde consta: "este é um mecanismo para persuadir ou fazer as pessoas agirem no interesse comum" (CCMAD, 1991), configurando-se, portanto, como um instrumento político-administrativo do Estado.

Na década de 1980, surge o conceito de "ecodesenvolvimento", pelo economista Ignacy Sachs, que tem como princípios a redução de bens não renováveis, a redução dos

resíduos gerados, o aproveitamento dos resíduos (reciclagem) e a conservação de energia e recursos (LIMA, 2018).

O conceito dos “3Rs” (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) surge na década de 1990, em países desenvolvidos como Japão, EUA, Alemanha e Canadá, e logo é difundido para diversas nações e começa a fazer parte, inclusive, de normas ambientais, documentos técnicos, estudos e pesquisas (LIMA, 2018).

A separação dos materiais recicláveis cumpre um papel estratégico na gestão integrada de resíduos sólidos sob vários aspectos: estimula o hábito da separação do lixo na fonte geradora para o seu aproveitamento, promove a educação ambiental voltada para a redução do consumo e do desperdício, gera trabalho e renda e melhora a qualidade da matéria orgânica para a compostagem (MIRANDA & MATTOS, 2018).

Cabe destacar que em alguns estudos e em documentos legais e técnicos, a coleta seletiva de resíduos e a reciclagem são tratadas como sendo a mesma atividade, no entanto, há diferenças marcantes.

A coleta seletiva é a recolha dos resíduos de forma segregada, independente do grau de separação que é realizada. Consiste desde a separação dos resíduos secos dos úmidos, até uma separação mais minuciosa entre metal, plástico, vidro, madeira e outros, podendo atingir um grau ainda maior de detalhamento, inclusive com uma separação entre os tipos de plástico e tipos de metais. Já a reciclagem, para assim ser considerada, deve ocorrer algum tipo de transformação do resíduo, seja ela biológica, física ou química.

Há ainda a triagem dos resíduos, que consiste em uma atividade intermediária entre a coleta (seletiva ou convencional) e a reciclagem propriamente dita. Muitas vezes, uma área de triagem de resíduos é chamada de usina de reciclagem, quando, na verdade, no referido local, não ocorre qualquer tipo de ação de reciclagem.

Alguns autores apresentam um conceito mais amplo de coleta seletiva, tratando-a como um processo de gestão do material reciclável, que inclui a separação inicial na fonte geradora, o transporte, a triagem e a destinação final dos rejeitos (GRIMBERG & BLAUTH, 1998). Essa noção é mais comum, na qual a coleta seletiva só pode ser reconhecida como tal quando todas as fases são cumpridas. Na Figura 10, é apresentado

um ciclo resumido e genérico da coleta de lixo domiciliar urbana, levando em conta que cada município (ou sistema) poder adotar fluxos mais compatíveis às suas características.

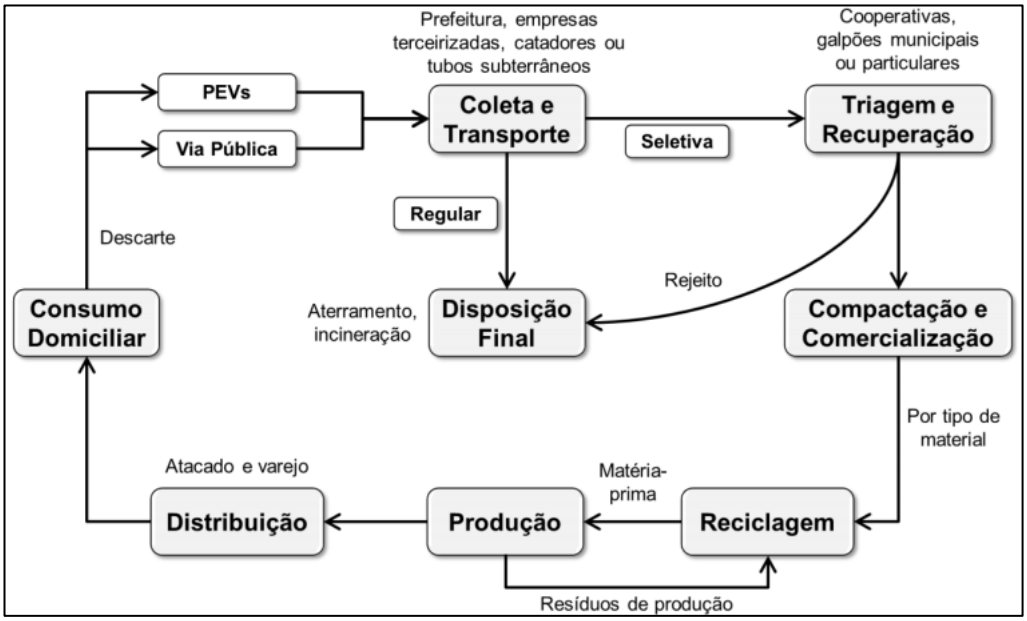


Figura 10: Ciclo da Coleta Seletiva do Resíduo Domiciliar

Fonte: adaptado de CONKE (2015)

A Coleta Seletiva, tratada como um processo de gestão de material reciclável, inicia-se após o consumo domiciliar de algum produto ou serviço que gera algum tipo de resíduo. Alguns domicílios pré-selecionam os resíduos em diferentes categorias (reciclável/não reciclável, seco/molhado / orgânico/não orgânico etc.) e, então, os resíduos são dispostos em frente das casas, nos logradouros públicos ou em Postos de Entrega Voluntária (PEVs). Em seguida ocorre a coleta, que pode ser regular/convencional ou seletiva, sendo que na regular/convencional o lixo segue para a disposição final, enquanto na seletiva é levado aos centros de triagem ou de compostagem. As modalidades principais de coleta seletiva são porta a porta, na qual veículos coletores recolhem os resíduos que foram deixados nos logradouros públicos e pontos de entrega voluntária (PEVs), ou locais protegidos e de fácil acesso, que contam com recipientes identificados (CONKE, 2015).

3.3.2 A COLETA SELETIVA NO BRASIL

O primeiro registro de coleta seletiva induzida no Brasil ocorreu em São Paulo, na década de 1960. Em 1978, iniciativa semelhante ocorreu em Porto Alegre (RS) e em 1985, nos municípios de Niterói (RJ) e Pindamonhangaba (SP) (BRASIL, 1985). Para CONKE (2015), houve grandes mudanças na coleta seletiva nas últimas décadas. Inicialmente, a prioridade era a disposição final dos resíduos gerados na cadeia produtiva, o que foi sendo alterado a partir de 1975, quando os países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) começaram a propor a redução na quantidade, a incineração e o aterramento. Os resultados surgiram nos anos 1980, quando o mercado de reciclagem cresceu bastante, gerando empregos e retornos econômicos e financeiros. Ultimamente, o foco é o incentivo à reutilização, ao uso de tecnologias limpas e o desestímulo à geração de resíduos, com o planejamento feito desde o início da cadeia produtiva (DEMAJOROVIC, 1996).

O aprimoramento na prestação de um serviço público como a coleta seletiva depende, primeiramente, da correta avaliação de como ele é oferecido no espaço urbano e da sua efetividade. Administradores municipais, entidades públicas, associações e outras instituições interessadas costumam produzir levantamentos com dados qualitativos e quantitativos sobre serviços dessa natureza, que servem de base para a avaliação de quais atividades e regiões necessitam de maiores investimentos (CONKE & NASCIMENTO, 2018). No caso da coleta seletiva, mais especificamente, as pesquisas nacionais trazem dados incompatíveis e diversificados (Tabela 11).

Tabela 11 – Percentual de municípios brasileiros que possuem coleta seletiva, de acordo com diferentes fontes.

Percentual de municípios brasileiros com coleta seletiva (%)	Fonte
14	CEMPRE (2012)
20	SNIS (2014)

32	IBGE (2012)
60	ABRELPE (2012)
38,1	SNIS (2018)

Fonte: adaptado de CONKE & NASCIMENTO (2018)

A existência de valores tão divergentes pode ocasionar uma percepção distorcida da realidade, influenciando, inclusive, as decisões sobre a implantação e/ou reforço dos programas.

Outra maneira de se avaliar a abrangência da coleta seletiva é em termos populacionais. Não obstante, deve-se diferenciar a população total dos municípios que possuem coleta seletiva da população efetivamente beneficiada pelo serviço. Isso porque, em muitas cidades, a coleta seletiva só é oferecida em áreas urbanas ou em bairros selecionados e, por isso, a mensuração da população atendida depende da cobertura geográfica e territorial de cada programa. Os dados do IBGE (2012) indicam que pouco mais de 53 milhões de pessoas (28% do total) seriam atendidas pela coleta seletiva. O SNIS (Brasil, 2014) apurou um número um pouco menor, de 42 milhões de brasileiros (22%), mas ainda superior aos 27 milhões (14%) apresentados pelo CEMPRE (2012). Em qualquer um dos casos, entretanto, a cobertura é inferior à obtida com a coleta regular, que chega a 180 milhões de habitantes (93% do total) (SNIS, 2014; CONKE & NASCIMENTO, 2018).

Embora os índices de cobertura de coleta seletiva no Brasil mais conservadores (CEMPRE, 2012) apontem que, no mínimo, 14% dos municípios brasileiros possuem o serviço de coleta seletiva, o percentual de reciclagem ainda é muito baixo. Menos de 6% dos resíduos secos com potencial de reciclagem no Brasil são aproveitados (SNIS, 2018). Em 2011, a Alemanha já reciclava mais de 50% dos resíduos secos coletados, sendo que o percentual de reciclagem por resíduo é extremamente elevado: 96% para alumínio; 90,2% para papel; 86,1% para vidro e 49,5% para plástico (EUROSTAT, 2011).

Mais de 2/3 do lixo gerado nos países em desenvolvimento são destinados em lixões. Essa prática é nociva ao meio ambiente e à saúde pública. Os países em

desenvolvimento devem começar por reduzir a quantidade de resíduos enviados aos aterros, com ações de redução da geração, triagem e coleta seletiva para aprimorar a reciclagem e geração de energia através do resíduo (WTE[10]) (AGAMUTHU, 2020).

Desde os primeiros registros de coleta seletiva, além dos que já foram mencionados, podemos destacar algumas iniciativas no Brasil:

-1989: Nasce, em São Paulo, a COOPMARE, a primeira cooperativa de catadores de materiais recicláveis do país;

-1989: Implantação da coleta seletiva em Curitiba;

-1990: Implantação da coleta seletiva em Porto Alegre;

-1990: Em Belo Horizonte, é criada a ASMARE, reunindo moradores de rua;

-1991: Supermercados do Rio de Janeiro começavam a receber latinhas vazias levadas por clientes, inaugurando os chamados PEVs (pontos de entrega voluntários);

-1992: Na preparação para a "Rio-92", um grupo de empresas constituiu uma força integrada para evoluir nos padrões de desempenho ambiental – no caso, as preocupações com os resíduos gerados pelo consumo – com o propósito de disseminar a cultura de reciclagem. Nascia, em março de 1992, o Compromisso Empresarial para a Reciclagem - CEMPRE.

Conforme já comentado anteriormente, os dados sobre coleta seletiva no Brasil, assim como grande parte dos dados relativos aos resíduos sólidos, apresentam diferenças marcantes, são levantados através de metodologias diversas e trabalhados de formas diferentes por cada instituição. Acerca da coleta seletiva no Brasil, o Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE parece ser o órgão com dados mais atualizados e consistentes.

Desde 1994, o CEMPRE realiza a cada dois anos a Pesquisa Ciclosoft, que consiste no levantamento de dados através de envio de questionários às Prefeituras e de

[10] Waste to energy

visitas técnicas, onde são coletados dados sobre composição do lixo reciclável, custos de operação, participação de cooperativas de catadores e parcela da população atendida.

O Figura 10 mostra a evolução de municípios brasileiros com coleta seletiva. Nota-se que houve um crescimento significativo pós-2010, o que pode sugerir a possível influência da aprovação da Lei 12.305 da PNRS, com uma tendência anual crescente.

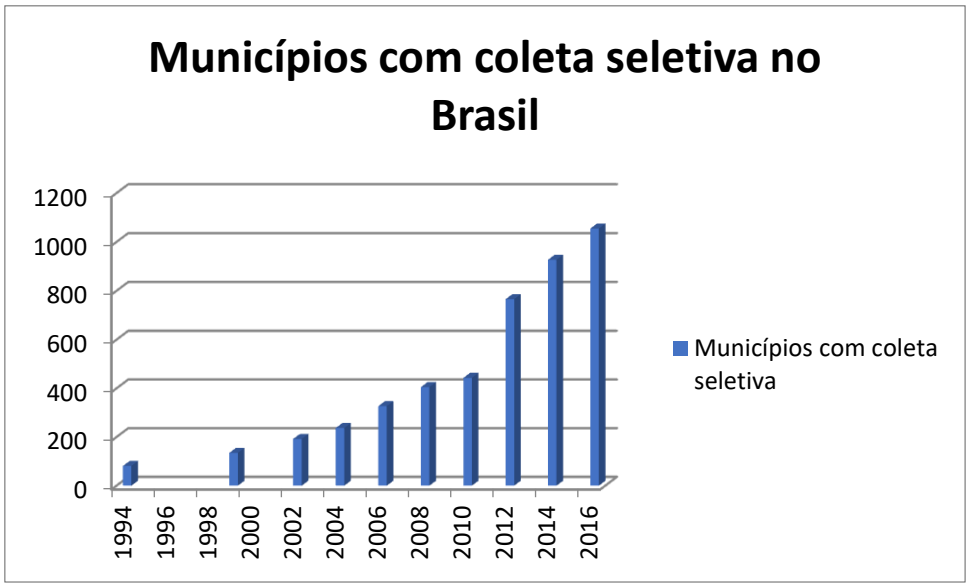


Figura 10 – Evolução do número de municípios com coleta seletiva no Brasil ao longo dos anos. Fonte: adaptado de CONKE (2015).

No Brasil, a coleta seletiva é marcada pela presença do catador, seja ele formal ou informal, e ,independente da modalidade de coleta, seja ela "Porta a Porta" ou com o emprego de "PEV", a presença de catadores é marcante. A própria PNRS apresenta o catador como sendo um importante personagem na gestão de resíduos. Ocorre que a atividade dos catadores somente será bem sucedida se ocorrer grande esforço por parte do poder público e até da coletividade, para que a atividade de recolha de resíduos pelos catadores seja realmente digna, segura e minimamente rentável.

Se a atividade dos catadores for bem organizada e dotada dos incentivos e da preparação necessária, pode ser uma fonte de renda razoável, até mesmo em situações extremas. A atividade de catadores tem sido rentável em um campo de refugiados (Zaatari) na Síria (SAIDAN *et al*., 2017).

Normalmente, resíduos recicláveis coletados são direcionados à triagem de galpões para segregação das frações comercializáveis, comprimido e empacotado. A taxa de reciclagem de um determinado material depende do seu rendimento, da existência de mercados locais, da demanda por matérias-primas secundárias, do nível de intervenções financeiras e regulatórias dos governos, do valor das matérias-primas e de como o material reciclável é visto pela população. Dentro dessa estrutura, os catadores constituem a base de uma pirâmide que cresce em ganhos, mas reduz em indivíduos (WILSON *et al*., 2006; DUTRA *et al*., 2018)

É importante ressaltar que grande parte da cadeia de material reciclável brasileira não é regulamentada nem regulada, o que facilita a ação de atravessadores e diversos desvios.

LIMA e MANCINI (2017), após um estudo realizado na cidade de Sorocaba-SP, concluíram que a inclusão dos catadores nas políticas públicas de regulamentação do trabalho e a integração do setor informal na reciclagem são fundamentais para o desempenho dos catadores. GHISOLFI *et al*. (2017) concluíram que os incentivos fiscais têm eficácia na formalização dos catadores, situação ainda recorrente no Brasil.

A indústria brasileira de reciclagem vem aumentando desde os anos de 1990, principalmente quanto aos materiais de maior valor agregado, como alumínio e papel cartão. Fatores como o aumento do valor agregado dos produtos e a elevação do desemprego na década de 1990 foram fundamentais para o aumento da reciclagem no país (DUTRA *et al*., 2018).

A informalidade ainda é uma praxe na atividade dos catadores brasileiros. A organização em cooperativas tende a reduzir as vulnerabilidades sociais, melhorar a qualificação dos catadores, dando-lhes apoio social e econômico (WILSON *et al*., 2006). Para GUTBERLET (2013) a formalização também é um fator transformador da dignidade humana, trazendo melhorias sociais e econômicas àqueles que vivem à margem da sociedade, catando lixo em aterros e, muitas vezes, fazendo uso de entorpecentes, álcool e com muito pouco ou quase nenhum grau de instrução formal.

Ainda segundo WILSON *et al*. (2006), quanto maior a formalização e estruturação das cooperativas de catadores maior será a possibilidade de agregar valor

ao produto. As organizações de catadores não têm incentivos para promover a coleta, organização e inserção dos consumidores no mercado formal de reciclagem (DUTRA *et al*., 2018).

Pesquisas internacionais mostram que as investigações relativas à coleta seletiva e reciclagem são recentes (cerca de dez anos) e que grande parte delas ocorre nos países em desenvolvimento onde, normalmente, os catadores são os atores principais dessas atividades. As pesquisas mostram ainda que, assim como no Brasil, as inconsistências e ausência de um banco de dados sobre catadores e reciclagem dificulta a obtenção de um planejamento estratégico nacional para o mercado da reciclagem (SAIDAN *et al*., 2017; HARTMANN, 2018).

DUTRA *et al*. (2018) realizaram um estudo com 12 cooperativas de catadores localizadas em 16 cidades brasileiras. As organizações estudadas fazem a coleta, triagem, preparação e venda de materiais recicláveis. O estudo concluiu que apenas 17% dessas organizações estudadas possuem uma eficiência considerada média pela metodologia aplicada, enquanto 83% atuam com baixa eficiência.

A referida pesquisa mostrou diversos pontos críticos nas organizações ineficientes, como, por exemplo, o baixo preço de venda dos produtos, a falta de habilidade para negociação, a existência de intermediários, falta de registros, inconsistência nos registros, ausência de ação do poder público no licenciamento e controle da atividade, grandes distâncias entre as organizações de catadores e o mercado consumidor.

Em outro estudo, realizado por CONKE (2015), no qual o autor levantou e avaliou as barreiras ao desenvolvimento da coleta seletiva, alguns pontos merecem destaque. Em primeiro lugar, a identificação de barreiras não é uma tarefa simples e deve procurar descrevê-las de forma mais precisa. Pesquisa do IBGE (2012) com todos os municípios brasileiros mostrou quais possuíam programas de coleta seletiva “em atividade” e quais tiveram o serviço “interrompido”. Destes últimos, quando questionados sobre os motivos que os levaram a interromper o programa, 40% afirmaram que o problema foi a falta de local para triagem e/ou estocagem dos resíduos e 29% citaram as campanhas de conscientização limitadas e a má aceitação por parte da

comunidade, porém quase um terço (31%) não soube definir as causas da interrupção, o que denota uma dificuldade em se apontar as prováveis barreiras à coleta seletiva (CONKE 2015).

Um dos obstáculos apontados pelo referido estudo está relacionado com o comportamento e a consciência ambiental por parte dos usuários, ou seja, todos nós que, seja separando corretamente o lixo para a coleta seletiva, seja destinando o resíduo de forma segregada em PEVs, temos um importante papel na coleta seletiva. O estudo de CONKE (2015) apontou que mesmo conscientes, os indivíduos podem ter outros obstáculos na hora de agir. A percepção individual é obstruída pela escala temporal das pessoas, que preferem maximizar os ganhos de curto prazo a minimizar os danos de longo prazo. Quando calculam os benefícios, não o fazem de maneira correta, especialmente se o futuro é distante, incerto e envolve outras gerações. Ilusões demasiadamente otimistas – mas improváveis – levam a acreditar que os problemas não existem, não são sérios o suficiente para merecerem algum tipo de ação, ou que estão sob controle (SHU & BAZERMAN, 2010; CONKE, 2015).

Segundo FOXALL *et al*. (2006); CONKE (2015), nas atividades que envolvem impacto ambiental, o reforço positivo é normalmente imediatos e individual, mas as punições são de longo prazo e públicas. Ou seja, uma ação que cause conforto individual naquele momento pode ocasionar prejuízo coletivo no futuro, como o uso de água, por exemplo. Outro problema apontado pelos autores é que, por vezes, não há ganhos com o comportamento ambiental.

O trabalho produzido por TRUDGILL (1990) sobre as barreiras ao comportamento ambiental, sistematizou o conjunto de situações que supostamente atrapalham o alcance dos objetivos ambientais. O autor classifica as barreiras como de concordância (aceitação de que o problema existe e é relevante), de conhecimento (das causas, consequências e soluções), tecnológicas (adequação das opções de enfrentamento), econômicas (divisão dos custos), sociais (implicações morais e éticas do problema ou do seu enfrentamento) e políticas (interesse de quem está no poder em resolver a situação) (TRUDGILL, 1990).

O estudo de CONKE (2015) apresentou ainda uma revisão de trabalhos publicados sobre as barreiras à coleta seletiva (Quadro 12)

GRUPO / BARREIRA	**REFERÊNCIA**
Consumo e descarte (domicílios e indivíduos)	
1. Descarte irregular em terrenos baldios.	NUNESMAIA (2002); MACHADO (2015); PMC (2013)
2. Baixa conscientização e adesão da população; e insuficiência de programas educativos.	RIBEIRO e BESEN (2007); IBGE (2012); POLAZ e TEIXEIRA (2009); OLIVEIRA (2012)
3. Falta de confiança em produtos reciclados.	TCHOBANOGLOUS e KREITH (2002)
4. Resistência para a instalação de aterros.	TCHOBANOGLOUS e KREITH (2002)
5. Desconhecimento sobre o programa.	PEARCE e TURNER (1993); RODRIGUES e GONÇALO (2013)
6. Separação incorreta na fonte.	GRIMBERG e BLAUTH (1998)
Coleta e triagem (cooperativas e catadores)	
7. Baixo grau de associativismo, capacitação, formalização e profissionalismo.	FREITAS e FONSECA (2012); RIBEIRO e BESEN (2007); DEMAJOROVIC *et al*. (2004); OLIVEIRA (2012)
8. Falta de remuneração pelo serviço prestado.	FREITAS e FONSECA (2012)
9. Dependência da prefeitura e de depósitos particulares.	RIBEIRO e BESEN (2007); RIBEIRO e LIMA (2006)
10. Falta de equipamentos, recursos e infraestrutura (galpões, EPIs, prensas etc.).	RIBEIRO e BESEN (2007); RIBEIRO e LIMA (2006); OLIVEIRA (2012); OLIVEIRA (2012); POLAZ e TEIXEIRA (2009)
11. Dificuldade de comercialização.	RIBEIRO e LIMA (2006)
Reciclagem e produção (indústria, mercado)	
12. Competição com sucata importada e com matéria-prima virgem de baixo preço.	FREITAS e FONSECA (2012); GRIMBERG e BLAUTH (1998)
13. Baixa responsabilidade das empresas na coleta.	ABRAMOVAY *et al*. (2013)

14. Dificuldade em lidar com um setor tão informal.	FREITAS e FONSECA (2012); POLAZ e TEIXEIRA (2009)
15. Presença de grande intermediário no município e concentração das empresas.	OLIVEIRA (2012); PMC (2013)
16. Insuficiência e dificuldade tecnológica para a recuperação de alguns materiais.	TCHOBANOGLOUS e KREITH (2002); POLAZ e TEIXEIRA (2009)
Administração (prefeitura, governo)	
17. Existência de lixões ou locais despreparados para a disposição do lixo.	NUNES MAIA (2002); POLAZ e TEIXEIRA (2009)
18. Concorrência entre empresas e catadores.	FREITAS e FONSECA (2012)
19. Falta de recursos humanos, fiscalização, legislação e políticas públicas adequadas.	POLAZ e TEIXEIRA (2009); PMC (2013); RIBEIRO e BESEN (2007); TCU (2011)
20. Insuficiência e insustentabilidade financeira do sistema.	GRIMBERG e BLAUTH (1998); POLAZ e TEIXEIRA (2009); PMC (2013)
21. Dados, informações e controles dispersos, desconexos e heterogêneos.	PEARCE e TURNER (1993); IPEA (2012); BROWN e FARRELY (2009)
Processo (gerais)	
22. Sazonalidade da geração de lixo e incerteza na relação de oferta e demanda.	IBAM (2001); TCHOBANOGLOUS e KREITH (2002)
23. Custos e benefícios sociais e ambientais não precificados.	TCHOBANOGLOUS e KREITH (2002); PEARCE e TURNER (1993)

Quadro 12 – Barreiras à Coleta Seletiva (estudos anteriores). Fonte: adaptado de CONKE (2015)

A partir do estudo de caso realizado por CONKE (2015) nas cidades de Curitiba-PR e no Distrito Federal-DF, foram elencadas barreiras ao desenvolvimento da coleta seletiva domiciliar urbana (Quadro 13).

Quanto à questão dos custos da coleta seletiva, é comum a divulgação da informação que a coleta seletiva é mais cara do que a coleta convencional. Apesar da

escassez de estudos que contabilizem os custos de cada modalidade de coleta, deve-se atentar que muitas dessas informações são divulgadas para tentar justificar a falta de capacidade dos gestores públicos em desenvolver a coleta seletiva, além do mais, deve-se contabilizar os custos da não destinação dos resíduos aproveitáveis em aterros e do valor agregado que esse tipo de material pode vir a ter. Então, apenas comparar quanto custa a coleta "porta-a-porta" na modalidade seletiva em comparação a convencional não basta.

De todo o modo, não há apenas a modalidade de coleta "porta-a-porta", a utilização de PEVs é uma alternativa viável para a redução dos custos com a coleta seletiva.

Ainda sobre o trabalho de CONKE (2015), é possível verificar que há um elevado valor de recurso desperdiçado com a má separação dos resíduos, comprovando que o custo maior está na coleta seletiva mal desempenhada. Como exemplo, o contrato firmado pelo Distrito Federal exige que o Governo do DF remunere as empresas terceirizadas tanto pelo transporte do resíduo reciclável até as cooperativas quanto pelo transporte do rejeito até o aterro. Sendo assim, se há separação incorreta na fonte geradora, o pagamento é duplicado, o que, em um cálculo preliminar, representa perdas financeiras de quase R$ 1,3 milhão na DF (Tabela 12). Em Curitiba, o montante desperdiçado pela má separação está na faixa de R$ 600 mil, pois o rejeito é menor e o contrato é feito por equipes de trabalho e não por peso ou volume. Adverte-se que esses valores são preliminares e devem ser vistos com cautela, dado que existem informações indisponíveis, benefícios não considerados (ex: ambientais, sociais, comerciais) e peculiaridades contratuais que certamente alterariam esses números (CONKE, 2015).

Tabela 12 – Estimativa de gastos com a má separação do lixo

Descrição	**Curitiba**	**DF**
1. Recolhido na coleta seletiva formal (ton)	37.185	50.182
2. Percentual de rejeito na triagem	30%	70%
3. Total mal separado (ton) – (1 x 2)	11.156	35.127
4. Custo do transporte até o aterro / lixão (R$ / ton)	-	R$ 20,59
5. Custo da disposição no aterro / lixão (R$ / ton)	R$ 56,81	R$ 16,17
6. Estimativa de gastos com a má separação – [(4+5)x3]	**R$ 633.743,96**	**R$ 1.291.283,22**

Fonte: adaptado de CONKE (2015)

A Tabela 13 apresenta, por fim, dados financeiros referentes à gestão dos resíduos nas duas cidades estudadas por CONKE (2015), mostrando, dentre outras questões, que o valor gasto com a coleta seletiva é realmente maior e que a arrecadação com a Taxa de Limpeza Pública cobre somente a metade do custo total dessas cidades com a gestão dos resíduos.

Tabela 13 – Dados Financeiros com a gestão dos resíduos sólidos no DF e Curitiba

Indicador	**Curitiba (2013)**	**DF (2014)**
Despesas		
1. Despesas totais com a gestão de resíduos (R$)	197.022.080	443.347.285
2. Custo da coleta convencional (R$)	98.035.822	65.043.818
3. Custo da coleta convencional (R$ / ton)	**161**	**77**
4. Custo da coleta seletiva (R$)	19.390.000	10.241.076
5. **Custo da coleta seletiva formal (R$ / ton)**	**521**	**204**
Taxa de Limpeza		
6. Taxa de limpeza - valor base residencial (R$)	207	248
7. Taxa de limpeza - valor base não-residencial (R$)	355	496
8. Total arrecadado com a taxa de limpeza (R$)	79.997.131	106.651.910
9. Total isento da taxa de limpeza (R$)	17.744.247	10.748.823
Orçamento (2015)		
10. Orçamento da limpeza pública (R$)	189.690.000	211.059.624
11. Previsão da arrecadação – taxa de limpeza (R$)	98.600.000	101.374.886
12. Cobertura das despesas pela taxa de limpeza	52%	48%
13. Taxa de limpeza calculada – residencial (R$)	339	515

14. Taxa de limpeza calculada – não residencial (R$)	577	1.029

Fonte: adaptado de CONKE (2015)

Quadro 13 – Barreiras ao Desenvolvimento da Coleta Seletiva

BARREIRAS	CONSUMO	COLETA	TRIAGEM	RECICLAGEM E PRODUÇÃO	ADMINISTRAÇÃO
CONHECIMENTO	- Desconhecimento das operações e das características da coleta seletiva;			- Comunicação insuficiente da reciclabilidade dos materiais;	- Comunicação equivocada nas campanhas de conscientização;
TECNOLÓGICAS	- Quantidade e localização dos Pontos de Entrega Voluntária;	- Insuficiência de balanças para pesagem e controle do material coletado; - Inadequação do veículo coletor;	- Infraestrutura restrita (espaço, materiais e equipamentos); - Conhecimento limitado de gestão (administrativa, contábil, legal e mercadológica);		- Modelo de remuneração inadequado para o serviço; - Acompanhamento gerencial e fiscalização deficientes; - Falta de projeto para transferência de responsabilidade;
ECONÔMICAS	- Falta de recompensa por comportamentos ambientalmente corretos;		- Baixo profissionalismo nas cooperativas; - Falta de pagamentos por serviços ambientais; - Irregularidade no fornecimento de material;	- Valorização insuficiente do material recuperável; - Concentração geográfica da indústria de reciclagem;	
SOCIAIS	- Aversão ao lixo e aos espaços de triagem e/ou disposição final; - Descarte irregular do lixo em locais impróprios;	- Resistência a regras, deveres e exigências do trabalho formal; - Desconhecimento do funcionamento das cooperativas;	- Baixa disseminação e aplicação dos valores cooperativistas;		- Expectativa ilusória de resultados no curto prazo; - Ingenuidade nas premissas sobre o comportamento humano; - Falta de apoio a catadores e depósitos particulares;
POLÍTICAS				- Inexistência de incentivos fiscais para o setor de reciclagem (empresas e produtos);	- Falta de legislação específica e adequada; - Modelo de cobrança insuficiente e desigual; - Divisão incorreta de custos e responsabilidades.

Fonte: adaptado de CONKE (2015)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O método qualitativo vem se mostrando uma ferramenta eficaz para a investigação de fenômenos complexos, cujo objetivo é compreender o fenômeno e não apenas medí-lo, como é o caso do fenômeno da coleta seletiva de resíduos.

Embora seja utilizado há mais de um século em pesquisas nas áreas das ciências humanas e sociais, o método qualitativo tem sido pouco empregado em estudos de áreas como ciências da saúde e outras (TAQUETE & BORGES, 2020).

Segundo POUPART *et al.* (2018), o método qualitativo é hoje empregado em diversos ambientes institucionais e de forma surpreendente, vem sendo adotado em diversas áreas do conhecimento como a medicina, educação, administração e até nas engenharias.

O método qualitativo tem como matéria prima um conjunto de substantivos cujos sentidos se complementam: experiência, vivência, senso comum e ação (MINAYO & COSTA, 2019). Todos os sentidos contemplados por esses substantivos são relevantes para investigar problemas que envolvem dimensões diversas, como é o caso da coleta seletiva de lixo. Ainda segundo MINAYO & COSTA (2019), a pesquisa qualitativa trabalha num universo de valores, crenças, hábitos, atitudes, representações, opiniões, específicas de indivíduos ou grupos, sendo portando humanista. O investigador percebe o cenário e as pessoas com uma visão holística, separando as suas próprias crenças, perspectivas ou predisposições. Os referidos autores dividem a pesquisa qualitativa em 3 etapas de trabalho, a primeira, fase exploratória, a segunda, o trabalho de campo e a terceira a análise do material coletado de forma empírica e documental.

Uma das ferramentas de coleta de dados característica do método qualitativo e utilizada no presente trabalho foi a revisão bibliográfica documental. Que consiste em um instrumento de coleta de dados considerado como necessário em qualquer pesquisa, para que se conheça o "estado da arte" sobre o assunto de interesse.

Com o objetivo de conhecer os estudos de resíduos que utilizaram métodos qualitativos, foi realizada uma revisão sistemática na qual foram selecionados e analisados artigos publicados entre os anos de 2014 e 2019. O critério de busca de

artigos publicados entre os anos de 2014 a 2019 foi adotado apenas como um corte temporal aleatório, com o objetivo de levantar as publicações mais recentes (últimos 5 anos em relação a data em que a revisão foi realizada). Ao estabelecer o referido corte temporal pode ter ocorrido a exclusão de publicações de alto nível anteriores ao período considerado, no entanto, o critério de escolha adotado teve como objetivo principal estabelecer balizas bem definidas para a busca das publicações.

Outra ferramenta de busca de dados utilizada na pesquisa foi a entrevista, ferramenta mais comum em trabalhos que empregam o método qualitativo. A entrevista é um instrumento privilegiado para que o investigador conheça, na perspectiva dos atores envolvidos, o sentido que eles mesmos conferem a suas ações (TAQUETE & BORGES, 2020).

Optou-se pela entrevista do tipo semiestruturada que combina um roteiro de questões previamente formuladas com questões abertas. Entre os meses de maio de 2020 e janeiro de 2021 foram realizadas 18 entrevistas com atores envolvidos na atividade de coleta seletiva de resíduos sólidos na cidade do foco do estudo, divididos em 4 grupos de interesse. O roteiro de entrevista foi formulado da seguinte forma:

Partes do roteiro	Perguntas	Informação de interesse do investigador
Parte 1 – Roteiro de Perguntas Fechadas	Nome?	Traçar o Perfil Sociodemográfico do Entrevistado
	Sexo?	
	Idade?	
	Raça/Cor?	
	Situação Conjugal?	
	Possui Filhos?	
	Moradia habitual?	
	Ocupação Principal?	
	Renda Mensal?	
	Nível de Escolaridade?	
Partes do roteiro	**Perguntas**	**Informação de interesse do investigador**
Parte 2 – Perguntas Abertas	O que entende por coleta seletiva?	Conceito de coleta seletiva
	Qual a relação profissional/pessoal com a coleta seletiva	Atuação Profissional em coleta seletiva
	Há quanto tempo atua em coleta seletiva?	Tempo de atuação
	O que acha da coleta seletiva feita pela organização/ setor ou município que atua?	Avaliação da coleta seletiva
	Qual o elemento mais importante da coleta seletiva?	Pontos Positivos da Coleta Seletiva
	Se fosse um investidor e possuísse um capital para investir apenas em coleta seletiva, em qual setor investiria?	Barreiras e Desafios para a Coleta Seletiva

Os atores envolvidos no processo da coleta seletiva na cidade foco do estudo foram divididos em 4 grupos de interesse, da seguinte forma.

Grupo de interesse	Número de entrevistados
Catadores de materiais recicláveis integrantes de cooperativas	7
Profissionais Liberais e Empresas de Consultoria que atuam na Coleta Seletiva	5
Representantes de Instituções Públicas e Privadas que possuem programas de coleta seletiva	3
Membros do Poder Público (Prefeitura /Empresa de limpeza pública)	3

Segundo MINAYO (2017), nas pesquisas qualitativas as amostras não devem ser pensadas por quantidade e nem precisam ser sistemáticas. Mas a sua construção precisa envolver uma serie de decisões não sobre quantos indivíduos serão ouvidos, mas sobre a abrangência dos atores sociais, da seleção dos participantes e das condições dessa seleção. Quando um individuo fala sobre algum tema, ainda que em uma entrevista individual, este não fala apenas por si, mas também, pelo grupo social ao qual pertence, refletindo opiniões, valores e crenças comuns aos demais indivíduos de seu grupo social.

Alguns pesquisadores empregam o termo saturação para se referirem a um momento no trabalho de campo em que a coleta de novos dados não traria mais esclarecimentos para o objeto estudado.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética na Pesquisa – CEP da instituição cujo investigador responsável é vinculado, por meio do Parecer número 4.434.856/2020. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE foi enviado em formato “PDF” aos entrevistados, para que os mesmos assinassem e remetessem uma via assinada e digitalizada ao investigador responsável.

Os principais produtos gerados na presente pesquisa são apresentados no Capítulo 5 em forma de artigos científicos, sendo que cada um, guarda relação direta com um ou mais métodos empregados. O artigo apresentado no tópico 5.1 é resultado da revisão bibliográfica e documental. O topico 5.2 contém uma análise dos principais bancos de dados de resíduos no Brasil, onde são apresentadas as inconsistência e assim, reforça-se o emprego de métodos qualitativos em estudos relacionados ao tema, dada a dificuldade nos dados quantitativos disponíveis. O tópico 5.3 trata do emprego das entrevistas, com foco na modalidade remota, empregada no presente trabalho, suas potencialidades e limitações. Por fim, o tópico 5.4 apresenta os principais resultados da pesquisa, cumprindo o objetivo principal, que foi analisar os principais obstáculos da coleta seletiva.

5 PRODUÇÃO ACADÊMICA: ARTIGOS CIENTÍFICOS

Como já comentado no tópico relativo à organização da Tese, optou-se no presente trabalho por trazer a íntegra de 4 (quatro) artigos científicos produzidos do período da pesquisa de doutorado, sendo três deles já publicados e um em fase de revisão final para submissão. Os quatro artigos serão apresentados no Capítulo cinco, nos tópicos 5.1 ao 5.4.

5.1 MÉTODOS QUALITATIVOS EM RESÍDUOS SÓLIDOS

Como parte do presente estudo, foi realizada, durante o ano de 2019, uma revisão sistemática da literatura, com o intuito de levantar e analisar estudos e pesquisas que utilizaram o método qualitativo em investigações ligadas aos resíduos sólidos.

A referida revisão gerou um manuscrito de autoria deste candidato ao doutorado, em conjunto com seus respectivos orientadores (Professores Claudio Fernando Mahler e Stella Regina Taquette), cuja íntegra será apresentada a partir da página seguinte,

mantendo a estrutura original em que foi publicado no volume 42, no ano de 2020 da Revista Ciência & Natura (Qualis B2).

A revisão bibliográfica realizada foi importante para definir o escopo e traçar os limites da pesquisa, além de constituir uma das técnicas de pesquisa qualitativa.

Segundo TAQUETTE e BORGES (2020), os termos método e técnica de pesquisa são usados muitas vezes como se fossem sinônimos, porém essa ideia é equivocada. "O termo método diz respeito ao caminho percorrido desde a pergunta de pesquisa até o final da investigação, o qual inclui: a concepção teórica da abordagem, os fundamentos que dão sustentação ao estudo, a escolha do objeto, as estratégias de entrada no campo, as técnicas e procedimentos utilizados para a coleta e registro de dados, o cálculo amostral e o tipo de análise" (TAQUETTE & BORGES, 2020, pag.93).

As técnicas podem ser entendidas como os procedimentos de coleta de dados, que dependem do tipo de método escolhido para a realização da pesquisa e são mediadoras entre a teoria e o que se verifica na prática. Há diversas técnicas que utilizam recursos diversos para entender os acontecimentos do mundo empírico, essas técnicas podem fazer uso da palavra, da imagem, da observação, entre outras, isoladamente ou juntas, de forma triangulada (TAQUETTE & BORGES, 2020; MINAYO & COSTA, 2019).

As técnicas mais usuais em pesquisa qualitativa são, segundo TAQUETTE e BORGES (2020): 1) revisão bibliográfica/documental, 2) entrevista, 3) observação participante e 4) grupo focal.

Artigo[11]: Gestão de Resíduos Sólidos: revisão sistemática de estudos qualitativos

Resumo: O presente trabalho buscou analisar estudos relacionados à gestão de resíduos sólidos desenvolvidos com métodos qualitativos. Foi feita revisão sistemática da literatura publicada entre os anos de 2014 e 2019 nas bases de dados Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), no Portal de Periódicos da CAPES e *Web Of Science*, além da busca em periódicos de referência na área de resíduos (*Waste Management e Waste Management and Research*) por meio dos descritores "Pesquisa Qualitativa" e

[11] https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/43197

“Resíduos Sólidos” (*Qualitative Research and Solid Waste*); “Entrevista”, “Resíduos Sólidos” e “Percepção” (*Interviews, Solid Waste and Perception)*. Foram encontrados 598 artigos, sendo que após a aplicação de critérios de seleção descritos no presente artigo, o universo foi reduzido para um total de 42 publicações. Os artigos selecionados foram analisados e categorizados quanto aos aspectos mais relevantes como objetivos do trabalho, amostra utilizada no estudo e principais resultados. Verificou-se que a pesquisa qualitativa é adequada para responder questionamentos no campo de estudos sobre resíduos tais como a relação entre os resíduos e os problemas de saúde pública, as dificuldades na coleta seletiva e nas demais ações de gerenciamento/tratamento, os impactos ambientais do descarte irregular de resíduos e os problemas na gestão de resíduos especiais.

Palavras-chave: resíduos sólidos; pesquisa qualitativa; revisão da literatura.

Introdução

Os desafios na gestão dos resíduos sólidos

Os problemas ligados à relação do homem com os resíduos surgiram desde as primeiras civilizações. Assim que a espécie humana, cujo modelo de vida era do tipo caçador-coletor, passou a criar os primeiros aglomerados urbanos e posteriormente as primeiras cidades, a geração de lixo se tornou motivo de preocupação, pelos problemas ligados à saúde pública e ao meio ambiente. Por volta de 2500 a.C., na Mesopotâmia, os Sumérios enterravam os detritos que produziam. Posteriormente, os resíduos eram desenterrados e a matéria orgânica decomposta era utilizada como fertilizante, no cultivo de cereais. Em 500 a.C., foi criado possivelmente o primeiro depósito de lixo, em Atenas, na Grécia. Já no século XV, em plena Idade Média, o lixo acumulado contribuiu para o surgimento de epidemias, como a peste negra, febre tifoide e cólera, que aumentaram o índice de mortes no continente europeu (GRIPPI, 2006).

No final da década de 1830, a revolução do tratamento de resíduos inicia-se em Londres com a nomeação da Comissão de Saneamento, que estabeleceu as primeiras ligações claras entre doença e condições de saneamento deficiente. Foi nessa época que o interesse do governo em saúde pública impulsionou melhores práticas de gestão de

resíduos sólidos materializando-se na legislação, na aplicação e investimento em infraestrutura (MARSHALL & FARAHBAKHSH, 2013).

Em 2014, o Brasil tinha 5.570 municípios e segundo FERNANDES (2015) apenas 844 (15%) destinavam os resíduos a aterros pretensamente sanitários, 1.775 (32%) a lixões e, 2.951, 53%, nem sequer responderam a pesquisa. A geração per capita média de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é de 0,95 $Kg.hab^{-1}.dia^{-1}$ (SNIS, 2017) e são gerados atualmente, por dia, quase 200.000 Toneladas de resíduos. Enquanto os países mais desenvolvidos, de forma crescente, praticamente aboliram o envio de resíduos para aterros, o Brasil, assim como os demais países em desenvolvimento, busca construir aterros pretensamente sanitários e reduzir o envio de resíduos para os "lixões". Assim, ainda há no Brasil pelo menos 1091 lixões e 576 "aterros controlados", denominação que caiu em desuso (SNIS, 2017), ou seja, pelo menos 1667 áreas de disposição irregular de resíduos.

A problemática da gestão de resíduos não é apenas uma questão técnica de engenharia, mas envolve também aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais, regulatórios e ambientais (GUERRERO *et al*. 2013). Sendo um problema de dimensões diversas, cresce de importância a busca de diferentes métodos de pesquisa na área de resíduos sólidos, que até o presente, em grande parte, se utilizam de métodos quantitativos. No entanto, mais recentemente, o método qualitativo vem se mostrando uma ferramenta eficaz para compreensão de questões que não têm boas respostas apenas através de números.

O Método Qualitativo

O Método Qualitativo possui mais de um século de existência, tendo sido proposto inicialmente por pesquisadores das Ciências Sociais/Humanas. Contudo, ao longo do tempo, foi sendo empregado em outras áreas, principalmente nas Ciências da Saúde (PESSOA *et al*., 2017; TAQUETTE & BORGES, 2019).

No final do século XIX, em Heidelberg, Alemanha e no início do século XX, em Chicago, Estados Unidos, nascia uma escola de sociologia que se rebelava radicalmente contra o positivismo, o qual assumia como verdade apenas o que cabia no método ao

invés de privilegiar a captação da realidade humana (MINAYO & SANCHES, 1983; DEMO, 1998; MINAYO & COSTA, 2019)

Nas últimas décadas, outras áreas de conhecimento têm utilizado o método qualitativo em pesquisas, como por exemplo, a medicina, Educação, Administração, e até as engenharias. A crescente popularidade dos métodos qualitativos foi acompanhada de uma diversificação das práticas de pesquisa e, segundo POUPART *et al*. (2018), a pesquisa qualitativa é hoje realizada em diferentes contextos institucionais e nos meios mais imediatamente associados à intervenção, sendo surpreendente a complexidade das áreas englobadas.

Não há um consenso acerca da definição da Pesquisa Qualitativa. MINAYO e COSTA (2019) afirmam que as pesquisa qualitativas têm como matéria prima um conjunto de substantivos cujos sentidos se complementam: "experiência, vivência, senso comum e ação. E o movimento que informa qualquer abordagem, se baseia em quatro verbos: escutar, compreender, interpretar e dialetizar". Os referidos autores dividem a pesquisa qualitativa em três etapas de trabalho: a primeira fase exploratória, a segunda o trabalho de campo e a terceira a análise do material coletado de forma empírica e documental. A pesquisa qualitativa trabalha num universo de valores, crenças, hábitos, atitudes, representações, opiniões, específico de indivíduos ou grupos, sendo portando humanista. O investigador percebe o cenário e as pessoas com uma visão holística, separando as suas próprias crenças, perspectivas ou predisposições. Portanto, ela é utilizada para a compreensão de fenômenos que podem ser caracterizados por um alto grau de complexidade, como é o caso dos problemas relacionados ao trato com os resíduos sólidos.

Método

Foi realizada uma revisão dos artigos publicados entre os anos de 2014 e 2019 de estudos qualitativos sobre gestão de resíduos sólidos, de acordo com a proposta de OKOLI e SCHABRAM (2010), denominada de "*stand-alone literature review*[12]*".* Seu objetivo é revisar a literatura a partir de quatro etapas distintas que, de forma resumida,

[12] Revisão de literatura independente

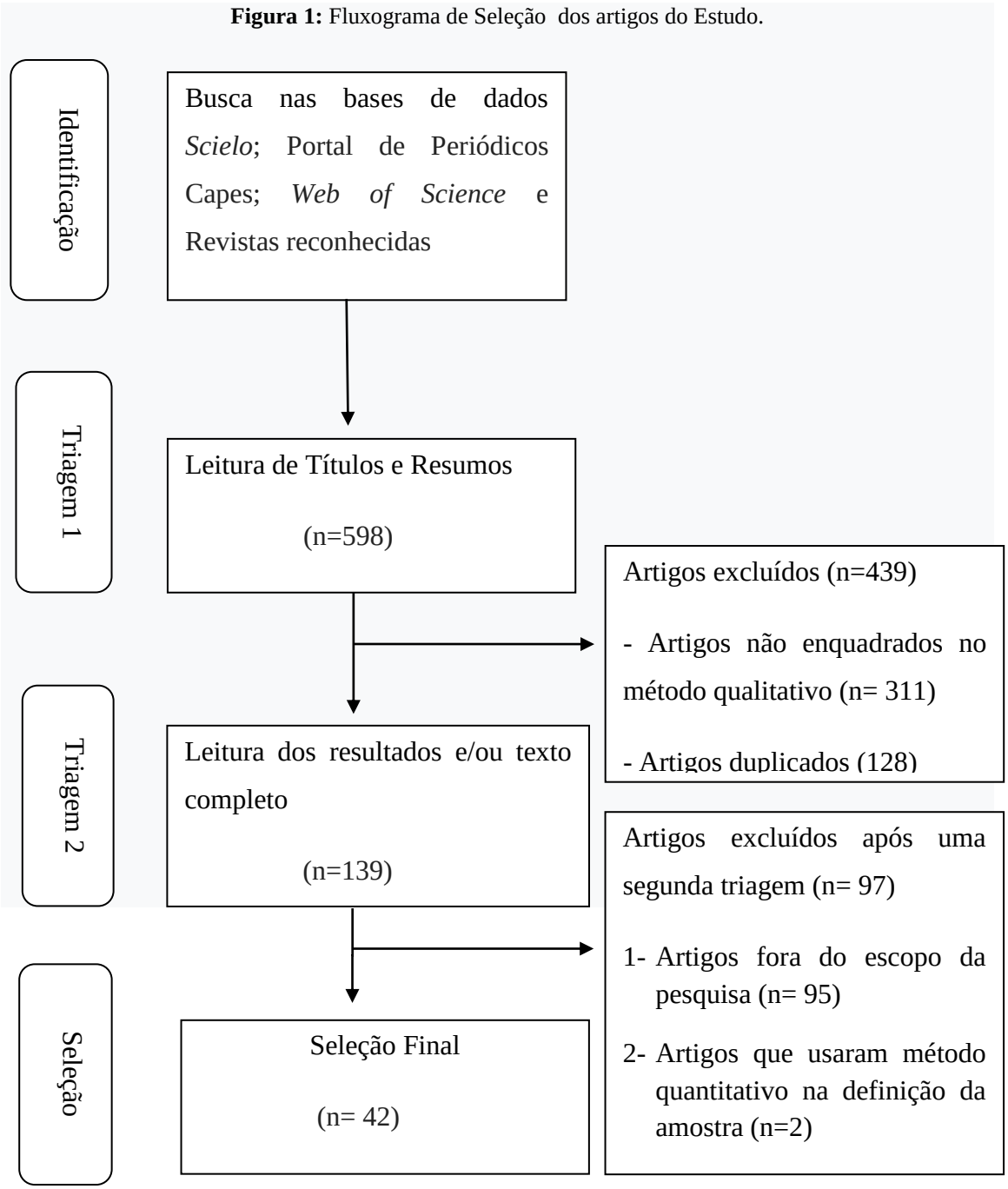
são: identificação e objetivos da revisão, definição do protocolo e detalhes da busca, critérios de inclusão e exclusão e apresentação dos resultados. Adotou-se como base de dados o sistema Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), o Portal de Periódicos da CAPES e o Portal *Web Of Science*. Além da busca de artigos através dos "Portais de busca" citados, foi realizada a busca também por periódicos (*Waste Management e Waste Management and Research*).

A opção pela utilização dos termos Entrevista, Resíduos Sólidos e Percepção como palavras-chave, tem como base o fato de muitos estudos que envolvem pesquisa qualitativa não deixarem claro que utilizaram essa metodologia. No entanto, a utilização do termo "percepção" é amplamente notada em estudos qualitativos e a entrevista é sem dúvida, uma das ferramentas de pesquisa mais utilizadas no âmbito da pesquisa qualitativa.

A partir da busca pelas palavras-chave, foi encontrado um total de 598 artigos, sendo que, após a leitura dos títulos e/ou dos resumos, 439 foram excluídos por não se enquadrarem nos requisitos mínimos do método qualitativo (311), como, por exemplo, a gravação e posterior transcrição das entrevistas, a análise de conteúdo e a explicação clara da metodologia qualitativa executada no estudo, e os demais (128) foram excluídos por estarem em duplicidade, conforme descrito na Figura 1.

Parte dos 139 artigos restantes foram lidos na íntegra, sendo em outros lidos apenas os resultados e conclusões numa segunda triagem, o que conduziu à exclusão de mais 97 artigos, sendo 95 por não se enquadrarem no escopo da pesquisa e 2 por terem utilizado método quantitativo, ao invés de qualitativo. Ao final, o universo de seleção reduziu-se a 42 artigos.

Figura 1: Fluxograma de Seleção dos artigos do Estudo.



Fonte: adaptado de TAQUETTE e MONTEIRO (2019)

Resultados e discussões

De acordo com o protocolo de seleção descrito na Figura 1, foram selecionados 42 artigos cujo tema se enquadra no escopo da pesquisa. Quanto às principais categorias de problemas de pesquisa abordados nos artigos selecionados, verifica-se que grande parte

está relacionado à coleta seletiva, separação na fonte geradora e atuação dos catadores. Outro número grande de artigos apresentou como problema de pesquisa alguns instrumentos e práticas de gestão de resíduos sólidos como logística reversa, coprocessamento e reciclagem, além da gestão dos Resíduos de Serviço de Saúde.

Com relação à utilização de ferramentas do método qualitativo, as mais empregadas foram as entrevistas semiestruturadas e os questionários conforme mostrado no Quadro 3 do presente artigo. Três artigos apresentaram a utilização de softwares para análise de dados qualitativos, sendo estes, respectivamente, o software MAXQDA 10 empregado por BABAZADEH *et al*. (2018), VAPERCOM utilizado por TOMASETTO e BRANDALISE (2018) e N-VIVO, usado nas pesquisas de DEMAJOROVIC *et al*. (2016). No entanto, cabe salientar que no caso dos questionários a pesquisa qualitativa exige que seja feita uma análise do conteúdo das respostas e não apenas uma tabulação e quantificação dos dados, sob pena de fugir do escopo do método qualitativo.

Dos 42 artigos selecionados, 27 tiveram como quantidade de entrevistados de dois a 33. Pode-se afirmar que o critério amostral utilizado na pesquisa qualitativa é uma das questões mais sensíveis e que gera grandes discussões, principalmente quando se procura analisar com parâmetros dos estudos quantitativos, que exigem amostragem estatística representativa. É importante destacar que o critério de definição da amostra em pesquisa qualitativa não está tomando como requisito principal a quantidade de entrevistados e sim o conteúdo do material coletado. Segundo MINAYO (2017, p.5) “nas pesquisas qualitativas, as amostras não devem ser pensadas por quantidade e nem precisam ser sistemáticas”. Mas a sua construção precisa envolver uma série de decisões não sobre quantos indivíduos serão ouvidos, mas sobre a abrangência dos atores sociais, da seleção dos participantes e das condições dessa seleção.

Acerca dos principais resultados encontrados, percebe-se que, de forma geral, a pesquisa qualitativa foi uma ferramenta que deu respostas aos questionamentos dos estudos selecionados. Por tratar de problemas complexos onde há interação de diversos atores envolvidos, os problemas de gestão dos resíduos envolvem aspectos não apenas técnicos, mas também econômicos, sociais, ambientais e referentes à subjetividade dos seres humanos, de forma que a pesquisa qualitativa é indicada.

Os artigos selecionados foram categorizados de acordo com o tema da seguinte forma: **categoria I** (estudos que tratam dos atores sociais envolvidos na gestão dos resíduos sólidos); **categoria II** (estudos que tratam de ferramentas de gestão de resíduos sólidos) e **categoria III** (estudos sobre questões de saúde relacionadas aos resíduos sólidos)

Os Quadros 1, 2 e 3 apresentam os artigos por categorias, com autores, ano e local da pesquisa, objetivos, amostra utilizada e os principais resultados e conclusões.

Quadro 1: Artigos Selecionados na Categoria 1

AUTOR ANO/LOCAL	OBJETIVOS	AMOSTRA	RESULTADOS/CONCLUSÕES
1. Ribeiro & Pereira (2014) Minas Gerais	Analisar o conteúdo do discurso dos atores sociais envolvidos na gestão de resíduos sólidos de um município mineiro	48	Constatou-se que nenhuma abordagem apareceu nas relações na sua forma pura, apresentando-se combinada umas com as outras. Verificou-se nas relações a existência das abordagens patrimonialista, burocrática, gerencial, social e sistêmica
2. Rodrigues *et al*. (2014) Natal - RN	Mostrar uma análise crítica referente a postura da sociedade da cidade do Natal/RN diante dos resíduos sólidos urbanos por meio do olhar do gari	25	Através das análises das respostas obtidas percebeu-se que a população natalense seja ela infantil, jovem ou adulta necessita que uma educação ambiental seja trabalhada a fim de que o quadro relacionado aos resíduos mude, melhorando, portanto, a qualidade do meio ambiente e da vida das pessoas.
3. Moreschi *et al*. (2014) Rio Grande do Sul	Conhecer a percepção dos docentes, discentes e egressos da área da saúde de duas instituições de ensino	33	Os principais resultados evidenciaram que há uma percepção voltada para a importância da segregação e destino final dos Resíduos de Serviços de Saúde e a despreocupação para redução na produção desses resíduos. Há a necessidade de formação de profissionais de saúde qualificados para o manejo adequado destes resíduos.
4. Rodrigues *et al*. (2015) Serra Talhada - PE	Verificar os benefícios sociais e ambientais decorrentes da implantação da Cooperativa de Reciclagem Resíduos Sólidos em Serra Talhada/PE	2	O principal objetivo da cooperativa ainda é o social, porém contribui com a preservação do meio ambiente ao reaproveitar uma quantidade de material que seria desperdiçada no lixão que, infelizmente, ainda existe no referido município.
5. Feitosa *et al*. (2015) Iguatu - CE	Conhecer a percepção dos catadores de resíduos atuantes no município de Iguatu, CE, sobre a realidade de trabalho e contribuição da educação cooperativista	10	Constatou a importância da educação cooperativista como base da formação e capacitação profissional dos catadores de recicláveis. Além disso, observou-se a necessidade do fortalecimento da organização dos catadores, via a formação de uma cooperativa, possibilitando avanço nas condições de trabalho, vida, renda, valorização do produto e mercado.

6. Silva *et al*. (2015) Mossoró - RN	Investigar como a população de um assentamento rural no Nordeste Brasileiro trata a questão dos resíduos sólidos	54	A falta de coleta e de um tratamento adequado dos resíduos gerados no assentamento tem provocado problemas ambientais e de saúde pública
7. Ratnapradipa D. (2015) - EUA	Verificar a percepção da população quanto aos principais problemas de saúde pública, incluindo a gestão de resíduos	32	Os resultados mostram uma desinformação quanto a gestão dos resíduos ou a informação somente do que se refere às questões legais, o que pode levar a uma tomada de decisão ruim quanto às questões de meio ambiente e saúde pública
8. Valente *et al*. (2016) – Pelotas - RS	Investigar a percepção da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Pelotas sobrea coleta seletiva no município de Pelotas	90	Há necessidade de implementação de uma ação contínua, permanente e concisa nas diferentes esferas da sociedade pelotense, que abranja todas as idades e classes para que o resultado da coleta seletiva possa ser significativo. O poder municipal deve se comunicar com a população em todas as etapas do gerenciamento dos resíduos domiciliares do município.
9. Neves *et al*. (2017) – Santa Catarina	Conhecer o perfil dos catadores de resíduos e analisar os riscos à saúde aos quais estão submetidos	39	Os resultados apontam que ações para o desenvolvimento social e econômico dos catadores, bem como para a conservação dos recursos naturais e das condições de saúde dessas populações, necessitam ser implementadas.
10. Coelho *et al*. (2017) – Rio Grande do Sul	Descrever os elementos promotores de satisfação e insatisfação no trabalho de catadoras de materiais recicláveis	11	Quatro categorias que ilustram vivências de satisfação e insatisfação relacionadas à identificação com as tarefas e com o conteúdo do trabalho, ganhos materiais e pessoais obtidos com a catação, o preconceito, a desvalorização e dificuldades nas relações interpessoais.
11. Bento *et al*. (2017) - Florianópolis	Identificar o conhecimento dos profissionais de enfermagem de unidades de internação pediátrica sobre o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde	30	Os resultados apontam que poucos profissionais da instituição investigada conhecem o Programa de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde. A maioria realiza cuidados em relação aos resíduos, mas não participam de capacitações sobre o tema.

12. Mahler e Moura (2017) – Rio de Janeiro	Avaliar o funcionamento de um Hospital quanto aos RSS por meio de entrevistas com *stakeholders*, funcionários com postos chaves na estrutura de comando e o pessoal de operação	3	Os resultados permitiram concluir que o gerenciamento de RSS tem algumas deficiências o que eleva consideravelmente o potencial risco dos resíduos dos serviços de saúde ao meio ambiente e à saúde pública. O presente trabalho também se configura como uma importante contribuição na utilização de pesquisa qualitativa para avaliar o processo de gerenciamento de RSS em estabelecimentos de saúde, obtendo resultados semelhantes a outros de natureza qualitativa.
13. Hartmann C. (2017) – Nicarágua	Investigar os problemas sociais dos catadores e condição econômica, incluindo características trabalhistas, renda familiar e incidência da pobreza, após conclusão do projeto de aterro de resíduos	191	Os resultados indicam que centenas de catadores foram deslocados pelo projeto, benefícios no empregodo projeto foram desigualmente distribuídos por bairro, e a coleta informal de resíduos permanece com empobrecimento persistente, contribuindo assim para a contínua marginalização social, econômica e degradação ambiental
14. Borges *et al*. (2017) – Minas Gerais	Avaliar o conhecimento e qualificação de profissionais de saúde quanto ao Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS)	24	Os resultados apontam que há grande desconhecimento por parte dos profissionais do PGRSS. O estudo evidenciou a necessidade de treinamento dos membros da equipe de saúde e a importância da atuação do enfermeiro como coordenador desse processo.
15. Stumpf *et al*. (2018) – Rio Grande do Sul	Analisar como ocorre a gestão de resíduos em quatro empresas do segmento metalomecânico	4	Evidenciou-se que as empresas que possuem sistemas de gestão ambiental apresentam uma melhor compreensão acerca das suas responsabilidades ambientais, tanto no tocante ao gerenciamento dos resíduos gerados pelo processo produtivo como da importância de sensibilização dos colaboradores à temática
16. Coelho *et al*. (2017) – Rio Grande do Sul	Descrever a percepção de catadoras de materiais recicláveis sobre as cargas de trabalho em seu cotidiano laboral	11	Cargas físicas foram associadas a ruídos, exposição a resíduo químico e biológico, sensação térmica desagradável, inundações, peso e movimentos repetitivos. Cargas psíquicas foram representadas pelas preocupações e desgaste emocional. A valorização da realidade das participantes e o diálogo foram fundamentais para deflagrar a ação assistencial

17. Bandeira *et al*. (2019) – Rio Grande do Sul	Descrever como é realizado o descarte de medicamentos e avaliar o conhecimento de profissionais que atuam em Unidades	16	Os trabalhadores não executam o descarte correto. A maioria desconhece a legislação vigente. Os profissionais identificaram a contaminação do meio ambiente, uso indevido dos medicamentos descartados incorretamente e resistência bacteriana aos medicamentos
18. Amate *et al*. (2017) Distrito Federal	Verificar a presença de resíduos de saúde (RS) no lixão da Estrutural, localizado no Distrito Federal (DF), 2013, por meio dos relatos dos catadores de recicláveis que trabalham no lixão.	11	Conclui-se que os RS no DF têm uma destinação inadequada e os catadores constituem um grupo de pessoas vulneráveis que cotidianamente lidam com essa problemática, além dos riscos próprios desta atividade.
19. Coelho *et al*. (2018) Santa Maria - RS	Descrever a percepção de catadoras de materiais recicláveis sobre as cargas de trabalho em seu cotidiano laboral	11	Cargas físicas foram associadas a ruídos, exposição a resíduo químico e biológico, sensação térmica desagradável, inundações, peso e movimentos repetitivos. A valorização da realidade dos participantes e o diálogo foram fundamentais para deflagrar a ação assistencial.

Quadro 2: Artigos Selecionados na Categoria 2

AUTOR ANO/LOCAL	OBJETIVOS	AMOSTRA	RESULTADOS/CONCLUSÕES
1. Santos *et al*. (2014) Caicó-RN	Analisar o acondicionamento de Resíduos do Serviço de Saúde - RSS	13	As unidades básicas de saúde do município estudado não possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos do Serviço de Saúde e há problemas no acondicionamento e em outras fases do gerenciamento dos resíduos
2. Heber & Silva (2014) Região Metropolitana de Aracajú - SE	Avaliar o processo de institucionalização da Política Nacional de Resíduos (PNRS) a partir de um dos seus elementos estruturantes: a gestão compartilhada dos resíduos	7	Os resultados apontam para a existência de elementos do contexto local que restringem a realização da política nacional e sugerem a importância de estudos que acompanhem sua implantação em outras realidades locais no Brasil

3. Luna *et al*. (2014) Região Nordeste do Brasil	Analisar o processo de logística reversa de vasilhames de um fabricante de bebidas alcoólicas	12	Em linhas gerais, constatou-se que a empresa de bebidas possui grandes desafios para a consolidação da logística reversa de vasilhames. Com base nas observações empíricas do estudo, pode-se considerar que a busca por um melhor desempenho em relação ao retorno de produtos tem sido uma alternativa factível para empresas que procuram desenvolver diferencial competitivo face da concorrência
4. Ababio (2014) Accra - República de Gana - África	Avaliar as condições dos aterros de Resíduos na cidade de Accra, capital da república de Gana, na África Ocidental	44	Os aterros "sanitários" em Accra estão em um estado de ambivalência devido à má administração, problemas de projeto e localização de lixões, frequentemente próximo a fontes de água e assentamentos humanos criaram perturbações estéticas e de odor e aumentaram os riscos para a saúde, atraindo o descontentamento e desconfiança dos moradores
5. Freitas & Nóbrega (2014) João Pessoa - PB	Analisar os principais benefícios da utilização de pneus no coprocessamento de resíduos em indústria cimenteira	21	Os resultados obtidos confirmaram os benefícios no coprocessamento, possibilitando a retirada de 26.569 toneladas de pneus inservíveis que estavam depositados nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, além da criação de um mecanismo de coleta pela sociedade, que possibilitou ganhos econômicos da ordem de R$ 2 milhões aos catadores, contribuindo para a melhoria de sua qualidade de vida.
6. Altoé & Voese (2014) Paraná - Brasil	Avaliar o processo de criação de valor na cadeia de suprimentos a partir da gestão sustentável dos resíduos oriundos da indústria de biodiesel	Não encontrado	Os achados sugerem que a gestão de resíduos possibilita a criação de valor na cadeia de suprimentos do biodiesel. Constata-se também que, a partir desse gerenciamento, ocorre a preservação ambiental, a incidência de multas é reduzida ou até mesmo eliminada e ainda há cooperação econômica entre as empresas que possuem atividades distintas, mas compõem a cadeia de suprimentos do biodiesel.

7. Almeida Júnior *et al.* (2015) Santa Maria - Rio Grande do Sul	Verificar se o processo de coleta seletiva utilizado pela Prefeitura Municipal de Santa Maria/RS proporciona sustentabilidade às associações de catadores participantes	5	O processo de coleta seletiva de resíduos que a Prefeitura Municipal está adotando proporciona sustentabilidade às associações e aos santa-marienses, pois contribui com o meio ambiente e com a melhoria na qualidade de vida da população
8. Domingos & Boeira (2015) Florianópolis - SC	Analisar o atual cenário do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares no município de Florianópolis	5	Observou-se que, apesar de atender a mais de 90% da população, a reciclagem é pouco eficiente, já que as taxas de reciclagem são baixas. Além disso, há poucas opções para tratamento e destinação final dos resíduos e a estrutura operacional, de acordo com o referencial teórico adotado, apresenta deficiências.
9. Demajorovic *et al.* (2016) São Paulo - SP	Discutir os principais desafios e oportunidades para a implementação de modelos de logística reversa de computadores e aparelhos celulares	21	O modelo apresentado ameaça um dos pontos mais inovadores da legislação brasileira, principalmente quando se pensa no contexto de países emergentes, que se refere à inclusão das cooperativas de catadores neste processo. Programas de RL nesses países podem propiciar inovação, contribuindo não apenas para ganhos econômicos e ambientais, mas também gerar renda e inclusão social
10. Netto *et al*. (2017) Angra dos Reis - RJ	Avaliar a evolução do Programa de Coleta Seletiva no município de Angra dos Reis/RJ	8	Verificou-se que a participação popular nesse município não é intensa, sendo necessários ações e incentivo do poder público visando o seu fortalecimento. A coleta seletiva necessita de maior divulgação, ampliação da abrangência do programa.
11. Bispo *et al*. (2017) Natal – Rio Grande do Norte	Apresentar o sistema de coleta seletiva em Natal/RN, bem como duas cooperativas de materiais recicláveis da cidade, nos anos de 2012 e 2013	70	As cooperativas têm uma estrutura precária que afeta diretamente o desenvolvimento da atividade e a qualidade de vida dos catadores envolvidos na cadeia de reciclagem.
12. Marques *et al*. (2017) Belo Horizonte - MG	Identificar os desafios à implantação e gestão da coleta seletiva no Campus da Pampulha da UFMG e seus impactos sociais	22	Há a necessidade de investimentos em infraestrutura, a institucionalização do processo e a promoção contínua de campanhas de educação ambiental, buscando o envolvimento das pessoas no programa. Foi considerada importante a constituição das associações de catadores de materiais recicláveis para a valorização de suas atividades.

13. Kuzma *et al.* (2017) Curitiba - PR	Evidenciar quais os custos de tratamento e destino dos resíduos sólidos e efluentes gerados pelas atividades de postos de revenda de combustível, e as formas de tratamento desses resíduos	2	O estudo aponta que as empresas se limitam a cumprir a legislação para o manejo dos resíduos e que os custos apresentam uma representatividade média pequena, em relação ao lucro bruto, confirmando que é possível e viável adotar práticas conscientes de gestão ambiental nas pequenas empresas e cumprir com a obrigatoriedade legal.
14. Tomasetto & Brandalise (2018) Cascavel - PR	Identificar e analisar a percepção dos clientes de uma indústria de bandeiras em relação ao ciclo de vida do produto	40	Consumidores possuem percepção ambiental e podem se tornar consumidores ecológicos, além de mostrarem preocupação com as etapas do ciclo de vida do produto do processo produtivo ao descarte.
15. Babazadeh *et al*. (2018) Tabriz - Irã	Identificar os desafios na condução de um Plano de separação de resíduos domiciliares (separação na fonte)	14	Recomenda-se que as principais autoridades ligadas à separação de resíduos na fonte e reciclagem devem atualizar os planos e programas de reciclagem além de levantar a importância de uma abordagem integrada para toda a cidade
16. Caleffi & Barbosa (2018) Maringá - PR	Analisar a Gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos - REEE no município de Maringá/PR	7	Verificou-se a baixa complexidade do Fluxo de REEE na cooperativa "Coopercanção", dependendo da colaboração dos cidadãos e de empresas para arrecadação de lixo eletroeletrônico. Após a seleção desses materiais realizada pelos integrantes da cooperativa, o material é vendido para indústrias de reciclagem.

Quadro 3: Artigos Selecionados na Categoria 3

AUTOR ANO/LOCAL	OBJETIVOS	AMOSTRA	RESULTADOS/CONCLUSÕES
1. El-Wahab *et al*. (2014) Alexandria - Egito	Analisar os problemas de saúde relacionados aos trabalhadores do setor de limpeza pública da prefeitura de Alexandria no Egito	346	Todos os riscos laborais devem ser identificados e a proteção adequada contra esses riscos deve ser fornecida. As ações devem concentrar-se em melhorar e intensificar as medidas preventivas para minimizar os níveis de bioaerossol nas estações de trabalho, instalando sistemas de limpeza a vácuo e transportadores fechados

2. Fontana *et al.* (2015) Rio Grande do Sul	Identificar riscos à saúde referidos pelos trabalhadores que atuam em Aterro de Resíduos	24	A exposição a agentes biológicos e químicos são os riscos mais frequentes na atividade destes trabalhadores. Constatou-se que os sujeitos não são assistidos nas suas necessidades, e que o autocuidado é negligenciado
3. Mahler *et al*. (2015) Paracambi - RJ	Avaliar as condições de saúde e qualidade de vida dos moradores do entorno de aterro de resíduos, buscando compreender a relação dos moradores com esta área.	40	No presente estudo foi constatado que os moradores percebem o lixão como causador de problemas respiratórios nas crianças corroborando os dados epidemiológicos oficiais do município, ou seja, uma maior presença de problemas respiratórios na população quando comparado a outras cidades do estado do Rio de Janeiro
4. Börner *et al*. (2015) San Luis Potosi - México	Analisar as percepções dos adolescentes mexicanos em relação aos riscos na saúde ambiental em áreas urbanas contaminadas	74	Os adolescentes em ambas comunidades perceberam uma ampla gama de riscos de saúde ambientais prejudiciais ao seu bem-estar, por exemplo, resíduos, poluição do ar e falta de higiene.
5. Coelho *et al*. (2016) Rio Grande do Sul	Compreender o risco de adoecimento relacionado ao trabalho e às estratégias defensivas em mulheres catadoras de material reciclável	Não encontrado	O desgaste oriundo do trabalho pode favorecer o adoecimento das catadoras, pois compromete a saúde física, a integridade psíquica e as relações sociais. As catadoras utilizam estratégias defensivas individuais e coletivas que objetivam minimizar o sofrimento relacionado à atividade laboral.
6. Chiariello C. L. (2018) Porto Mortinho - MS	Analisar a gestão dos resíduos sólidos e a sua contribuição para a saúde coletiva da população próxima ao lixão do Município de Porto Murtinho – MS	10	Concluiu-se que os moradores residentes próximos ao lixão municipal não percebem uma boa gestão dos resíduos por parte do poder público, pois relatam a falta de infraestrutura adequada, condições insalubres e vulnerabilidade para contágios de doenças, tendo em vista a proximidade do lixão.
7. Ojuri *et al*. (2018) Ondo - Nigéria	Avaliar o potencial de reabilitação e o nível de risco do lixão Igbatoro, um lixão de resíduos gerido pelo Estado de Ondo - Nigéria	110	Um índice de risco total de 571,58 foiobtido para o lixão Igbatoro, indicando avaliação moderada de risco. Questionários distribuídos aos moradores do entorno também mostraram que 83,6% dos entrevistados concordaram que a atual gestão do aterro (lixão) é pobre, enquanto 81,8% apoiaram sua reabilitação. Portanto, a reconstrução do aterro Igbatoro para uma condição aceitável e controlada é recomendada.

Na categoria I os estudos qualitativos selecionados evidenciam que os principais atores sociais envolvidos na gestão dos resíduos sólidos são os catadores de materiais que podem ser reaproveitados, as chamadas cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Nesses estudos, os principais itens investigados são a percepção dos catadores quanto à carga de trabalho e as dificuldades laborais enfrentadas, os problemas econômicos e sociais e o desempenho de algumas cooperativas. A percepção de profissionais de instituições de ensino e de estabelecimentos de saúde quanto à gestão de resíduos também foi encontrada na categoria I e, em alguns poucos estudos, observa-se como objeto a própria população geradora do resíduo, o que demonstra que o método qualitativo pode ser empregado para estudar a percepção dos atores envolvidos na gestão de resíduos e os catadores ainda são o tema principal da maioria de estudos desse tipo.

Na segunda categoria, que trata dos estudos acerca das ferramentas de gestão de resíduos sólidos, a coleta seletiva, a reciclagem e a logística reversa foram os temas mais abordados. Outras questões similares como a gestão de Resíduo Eletro Eletrônico, os Planos de Gerenciamento de Resíduos e o ciclo de vida do produto são encontradas. Todas as ferramentas encontradas na categoria II têm relação direta com as ferramentas mais abordadas (coleta seletiva, reciclagem e logística reversa). Esses temas, além de serem os que mais aparecem nos artigos selecionados, são temas interdependentes, uma vez que não se pode ter uma logística reversa ou uma reciclagem eficiente sem uma coleta seletiva bem operada e criteriosa.

Na terceira e última categoria dos estudos sobre questões de saúde relacionadas aos resíduos sólidos, alguns resultados encontrados mostram a relação entre o contato direto ou indireto com resíduos e problemas de saúde. CHIARIELLO (2018) realizou um estudo com dez moradores no entorno de um Lixão em Porto Murtinho – MS através da abordagem qualitativa, utilizando entrevistas semiestruturadas, e concluiu que a população local percebe efeitos adversos à saúde pública causados pela proximidade com o lixão. Segundo CHIARIELLO (2018), com relação às doenças decorrentes da má gestão de resíduos sólidos, “60% dos entrevistados apontaram que já contraíram diarreias. Não houve casos de doenças como Hepatite B”. Os dados

coletados na entrevista colaboram com o estudo de SILVA (2015), em que as doenças encontradas foram hanseníase, hipertensão e diabetes. Embora não tenha sido encontrada correlação entre as doenças e a situação degradante e insalubre do local, acredita-se que foi devido às limitações na pesquisa e não pela falta de um nexo de causalidade entre a proximidade do Lixão e os problemas de saúde. Em outro estudo, ABADIO (2014) verificou a incidência de doenças na população residente nas proximidades de um ”lixão” em Gana, na África, onde foram relatados surtos de cólera e malária relacionados com a proliferação de vetores e outras condições ruins na operação do ”lixão”.

Conclusão

Através da presente revisão, foi possível verificar que a pesquisa qualitativa é indicada para estudos relacionados a resíduos sólidos e pode trazer contribuições para seu manejo. Sugere-se que o ensino do método qualitativo de pesquisa faça parte do escopo de disciplinas ministradas nos Programas de Pós-Graduação.

Por fim, vale salientar as limitações dessa revisão sistemática, pois apesar do uso do termo pesquisa qualitativa como descritor de busca dos artigos ter apresentado uma recorrência grande, em diversos títulos encontrados o escopo da pesquisa não era qualitativo. Pode-se inferir que o método qualitativo tem sido utilizado por autores que ainda não têm conhecimento suficiente sobre o mesmo, tendo como resultado seu uso de forma equivocada. Por outro lado, outros estudos qualitativos podem não ter sido incluídos nessa revisão por não terem sido identificados por estes descritores.

Agradecimentos:

O segundo autor agradece o constante apoio do CNPq em suas pesquisas. O segundo e o terceiro autores agradecem o apoio da FAPERJ a seus projetos de pesquisa através da bolsa Cientista do Nosso Estado.

Referências Bibliográficas

AL-KHATIB, I.A.; KONTOGIANNI, S.; NABAA, H.A. *et al*. “Public perception of hazardousness caused by current trends of municipal solid waste management”, **Waste Management** v. 36, pp. 323-330, 2015.

ALMEIDA JR, S.L.O.; IBDAIWI, T.K.R.; ALMEIDA, D.M. *et al*. "Processo de coleta seletiva de resíduos sólidos: um estudo de caso de sustentabilidade na cidade de Santa Maria/RS", **HOLOS** v. 3, n. 31, pp. 148-165, 2015.

ALTOÉ, S.M.L.; VOESE, S.B. "Gestão de resíduos da indústria do biodiesel: um estudo da criação de valor na cadeia de suprimentos", **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade-GeAS** v. 3, n. 1, pp. 107-123, 2014.

AMATE, E.M.; CARNEIRO, F.F.; HOEFEL, M.G.L. "Percepções dos catadores sobre resíduos dos serviços de saúde (rs) no lixão estrutural", **Revista Eletrônica Gestão & Saúde** v. 8, n. 1, pp. 1319-1336, 2017.

BABAZADEH, T., NADRIAN, H., MOSAFERI, M. *et al.* "Challenges in household solid waste separation plan (HSWSP) at source: a qualitative study in Iran", **Environment, Development and Sustainability** v. 22, n. 2, pp. 915-930, 2018.

BANDEIRA, E.O.; ABREU, D.P.G.; LIMA, J.P. *et al*. "Descarte de medicamentos: uma questão socioambiental e de saúde", **Rev Fun Care Online** v. 11, n. 1, pp. 1-10, 2019.

BENTO, D.G.; COSTA, R.; LUZ, J.H. *et al*. **"**O gerenciamento de resíduos de serviço de saúde bob a ótica dos profissionais de enfermagem**", Texto & Contexto – Enfermagem** v. 26, n. 1, pp.1-7, 2017.

BISPO, C.; COLOMBO, C.R.; BRAZ, R.F.S. *et al*. "Coleta seletiva em natal/RN: cenário das cooperativas de materiais recicláveis", **Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS** v. 7, n. 1, pp. 141-160, 2017.

BORGES, N.C.F.; ALVES, M.A.; FIGUEIREDO, G.L.A. *et al*. "Planos de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: uma análise sobre conhecimento e qualificação dos colaboradores", **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde** v. 13, n. 24, pp. 14-23, 2017.

BORNER, S.; ALBINO, J.C.T.; CARAVEO, L.M.N. *et al*. "Explorando as percepções de riscos de saúde ambiental em adolescentes mexicanos: uma abordagem fotográfica para análise de risco", **Ciência & Saúde Coletiva** v. 20, n. 5, pp. 1617-1627, 2015.

CALLEFI, M.H.B.; BARBOSA, W.P. "Gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em Maringá/PR", **GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas** v. 13, n. 2, pp. 112-131, 2018.

CHIARIELLO, C.L. "Políticas de saúde coletiva e gestão urbana de resíduos sólidos na fronteira: um estudo de caso em Porto Murtinho-MS", **Revista Videre** v. 10, n. 20, pp. 88-98, 2018.

COELHO, A.P.F.; BECK.C.; SILVA, R. *et al*. "Cargas de trabalho de catadoras de material recicláveis: proposta para o cuidado de enfermagem", **Revista Gaúcha de Enfermagem** v. 39, 2018.

COELHO, A.P.F.; BECK, C.L.C.; FERNANDES, M.N.S. *et al*. "Risco de adoecimento relacionado ao trabalho e estratégias defensivas de mulheres catadoras de materiais recicláveis", **Escola Anna Nery** v. 20, n. 3, 2016.

COELHO, A.P.F.; BECK, C.L.C.; SILVA, R.M. *et al*. "Satisfação e insatisfação no trabalho de catadores de materiais recicláveis: estudo convergente-assistencial", **Revista Brasileira de Enfermagem** v. 70, n. 2, pp. 402-409, 2017.

CRESWELL, J. **Qualitative inquiry and research design: choosing among five traditions**. Thousand Oaks, Sage, 1998.

DEMAJOROVIC, J.; AUGUSTO, E.E.F.; SOUZA, M.T.S.de. **"**Logística reversa de reee em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro**", Ambiente & Sociedade** v. 19, n. 2, pp. 119-138, 2016.

DOMINGOS, D.C.; BOEIRA, S.L. "Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares: análise do atual cenário no município de Florianópolis, **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS** v. 4, n. 3, pp. 14-30, 2015.

EL-WAHAB, E.W.A.; EASSA, S.M.; LOTFI, S.E. *et al.* "Problemas de saúde adversos entre trabalhadores da prefeitura em Alexandria (Egito)", **International Journal of Preventive Medicine** v. 5, n. 5, pp. 545-556, 2014.

FEITOSA, A.K.; LANDIN, G.H.P.; SILVA, G.B. *et al*. "A educação cooperativista na formação de catadores de resíduos sólidos em Iguatu, Ceará", **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** v. 10, n. 3, pp. 09-13, 2015.

FERNANDES, V. "Mais prazo reabre debate sobre lixões". **Revista BIO/ABES**, Rio de Janeiro, jul/set. 2015.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2 ed. Porto Alegre, Bookman, 2004.

FONTANA, R.T.; RIECHEL, B.; FREIRAS, C.W. *et al*. "A saúde do trabalhador da reciclagem do resíduo urbano", **Vigilância Sanitária em Debate – Sociedade, Ciência & Tecnologia** v. 3, n. 2, pp. 29-35, 2015.

FREITAS, S.S.; NOBREGA, C.C. "Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira", **Engenharia Sanitária e Ambiental** v. 9, n. 3, pp. 293-300, 2014

GRIPPI, S. **Lixo: reciclagem e sua história**. Rio de Janeiro, Interciencia, 2006.

GUERRERO, L.A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. “Solid waste management challenges for cities in developing countries”, **Waste Management** v. 33, pp. 220–232, 2013.

HARTMANN, C. “Waste picker livelihoods and inclusive neoliberal municipal solid waste management policies: the case of the La Chureca garbage dump site in Managua, Nicaragua”, **Waste Management** v. 71, pp. 565-577, 2018.

HEBER, F.; SILVA, E.M. “Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE)”, **Rev. Adm. Pública** v. 48, n. 4, pp. 913-937, 2014.

JANUÁRIO, M.; FERNANDES, F.; VALERIO, M.A. *et al*. “Estudo do comportamento ambiental da população de Wenceslau Braz/PR em relação aos resíduos sólidos urbanos”, **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS** v. 6, n. 1, pp. 55-71, 2017.

KUZMA, E.L.; LUZ, T.E.; NOVAK, M.A.L. *et al*. “Tratamento de resíduos sólidos e efluentes: uma análise de custos em empresas de revenda de combustível”, **Revista Metropolitana de Sustentabilidade – RMS** v. 7, n. 3, pp. 25-46, 2017.

LUNA, R.A.; SOUSA FILHO, J.M.; VIANA, F.L.E. “Análise da gestão de logística reversa de vasilhames de vidro em uma empresa de bebidas alcóolicas”, **GEPROS - Gestão da Produção, Operação e Sistemas** v. 9, n. 4, pp. 77-89, 2014.

MAFORTE NETTO, M.; GUIMARÃES, V.A.; LEAL JR, I.C. “Coleta seletiva de lixo reciclável em Angra dos Reis/RJ: análise da evolução municipal e da participação popular”, **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS** v. 6, n. 2, pp. 164-181, 2017.

MAHLER, C.F.; MOURA, L.L. “Resíduos de Serviços de Saúde (RSS): uma abordagem qualitativa”, **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação** n. 23, pp. 46-60, 2017.

MAHLER, C.F.; TAQUETTE, S.R.; ALMEIDA, J.R. “Avaliação da saúde de crianças moradoras no entorno de aterros de resíduos: um estudo qualitativo”, **Investigação Qualitativa em Engenharia e Tecnologia** v. 4, 2015.

MARQUES, E.A.F.; VASCONCELOS, M.C.R.L.; GUIMARÃES, E.H.R. *et al.* “Gestão da coleta seletiva de resíduos sólidos no Campus Pampulha da UFMG: desafios e impactos sociais”, **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS** v. 6, n. 3, pp. 131-149, 2017.

MARSHALL, R. FARAHBAKHSH, K. “Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries”, **Waste Management** v. 33, n. 4, pp. 988- 1003, 2013.

MINAYO, M.C.S. “Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias”, **Revista Pesquisa Qualitativa** v. 5, n. 7, pp. 01-12, 2017.

MINAYO, M.C.S.; COSTA, A.P. **Técnicas que fazem uso da palavra, do olhar e da empatia: pesquisa qualitativa em ação**. 1 ed. Aveiro, Portugal, Ludomedia, 2019.

MINAYO, M.C.S.; SANCHES, O. "Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade", **Cadernos de Saúde Pública** v. 9, n. 3, pp. 237-248, 1983.

MORESCHI, C.; REMPEL, C.; BACKES, D.S. *et al*. "A importância dos resíduos de serviços de saúde para docentes, discentes e egressos da área de saúde", **Revista Gaúcha de Enfermagem** v. 35, n. 2, pp. 20-26, 2014.

MORSE, J. M. "Designing funded qualitative research". In: NORMAN, K. D.; YVONNA, S. L. (Eds.). **Handbook of qualitative research**. 2 ed. Thousand Oaks, Sage, 1994.

MOURA, L.R.; DIAS, S.L.F.G.; JUNQUEIRA, L.A.P. "Um olhar sobre a saúde do catador de material reciclável: uma proposta de quadro analítico", **Ambiente & Sociedade** v. 21, pp. 1-20, 2018.

NEVES, L.M.; QUADROS, S.O; LUTINSK, J.A. *et al*. "Catadores de materiais recicláveis: perfil social e riscos à saúde associados ao trabalho", **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde** v. 13, n. 24, pp. 162-174, 2017.

OJURI, O.O.; AYODELE, F.O.; OLUWATUYI, O.E. "Risk assessment and rehabilitation potential of a millennium city dumpsite in Sub-Saharan Africa", **Waste Management** v. 76, pp. 621-628, 2018.

OKOLI, C.; SCHABRAM, K. "A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research", **Sprouts: Working Papers on Information System** v. 10, n. 26, 2010.

OTENG-ABADIO, M. "Guilty with explanation: rethinking the destiny of landfills in a millennium city in Gana", **Management of Envoronmental Quality: An International Journal** v. 25, n. 2, pp. 200-215, 2014.

PAULILO, M.A.S. "A pesquisa qualitativa e a história de vida", **Serviço Social em Revista** v. 1, n. 2, pp.135-148, 1999.

PESSÔA, V.L.S.; RAMIRES, J.C.L; RÜCKERT, A.A. (Organizadores). **Pesquisa Qualitativa: Aplicações em Geografia**. Porto Alegre, Imprensa Livre, 2017.

POUPART, J.; DESLAURIERS, J.; GROULX, L. *et al*. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 4 ed. Petrópolis, Vozes, 2018. 464p.

RATNAPRADIPA, D. "What does the public know about environmental health? A qualitative approach to refining an environmental health awareness instrument", **Journal of Environmental Health** v. 77, n. 8, pp. 22-28, 2015.

RIBEIRO, L.M.P.; PEREIRA, J.R. “Relações entre poder público e sociedade na gestão de resíduos sólidos de um município de Minas Gerais: uma análise sob o enfoque das abordagens da administração pública”, **RAD – Revista Administração em Diálogo** v. 16, n. 2, pp. 28-47, 2014.

RODRIGUES, B.S.; GÓES, A.D.D.S.A.; FERNANDES, Y.J. “Perfil da sociedade natalense frente aos resíduos sólidos urbanos sob o olhar do gari, **HOLOS** v. 4, n. 30, pp. 61-71, 2014.

RODRIGUES, G.L.; FEITOSA, M.J.S.; SILVA, G.F.L. “Cooperativas de reciclagem de resíduos sólidos e seus benefícios socioambientais: um estudo na Coopecamarest em Serra Talhada – PE”, **Revista Metropolitana de Sustentabilidade – RMS** v. 5, n. 1, pp. 18-38, 2015.

SANTOS, T.R.; ROCHA, E.M.F.M.; ROCHA, R.M. *et al*. “Acondicionamento de resíduos sólidos dos serviços de saúde nas unidades básicas de saúde (UBS) no município de Caicpo/RN”, **Hygeia – Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde** v. 10, n. 18, pp. 46-57, 2014.

SILVA, R.A.; FELIX, K.K.F.; SOUZA, M.J.J.B. *et al*. “A gestão dos resíduos sólidos no meio rural: o estudo de um assentamento da região nordeste do Brasil”, **Gestão e Sociedade** v. 8, n. 20, pp. 593-613, 2014.

SILVA, R.P., 2015, **Caracterização da situação das áreas de risco a inundação e alagamento no entorno do dique da cidade de Porto Murtinho – MS**. Dissertação de M. Sc., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, MS, Brasil.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017**. Brasília/DF, 2017. Disponível em: <http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: julho 2019.

STUMPF, U.D.; THEIS, V.; SCHREIBER. “Gestão de resíduos em empresas metalomecânicas de pequeno porte”, **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS** v. 7, n. 2, pp. 230-247, 2018.

TAQUETTE, S.R.; MONTEIRO, D., L., M. “Causes and consequences of adolescent dating violence: a systematic review”, **Journal of injury & violence research** v. 11, n. 2, pp. 137-147, 2019.

TAQUETTE, S. R.; BORGES, L. **Pesquisa qualitativa para todos**. Petrópolis, Vozes, 2019, no prelo.

TOMASETTO, S.R.; BRANDALISE, L.T. “Percepção ambiental dos usuários de bandeira em relação ao ciclo de vida do produto”, **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS** v. 7, n. 1, pp. 23-42, 2018.

VALENTE, B.S.; SILVA, I.M.; XAVIER, E.G. “Percepção da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Pelotas sobre a coleta seletiva no município de Pelotas/RS”. **Ciência e Natura** v. 38, n. 3, pp. 1560-1567, 2016.

5.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE RESÍDUOS

A gestão eficiente dos resíduos está intimamente ligada a um bom sistema de informação, o mais completo, transparente e acessível o quanto possível. O artigo que será apresentado na íntegra foi publicado também no Volume 42 do ano de 2020 da Revista Ciência & Natura. Com o objetivo de analisar criticamente os principais sistemas de informações de resíduos no Brasil, foi possível verificar algumas inconsistências em alguns dos principais bancos de dados que são corriqueiramente utilizados trabalhos técnicos e acadêmicos.

Artigo[13]**:** Análise Crítica dos Sistemas de Informação de Resíduos Sólidos no Brasil

Resumo: A abrangência e confiabilidade de informações sobre a atual gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil é um desafio aos objetivos da pesquisa científica. Na introdução deste artigo são identificados os principais sistemas de informações e apresentadas brevemente suas principais limitações. O Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil da ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – como uma das principais fontes de informações foi analisado minuciosamente quanto à metodologia estatística empregada para determinação de seus valores. Os resultados desta análise revelaram-se de baixa confiabilidade com relação aos quantitativos referentes às variáveis sobre RSU – resíduos sólidos urbanos e RSS – resíduos de serviços de saúde publicados. Seja por não haver descrições completas sobre a aplicação do método, bem como pela evidência de inadequações do modelo desenvolvido com o método estatístico adotado. O presente trabalho permitiu concluir a importância do desenvolvimento de um sistema nacional de levantamento de informações de produção, tratamento e disposição de resíduos independente e que contribua efetivamente na busca de soluções para o grave problema social, econômico e ambiental causado pelos resíduos sólidos urbanos e sua má gestão, de forma geral.
Palavras-chave: Resíduos Sólidos, Sistemas de Informação, Metodologia Estatística

Introdução

A gestão eficiente dos resíduos sólidos ainda constitui um grande desafio para as autoridades municipais brasileiras. Anualmente, 1,3 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são produzidos em nosso planeta, sendo projetado para 2025 um valor de 2,2 bilhões. No Brasil, apesar das diferenças regionais, a geração per capita de resíduos encontra-se próxima a 1 $Kg.hab^{-1}.dia^{-1}$ com nível de geração semelhante ao dos países subdesenvolvidos (SHAH *et al*. 2017; KAMARUDDIN *et al*., 2017).

Países do norte da Europa, Japão e EUA vêm reduzindo sobremaneira o envio de resíduos para aterros. O Brasil, contudo, ainda se encontra na fase de construção de aterros pretensamente sanitários e na tentativa mal sucedida de encerramento dos lixões.

[13] https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/42951

A Lei Federal nº 12.305 de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – tramitou por quase 20 anos no Congresso Nacional, refletindo grandes dificuldades e barreiras burocráticas. Infelizmente, não se vê até o presente momento a efetividade da referida lei. Pela PNRS os "lixões" deveriam ser erradicados até o ano de 2014, porém, segundo FERNANDES (2015), em pesquisa realizada no ano de 2014 com 5.570 municípios brasileiros, apenas 844, ou 15%, destinavam os resíduos em aterros pretensamente sanitários, 1.775, ou 32%, dos municípios declararam destinar os resíduos em lixões e, 2.951, 53%, nem sequer responderam a pesquisa.

Um dos fatores importantes para a melhoria na gestão dos resíduos é a existência de sistemas de informações eficientes e confiáveis, que possibilitem a qualquer cidadão obter dados claros, seguros e precisos. Primeiramente, trata-se de uma exigência legal prevista na lei de acesso à informação, uma vez que o trato com os resíduos é uma atividade realizada pelo poder público municipal (direta ou indiretamente) e emprega dinheiro público. Da mesma forma, para que o cidadão possa participar de forma ativa do sistema de gestão de resíduos, é necessário que o mesmo conheça os detalhes e as informações referentes às ações de manejo e gestão dos resíduos sólidos. Um dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) é o direito da sociedade à informação e ao controle social (BRASIL, 2010; BRASIL, 2011; MAHLER & MENDEZ, 2018)

O objetivo deste trabalho foi avaliar a confiabilidade dos sistemas de informações disponíveis. Primeiramente, com uma visão geral das principais fontes. Em seguida, em detalhes, uma análise crítica foi desenvolvida sobre a metodologia apresentada nos documentos da ABRELPE com o objetivo de observar a confiabilidade das informações fornecidas. Essa análise crítica cobre os anos de 2015 a 2017 (editado em 2018). Embora o documento referente ao ano de 2017 tenha sido analisado sem seus respectivos anexos, porque os mesmos não estão disponíveis no site desde o seu lançamento, no ano de 2018, nem foram enviados aos autores deste trabalho conforme solicitado. Os demais anexos, dos cadernos informativos dos anos anteriores, foram enviados por e-mail o que auxiliou no trabalho, no que os autores ficam gratos de público.

Os Sistemas de Informação de Resíduos Sólidos no Brasil

Atualmente, no Brasil, há alguns sistemas de informação de resíduos a nível nacional. O Sistema Nacional de Informações de Saneamento – SNIS é uma base de dados sob a coordenação institucional do Ministério do Desenvolvimento Regional, que contém informações e indicadores sobre a prestação de serviços de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem das Águas Pluviais Urbanas. (BRASIL, 2020)

As informações constantes no SNIS são fornecidas anualmente pelos prestadores de serviços de saneamento, sejam eles os próprios municípios, sob a forma de prestação direta dos serviços ou as empresas integrantes da administração pública indireta ou concessionárias de serviços públicos. A base de dados do SNIS referente aos resíduos sólidos contém informações importantes como estimativas sobre a cobertura do serviço de coleta por região, o perfil dos prestadores de serviços de gestão de resíduos, dos tipos de coleta realizados, o percentual de destinação dos resíduos em aterros sanitários e lixões além de outras informações relevantes sobre as características da gestão de resíduos nos municípios e regiões do Brasil.

O número de municípios participantes do SNIS teve substancial aumento nas últimas duas décadas. No ano de 2002, 108 municípios participavam do SNIS, em 2010 esse valor já era de 2070 e em 2016, o total de municípios participantes foi para 3670. Apesar da importância dos dados divulgados e do aumento significativo dos municípios participantes, o SNIS é um sistema de informação auto declaratório, ou seja, os prestadores de serviço de saneamento informam os indicadores, sem que haja uma metodologia conhecida e abrangente de verificação da veracidade das informações prestadas. Destaca-se que, através do Sistema Auto declaratório de informações (SNIS), não se tem verificado melhoria nos índices relacionados a gestão de resíduos no Brasil, nos últimos anos. Outro ponto crítico é que, com as recentes reduções das verbas e alterações/cortes dos quadros de pessoal dos órgão federais ligados à gestão ambiental e dos resíduos, espera-se que a situação, que já não é boa, se agrave ainda mais. (MAHLER & MENDEZ, 2018)

Outro sistema de informação institucional é o SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos, o qual constitui um dos instrumentos da Lei 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Segundo informações do

Ministério do Meio Ambiente (2018) órgão gestor do referido sistema, ao SINIR, será somado o Inventário de Resíduos que se somará ao Sistema Declaratório Anual de Resíduos Sólidos, que será preenchido e atualizado pelas indústrias, sinalizando a origem, transporte e destinação final dos resíduos. O IBAMA é o órgão executor da Política Nacional do Meio Ambiente, da qual a Política Nacional de Resíduos Sólidos é parte integrante. Considerando que o IBAMA é responsável por coordenar o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos e por promover sua integração com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e com o SINIR, o IBAMA tem papel fundamental não só na fiscalização, como também na disponibilização dos dados relacionados aos resíduos perigosos (CAPISTRANO FILHO, 2013). O IBAMA será responsável por coordenar esse cadastro e já está promovendo a sua integração com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais ao SINIR (SINIR, 2018). Embora até o presente momento, não tenha sido oficializada nenhuma alteração substancial no SINIR, tudo indica que, assim como outros critérios de restrições ambientais, este também venha a ser flexibilizado pelo atual governo, o que pode adiar ainda mais a existência de um cadastro de operadores de resíduos perigosos realmente condizente com a realidade. No entanto, o Inventário Nacional de Resíduos Industriais ainda não foi confeccionado, embora a Resolução do CONAMA 313/2002 já estabelecesse essa necessidade. O SINIR, nos primeiros oito anos de existência ainda não evoluiu conforme o esperado. É necessário que os objetivos traçados para este importante sistema de informação de resíduos em âmbito nacional sejam atingidos o mais breve possível. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, publicou em 2008 a última Pesquisa Nacional de Saneamento, mas a mesma já se encontra de certa forma desatualizada e não há sinalização de publicação da próxima edição.

Algumas entidades e associações publicam estudos e levantamentos relacionados à gestão de resíduos sólidos no Brasil. O Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana – SELUR, possui um índice chamado de “ Índice de Sustentabilidade”, o qual possui pontos a serem questionados, como o fato de possuir apenas 4 indicadores (Porcentagem da população atendida pelos serviços de limpeza urbana, Sustentabilidade financeira, Recuperação dos recursos coletados e Destinação incorreta sobre a

população atendida pelos serviços). Além de pouco para representar um sistema municipal de gestão de resíduos, são indicadores genéricos, ou seja, no caso da dimensão impacto ambiental: Quantidade de Resíduos Dispostos Incorretamente / População Atendida, não está claro o que é disposição incorreta. Não é comum medir a disposição incorreta, tendo em vista que ela se dá em áreas dispersas e ainda que se dê em poucas áreas, não é comum ter equipamentos nem condições para realização dessas medidas. (SELURB, 2018)

Os indicadores de avaliação da gestão de resíduos devem refletir a realidade. No caso do índice do SELUR, há um indicador chamado dimensão financeira, calculado da seguinte forma: despesa com o serviço x arrecadação específica / despesa total. Um município que arrecada muito com as taxas de coleta de resíduos, gasta muito e mal para prestar os serviços de gestão de resíduos e tem a despesa total não tão alta por não investir em outras áreas do sistema de gestão, terá um indicador alto. O que o indicador chama de arrecadação específica é na verdade o valor arrecadado com as taxas para custeio dos serviços de gerenciamento de resíduos.

Uma entidade importante na área de resíduos sólidos é a ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais", a qual publica anualmente o "Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil" (ABRELPE, 2018). O presente trabalho analisa criticamente as publicações de 2015 e 2016 desta associação e fornece argumentos, do ponto de vista metodológico. Identifica as estimativas de algumas variáveis referentes aos RSU e RSS para as quais não são explícitados os métodos que as geraram, ou em outros casos, são explicitados, mas sem a apresentação formal dos resultados de sua aplicação.

Na seção de análise crítica desse caderno informativo anual da ABRELPE são apresentados os argumentos na forma de discussão sobre o emprego do método de regressão linear simples e seus resultados. Neste trabalho, na seção de conclusões, é apresentada uma avaliação geral sobre todo o conteúdo disponibilizado desta fonte de informação e ressaltadas suas deficiências.

É importante salientar que os problemas de gestão de resíduos, embora seja um serviço cujos titulares/prestadores são os municípios, têm abrangência regional e internacional. Principalmente, porque o destino de muitos vazadouros irregulares são os

cursos d'água (rios e mares), o que implica em consequências danosas para toda a sociedade brasileira, países vizinhos, bem como todas as gerações futuras.

O Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil da ABRELPE

Nesta seção, esta fonte de informação é descrita com detalhamento para todas as variáveis de RSU e RSS fornecidas. Todas as variáveis para as quais não há especificação completa ou parcial do método empregado para o fornecimento de seus quantitativos também são identificadas. A análise crítica elaborada na seção seguinte se refere à discussão do método de regressão linear simples empregado para duas variáveis sobre RSU: o quantitativo total coletado por dia e o quantitativo per capita coletado também por dia.

Um primeiro aspecto desta análise crítica sobre a metodologia adotada dos cadernos informativos PRSB 2015 e 2016 se refere ao percentual de municípios que adotam a coleta seletiva. Na página seis, de ambos os anexos, de cada um dos dois cadernos, o PRSB de 2015 e de 2016, se lê que foi empregada a "metodologia do qui-quadrado" por faixas do quantitativo populacional de municípios, $Q_{populacional}$. Este procedimento tem como suposição que apenas o $Q_{populacional}$ tem influência sobre a prática da coleta seletiva. Acrescente-se que a metodologia, referida com o termo qui-quadrado, não está especificada quanto aos resultados com o seu emprego para o estabelecimento dos percentuais encontrados nos dois cadernos supracitados. Também não há especificação, nestes dois anexos, de como foram obtidas as mencionadas projeções, ao nível dos municípios, das unidades federativas e das cinco grandes regiões brasileiras, dos quantitativos sobre a destinação final de RSU, das despesas efetuadas com os serviços de coleta, bem como do número de empregos gerados no setor.

A propósito, o texto a seguir destacado, encontrado na página sete de ambos os anexos das publicações PRSB 2015 e 2016, sobre a metodologia empregada, faz menção à destinação final dos RSU, embora os termos não sejam suficientemente esclarecedores.

Para as unidades federativas, as amostragens disponíveis, quando confrontadas à quantidade e à densidade dos dados levantados, possibilitaram a elaboração de projeções atinentes à coleta, geração e destinação final dos RSU.

Seguindo com a análise, também são parciais as informações sobre RSS (Resíduos de Serviços de Saúde). Porque não se tem registros dos quantitativos coletados destes resíduos por parte das empresas privadas. Desta maneira, não se têm registros por municípios sobre os totais de RSS coletados, bem como sobre os quantitativos previamente preparados antes das destinações finais serem processadas nos diferentes modos de tecnologia atualmente disponíveis. Então, não há informação completa de quanto ou como ocorre a manipulação de RSS até a destinação final dos municípios que responderam aos questionários da ABRELPE.

No entanto, com base nessas informações parciais dos municípios que responderam aos questionários, de forma auto declaratória, encontram-se nos cadernos informativos PRSB, 2015 e 2016, tabelas, gráficos e projeções dos quantitativos de RSS coletados e sobre os quantitativos de destinação final por diferentes tecnologias para todo o Brasil, nas respectivas regiões e unidades federativas. Dessa forma, o mais relevante a ser ressaltado é que não há descrição metodológica para essas projeções em qualquer destes níveis, inclusive o menor deles, a nível dos municípios. Apenas é mencionado que a metodologia aplicada aos RSS é a mesma utilizada aos RSU.

Outro aspecto relevante se refere à ausência de algum planejamento de amostragem. O caderno informativo PRSB 2015, em formato virtual é composto por três anexos. Um sobre a metodologia adotada; outro contendo os questionários utilizados e, um terceiro, com a identificação dos municípios participantes. Na introdução do caderno PRSB 2015 se lê que este último anexo contém uma lista dos nomes dos municípios que responderam aos questionários. E, embora este último anexo não tenha sido disponibilizado por parte da associação, esta ausência é de menor importância em face da ausência de um planejamento de amostragem explícito capaz de garantir a inferência apresentada no documento. O documento de 2016 apresenta a mesma deficiência.

Finalmente, vale ressaltar que, dos quatrocentos municípios ditos questionados em pesquisa direta no anexo do caderno PRSB 2015, cento e noventa não foram pesquisados. Tais municípios, contudo, foram tomados como parte da amostra com a justificativa de terem sido pesquisados diretamente no ano anterior. Além disto, os valores projetados para o ano 2015, destes cento e noventa municípios (discriminados

apenas quanto ao total de municípios por grande região, tabela 1.1.1.1 do anexo do caderno PRSB 2015), de modo a compor a dita amostra, derivam de projeções ou inferências cuja metodologia não está especificada. Contudo, se lê, no que se refere a estes cento e noventa municípios, que "suas tendências foram cientificamente projetadas" (pág 4 do anexo do caderno PRSB de 2015).

Os cinco modelos, respectivos de cada grande região, e utilizados para fornecer as projeções dos 5170 municípios, ou até mesmo também daqueles 190 municípios, foram objeto da análise crítica do presente trabalho na seção seguinte.

Análise Crítica do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - ABRELPE

Esta análise do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - ABRELPE é complementar ao cenário atualizado fornecido na introdução sobre os sistemas de informação atualmente disponíveis. Vale observar que não se fez análise crítica dos capítulos relativos a Resíduos de Construção e Demolição e de Reciclagem dos documentos PRSB.

Com base no caderno informativo PRSB de 2015 e seus dois anexos, verificou-se total similaridade, quanto ao conteúdo analisado neste documento e nos demais, dos anos seguintes, 2016, 2017 e 2018 e do ano anterior, 2014. A indisponibilidade dos anexos dos documentos PRSB de 2017 e 2018, entretanto, não prejudicou a análise, uma vez que as estatísticas (variáveis) consideradas são as mesmas em todos estes documentos.

Conforme os aspectos discriminados na seção anterior e a presente análise, pode-se afirmar que a informação sobre a metodologia utilizada é restrita a uma variável sobre RSU: o quantitativo per capita coletado por dia.

A seguir passa-se a discutir o conteúdo dos anexos dos documentos PRSB de 2015 e 2016 relativos à metodologia utilizada para o fornecimento das projeções dos quantitativos totais de RSU coletados, $Q_{coletado}$. Faz-se necessário ressaltar, inicialmente, que os modelos de regressão utilizados para fornecer as projeções de $Q_{coletado}$ são modelos ajustados para os quantitativos coletados per capita de RSU, $Q_{coletado\ per\ capita}$, como variável dependente.

Essa mudança de variável resposta está explicitada conforme a tabela de número um, dos capítulos de número dois de ambos os cadernos PRSB 2015 e 2016. Isto porque as equações, constantes destas tabelas, também estão presentes nos gráficos de cada uma das cinco regiões, nas páginas subsequentes do mesmo capítulo, representando as equações obtidas com o emprego do método de regressão, cuja variável resposta são os quantitativos coletados per-capita de RSU, $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$. Portanto, estas mesmas equações ajustadas estão sendo empregadas para projetar outra variável dependente, isto é, o quantitativo total coletado de RSU diariamente, $Q_{coletado}$.

Os quantitativos coletados per-capita de RSU, $Q_{coletado\ per\text{-}capita,}$ estão representados nos gráficos de dispersão de cada região. Além desses gráficos, no anexo também está documentado que há uma tendência positiva entre essas variáveis, o $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$ e o $Q_{populacional}$. Tal tendência, estabelecida com base no emprego do método dos mínimos quadrados, foi validada apenas pelo indicador coeficiente de determinação. Tal procedimento, entretanto, com esta mudança de variáveis não é coerente com o método de regressão.

A divisão, acima mencionada, para cada município, dos quantitativos da variável, o $Q_{coletado}$ por seus respectivos quantitativos da variável explicativa, o $Q_{populacional}$, cria dessa maneira, do lado esquerdo da equação de regressão, uma nova variável resposta, o $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$, que pode ser entendido e aceito, desde que o procedimento ocorra também com os valores da variável explicativa ou independente. Isto é, com base em HILL *et al*. (2006) sabe-se que este procedimento de divisão, em ambos os lados da equação, implica necessariamente em conceber primeiramente um modelo de regressão no qual o $Q_{coletado}$ seja a variável dependente e a variável explicativa, o $Q_{populacional}$, em sua forma quadrática. Contudo tal hipótese não foi mencionada no anexo. E ainda que seja razoável supor que o $Q_{coletado}$ dependa do quadrado do $Q_{populacional}$, continua inadequado que a equação ajustada para uma dada variável resposta seja utilizada para projetar outra.

Ainda, essa formulação do modelo acima analisada para o $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$ é mais apropriada para o quantitativo gerado per capita de RSU. Isto porque esta última variável depende diretamente do quantitativo populacional, obviamente, mas não depende exclusivamente desta. Em DIAS *et al.* (2012), assim como em PISANI

JUNIOR *et al.* (2018), esta variável, o quantitativo gerado per capita de RSU, depende de outras variáveis de natureza sócio - econômicas.

De THOMAZ (2016) e MAHLER *et al.* (2017), sabe-se que não somente a renda, mas também sazonalidades referentes a fatores climáticos, períodos festivos e de férias escolares influenciam o quantitativo de RSU gerados, tanto em termos de seu peso específico ($kg.m^{-3}$) quanto por sua composição gravimétrica.

Por outro lado, o $Q_{coletado}$ ou $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$ depende diretamente de variáveis como investimentos nos serviços e equipamentos de coleta, estratégias com a participação da população, tecnologia para a otimização de rotas e logística em geral.

Com isso, a tendência positiva entre o $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$ e o $Q_{populacional,}$ refletida pelo coeficiente de determinação, também se deve ao quantitativo gerado per capita de RSU como variável intermediária. Ou seja, o $Q_{populacional}$ interfere diretamente no quantitativo gerado de RSU, e indiretamente no $Q_{coletado}$ ou $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$.

Outro aspecto derivado desta análise se refere ao indevido emprego das equações de regressão ajustadas, com base em valores de grandeza municipal, para projetar o $Q_{coletado}$ no âmbito das cinco grandes regiões brasileiras, conforme a tabela de número um, dos capítulos de número dois de ambos os cadernos PRSB 2015 e 2016. Tal procedimento é duplamente indevido. Seja porque a variável dependente, que serviu para fazer a inferência sobre os coeficientes das equações ajustadas, tenha sido outra, o $Q_{coletado\ per\text{-}capita,}$ e também porque o $Q_{populacional}$, de qualquer uma das cinco grandes regiões, não pertencem ao domínio das retas ajustadas. Em outras palavras, significa dizer que o domínio das retas ajustadas é de grandeza municipal e estas retas, portanto, não podem ser usadas com o propósito de projeção fora dos limites dos valores amostrais utilizados com o método para o ajuste.

A formulação do modelo tomou como verdadeira a hipótese de que a variância é constante, também conhecida como homocedasticidade da variável dependente do modelo. Tal proposição não é adequada, uma vez que há maior incerteza quanto ao $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$ dos municípios envolvendo grandes e médias cidades. O "fenômeno de periferização", em ANDRADE e SERRA (1998), afeta esta variável. Nessas populações de periferia, não se dispõem de saneamento básico da mesma forma que os municípios

de menor $Q_{populacional}$ ou sem periferias. Com base neste conceito, sobre a homoscedasticidade para $Q_{coletado\ per\text{-}capita,}$ como em HILL *et al.* (2006), as mudanças na variabilidade de $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$ violam este pressuposto e nada foi fornecido para contornar.

Vale comentar também sobre o escalonamento dos dados, visível na tabela de número um dos capítulos de número dois das edições de 2015 e 2016. Nelas se verifica a divisão por 1000 do $Q_{populacional}$. De HILL *et al.* (2006) sabe-se que deve haver uma operação de compensação, neste caso, de multiplicação por 1000 dos valores dos coeficientes angulares ajustados. Esta operação necessária, entretanto, não foi mencionada, trazendo dúvida a respeito da grandeza dos coeficientes angulares estimados.

Por fim, ainda há falta de informação sobre o denominado 'processo de consistência' mencionado nos anexos. Tal procedimento se refere a eventual retirada de alguns municípios com seus valores amostrais. E deste procedimento de exclusão não se sabe qual foi o critério para o estabelecimento de algum padrão na forma de intervalos, como descrito no anexo.

Conclusões

Este estudo permite concluir que os sistemas de informações sobre resíduos sólidos no Brasil deixam a desejar em muitos aspectos. Ainda que algumas normas já tratem da obrigatoriedade de inventários de resíduos há mais de 15 anos, encontram-se dificuldades, de natureza qualitativa e quantitativa, na obtenção e divulgação das informações.

Os sistemas de informação mais completos na área de resíduos são as estimativas do SNIS, cujas particularidades já foram comentadas na parte introdutória do presente trabalho, e o caderno informativo anual da ABRELPE, o Panorama de Resíduos Sólidos Urbanos. Este último, cuja análise e discussão foram objeto deste trabalho permite-nos concluir que as inferências apresentadas para as variáveis: $Q_{coletado\ per\text{-}capita}$ e $Q_{coletado}$ sobre RSU e RSS, nos três níveis geográficos; nacional, das cinco grandes regiões, ou municipal, carecem de ajustes. Além disso, a inexistência de exposição completa sobre

os métodos utilizados respectivos das demais variáveis referentes aos RSU e RSS não contribui para validar seus quantitativos.

Por fim, vale informar que a associação suspendeu o envio de todos os anexos do caderno informativo de 2017, desde o seu lançamento em 2018. Enquanto o caderno informativo de 2018 (publicado em 2019) não os menciona. Ainda assim, mesmo com a incompletude da edição de 2017 e de 2018, em relação aos seus anexos, verifica-se total similaridade das edições de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018. E esta evidência encontrada na sistematização dos dados ao longo do tempo tende a repetir as distorções sucessivamente.

A relevância deste trabalho de pesquisa foi o de revelar a importância do desenvolvimento de um sistema nacional de levantamento de informações de produção, tratamento e disposição de resíduos independente com o objetivo de busca por soluções para o grave problema social, econômico e ambiental causado pelos resíduos sólidos urbanos.

Agradecimentos

Os autores agradecem publicamente à ABRELPE o envio por E-mail dos anexos dos cadernos informativos dos anos 2015 e 2016. O terceiro autor agradece ao constante apoio do CNPq e da FAPERJ.

Referências Bibliográficas

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Anexos do Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. ABRELPE/ISWA, 2015. 22 p.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Anexos do Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. ABRELPE/ISWA, 2016. 51 p.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. ABRELPE/ISWA, 2014. 118 p.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. ABRELPE/ISWA, 2015. 92 p.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. ABRELPE/ISWA, 2016. 64 p.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. ABRELPE/ISWA, 2017. 73 p.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. ABRELPE/ISWA, 2018/2019. 64 p.

ANDRADE, T.A.; SERRA, R.V. **O recente desempenho das cidades médias no crescimento populacional urbano brasileiro**. Relatório preliminar de pesquisa do projeto Crescimento Econômico e Desenvolvimento Urbano. Diretoria de Pesquisas do IPEA, 1998.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 147. p. 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Lei 15.527/11. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Atos do Poder Legislativo, Brasília, DF, Seção 1, p. 1-4, 18 nov. 2011.

CAPISTRANO FILHO, G.W., 2013, **O Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos como um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Dissertação de M. Sc. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

DIAS, D.M.; MARTINEZ, C.B.; BARROS, R.T.V. *et al*. "Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais", **Revista Engenharia Sanitária Ambiental** v.17, n.3, pp.325-332, jul/set 2012.

FERNANDES, V. "Mais prazo reabre debate sobre lixões". **Revista BIO/ABES**, Rio de Janeiro, jul/set. 2015.

HILL, R.C.; GRIFFITHS, W.E.; JUDGE, G. G. **Econometria.** 2 ed. São Paulo, Saraiva, 2006.

KAMARUDDIN, M.A.; YUSOFF, M.S.; RUI, L.M. *et al*. “An overview of municipal solid waste management and landfill leachate treatment: Malaysia and Asian perspectives”, **Environmental science and pollution research international** v. 24, n. 35, pp. 26988-27020, 2017.

MAHLER, C.F.; MENDEZ, G.P. “Evolution of integrated solid waste management systems in Brazilian cities under the National Solid Waste Policy”, **Ciência e Natura** v. 40, n. 11, pp. 1-11, 2018.

MAHLER, C.F.; THOMAZ, I.P.L.; CALOBA, L.P.*et al*. “Modelling unsaturated soils moisture with artificial neural network”. **The 7th International Conference on Unsaturated Soils**, Hong Kong, 2018.

PISANI JUNIOR, R.; CASTRO, M.C.A.A.de; COSTA, A.Á.da. “Desenvolvimento de correlação para estimativa da taxa de geração per capita de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo: influências da população, renda per capita e consumo de energia elétrica”, **Eng. Sanit. Ambient**. v. 23, n. 2, pp. 415-424, mar. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018167380>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

SELURB – SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URANA. **Índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana**, 2018. Disponível em: <https://selur.org.br/wp-content/uploads/2018/12/ISLU-2018.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2020.

SHAH, T.M.; RAMASWAMI, S.; BEHRENDT, J. *et al*. “Simultaneous removal of organics and ammonium-nitrogen from reverse osmosis concentrate of mature landfill leachate”, **Journal of Water Process Engineering** v. 19, pp. 126-132, 2017.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **SINISA O que é?**, 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/o-que-e>. Acesso em: 18 mai. 2020.

THOMAZ, I.P.L., 2016, **Utilização de Redes Neurais Artificiais (RNA) para previsão da composição gravimétrica e peso específico de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)**. Dissertação de M. Sc. COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

5.3 O EMPREGO DAS ENTREVISTAS REMOTAS

No presente capítulo será apresentado um trabalho publicado e apresentado no 21º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa, ano de 2021, que teve como objetivo principal analisar o uso das entrevistas na modalidade remota. A motivação do presente manuscrito foi a experiência vivida pelo próprio autor durante a pesquisa, quando em face da necessidade do distanciamento social, experimentou o uso de

ferramentas tecnológicas pera realização das entrevistas, técnica de coleta de dados utilizada. O artigo é de autoria deste autor em parceria com os respectivos orientadores (Claudio Fernando Mahler e Stella Regina Taquette).

Artigo[14]: Investigação Qualitativa em período de distanciamento social: o desafio da realização de entrevistas remotas

Resumo: O presente trabalho buscou avaliar a realização de entrevistas na modalidade remota como ferramenta de coleta de dados em pesquisa qualitativa. No período de distanciamento social exigido pela pandemia de COVID-19 foram realizadas 18 entrevistas remotas no âmbito de estudo para avaliar a coleta seletiva de resíduos sólidos na cidade foco do estudo, que se encontra em fase de análise de dados. As entrevistas foram realizadas com o emprego de softwares diversos: *Microsoft Teams*, *Google Meet*, *Zoom* e chamada de vídeo por aplicativo de telefone celular (telemóvel). A média de duração das entrevistas foi de 40minutos e apesar das dificuldades encontradas, como a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e a oscilação de sinal de internet, verificou-se que a realização das entrevistas remotas é viável, permite boa interação entre o investigador e o entrevistado com o cumprimento dos requisitos éticos em pesquisa. Conclusão: a entrevista remota mostrou-se uma alternativa confiável e eficaz para coleta de dados de pesquisa qualitativa e ainda se destaca como ponto positivo a maior facilidade na gravação e transcrição das entrevistas.

Palavras-chave: entrevistas remotas; pesquisa qualitativa.

Introdução

A problemática da gestão de resíduos não é apenas uma questão técnica de engenharia, mas envolve também aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais, regulatórios e ambientais (GUERRERO *et al*. 2013). Sendo um problema de dimensões diversas, cresce de importância a busca de diferentes métodos de pesquisa na área de

[14] https://publi.ludomedia.org/index.php/ntqr/article/view/495
(DOI: https://doi.org/10.36367/ntqr.9.2021.336-343)

resíduos sólidos, que até o presente, em grande parte se utilizam de métodos quantitativos. No entanto, mais recentemente, o método qualitativo vem se consolidando como ferramenta eficaz para compreensão de questões que não têm boas respostas apenas através de números. Além disso, tem-se mostrado adequado na investigação de fenômenos os quais não se deseja medí-los e sim, compreendê-los, como é o caso do estudo que está sendo desenvolvido na área de coleta seletiva de resíduos em uma grande cidade do Brasil.

A entrevista individual é procedimento de coleta de dados que faz uso da palavra e constitui a técnica mais usual na pesquisa qualitativa. Através das entrevistas individuais podem-se coletar dados primários, que são concretos e objetivos, como também, dados secundários, que são subjetivos e resultam das observações/reflexões do entrevistador/investigador tem sobre o tema em estudo (TAQUETTE & BORGES, 2020).

A Pandemia de COVID 19 levou a óbito quase trezentas mil pessoas no Brasil, até o momento da escrita desse artigo e todos os municípios do país, há pouco mais de um ano, sofrem com restrições de contato social e deslocamento como forma de reduzir a disseminação do vírus na população. A entrevista individual em pesquisa qualitativa, usualmente, se realiza de forma presencial, em local acordado entre entrevistador e entrevistado. No entanto, no período da Pandemia de COVID 19, a realização das entrevistas nessa modalidade constitui um risco para a saúde dos participantes da pesquisa.

O Método Qualitativo e as entrevistas

O Método Qualitativo possui mais de um século de existência, tendo sido proposto inicialmente por pesquisadores das ciências sociais/humanas. Contudo, ao longo do tempo, foi sendo empregado em outras áreas, principalmente nas Ciências da Saúde (TAQUETTE & BORGES, 2020).

Nas últimas décadas, outras áreas de conhecimento têm utilizado o método qualitativo em pesquisas, como por exemplo, na medicina, educação, administração e engenharia. A crescente popularidade dos métodos qualitativos foi acompanhada de

uma diversificação das práticas de pesquisa. Segundo POUPART *et al*. (2018), a pesquisa qualitativa é hoje realizada em diferentes contextos institucionais e nos meios mais imediatamente associados à intervenção, sendo surpreendente a complexidade das áreas englobadas.

Não há um consenso acerca da definição da Pesquisa Qualitativa. MINAYO e COSTA (2019) afirmam que as pesquisa qualitativas têm como matéria prima um conjunto de substantivos cujos sentidos se complementam: "experiência, vivência, senso comum e ação. E o movimento que informa qualquer abordagem, se baseia em quatro verbos: escutar, compreender, interpretar e dialetizar". Os referidos autores dividem a pesquisa qualitativa em três etapas de trabalho: a primeira fase, exploratória, a segunda, o trabalho de campo e a terceira a análise do material coletado de forma empírica e documental. A pesquisa qualitativa trabalha num universo de valores, crenças, hábitos, atitudes, representações, opiniões, específicos de indivíduos ou grupos, sendo portando humanista.

O investigador percebe o cenário e as pessoas com uma visão holística, separando as suas próprias crenças, perspectivas ou predisposições. Portanto, ela é utilizada para a compreensão de fenômenos que podem ser caracterizados por elevada complexidade, como é o caso dos problemas relacionados ao trato com resíduos sólidos.

A entrevista é um instrumento privilegiado para que o investigador conheça, na perspectiva dos atores envolvidos, o sentido que eles mesmos conferem a suas ações (POUPART, 2012; TAQUETTE & BORGES, 2020). Segundo TAQUETTE e BORGES (2020), a entrevista é um encontro entre duas pessoas que em geral, não se conhecem e ocupam posições diferentes na sociedade. As diferenças existentes fora do ambiente da entrevista permanecem e no contato pessoal o pesquisador deve conduzir o diálogo de forma que o entrevistado se sinta à vontade e seguro para expor aquilo que pensa de forma que os dados coletados retratem a realidade vivida. Por isso, é importante para o entrevistador buscar aproximar-se do entrevistado de forma bastante amistosa, criando um vínculo de confiança que os aproximem e garantam a fidedignidade do estudo. Certamente, essa aproximação pode tornar-se mais difícil nas entrevistas remotas.

Metodologia

Entre os meses de maio de 2020 e janeiro de 2021 foram realizadas 18 entrevistas com atores envolvidos na atividade de coleta seletiva de resíduos sólidos em uma grande cidade no estado do Rio de Janeiro, como ferramenta de uma pesquisa que se encontra em andamento, na fase de análise de dados. Optou-se pela entrevista do tipo semiestruturada que combina um roteiro de questões previamente formuladas com questões abertas, dando a oportunidade para uma participação mais ampla dos entrevistados. O roteiro de entrevista foi formulado dividido em duas partes, da seguinte forma.

Parte 1: Perfil Sociográfico:

1- Nome:
2- Sexo:
3- Idade:
4- Raça/cor (branca, preta, parda, amarela, indígena):
5- Situação conjugal:
6- Possui Filhos:
7- Moradia Habitual:
8- Ocupação Principal:
9- Ocupação Secundária:
10- Renda Mensal Familiar (em SM):
11- Escolaridade:

Parte 2: Atuação/Experiências/Relatos acerca da coleta seletiva

1- O que o senhor(a) entende por coleta seletiva de resíduos?
2- Qual a relação da sua atuação profissional/do seu trabalho/da sua atividade com a coleta seletiva?
3- Há quanto tempo o(a) senhor(a) atua/trabalha com a coleta seletiva?
4- O que o(a) senhor(a) acha da coleta seletiva feita pela sua organização/empresa/município ou instituição?
5- Na opinião do(a) senhor(a), qual o elemento ou o fator mais importante para o bom funcionamento da coleta seletiva?
6- Se o(a) senhor(a) fosse um investidor que possui um elevado capital, mas que, necessariamente, precisa ser investido em coleta seletiva. De que forma empregaria esse capital? Em qual/quais setores ligados a coleta seletiva o senhor investiria?

7- Se o senhor(a) fosse prefeito de uma grande cidade no Brasil ou presidente de uma empresa de limpeza pública, por exemplo. O senhor(a) executaria a coleta seletiva de resíduos? De que maneira?

Antes da realização das entrevistas foi feito um “estudo-piloto” com a realização de duas entrevistas para testar o roteiro, os equipamentos de gravação utilizados, as plataformas para realização das entrevistas remotas e principalmente, para treinar a habilidade e desenvoltura do entrevistador/investigador. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética na Pesquisa – CEP da instituição cujo investigador responsável é vinculado.

Os entrevistados foram escolhidos de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Recrutamento dos Grupos de interesse

Grupo de interesse	**Número de entrevistados**
Catadores de materiais recicláveis integrantes de cooperativas	7
Profissionais e Empresas de Consultoria	5
Representantes de Instituições com programas de coleta seletiva	3
Membros do Poder Público (Prefeitura /Empresa de limpeza pública)	3

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE foi enviado em formato "PDF" aos entrevistados, para que os mesmos assinassem e remetessem uma via assinada e digitalizada ao investigador responsável. As entrevistas foram agendadas previamente com os entrevistados através de um contato inicial no qual, além do convite, foi realizada uma explicação sucinta dos objetivos da pesquisa e da importância da participação de cada entrevistado. Nesse contato inicial, foi dada a oportunidade ao entrevistado de escolher a melhor forma de realizar a entrevista, presencialmente, com todas as medidads de segurança sanitária ou na modalidade remota, além disso, os entrevistados foram consultados sobre a melhor ferramenta a ser utilizada na entrevista, caso fosse realizada na modalidade remota (*Microsoft Teams*, *Zoom*, *Google Meet* ou chamada via telemovel). Todas as entrevistas foram gravadas por, no mínimo, dois equipamentos diferentes, para futura transcrição e análise de dados. A autorização para gravação foi solicitada antes do início das entrevistas, sendo os possíveis participantes consultados e informados sobre a garantia do sigilo das informações, bem como da não identificação de dados pessoais. Os entrevistados foram identificados como "Entrevistado 1", "Entrevistado 2", Entrevistado 3" e assim, sucessivamente. Antes de iniciar as perguntas constantes do roteiro semiestruturado (tabela 1), foram realizados alguns comentários gerais sobre temas da atualidade para quebra do desconforto inicial comum ao início das entrevistas. As impressões sobre cada entrevista, sobre a personalidade de cada entrevistado e observações adicionais percebidas nas "entrelinhas" foram registradas em uma síntese, imediatamente após o término de cada entrevista. Além das perguntas que constam no roteiro de entrevistas (tabela 1), optou-se por realizar perguntas adicionais, sempre que o entrevistador julgasse necessário ou oportuno, como por exemplo, ao perceber que o entrevistado poderia prosseguir com uma resposta e o mesmo a interrompeu sem finalizá-la, o entrevistador instigava o entrevistado a prosseguir, com intervenções do tipo, "fale mais sobre isso", "voltando ao que estávamos falando". Após a realização de 18 entrevistas, já havia informações suficientes para atingir a saturação dos conteúdos. Todas as entrevistas foram realizadas pelo investigador responsável pela pesquisa e ao final de cada uma, foi oferecido ao entrevistado um momento para perguntas e para agradecimento pela participação no estudo, reinterando sua importância para a pesquisa. O entrevistador se comprometeu ainda a divulgar, assim que finalizado, todos os resultados do trabalho aos entrevistados.

Com o objetivo de atrair novos participantes para o estudo, foi solicitado a cada um dos entrevistados a indicação de possíveis atores que se enquadrados no perfil de interesse do estudo, pudessem participar da pesquisa.

Resultados e Discussões

Para a realização das 18 entrevistas, foram consultados e convidados 39 pessoas que cumpriam os critérios de inclusão. Apesar da opção da entrevista ser na modalidade remota, muitos alegaram dificuldades ligadas a Pandemia de COVID 19 como o acesso à internet. No caso dos catadores de materiais recicláveis, a maioria se encontrava em situação bastante complexa nesse periodo de isolamento, uma vez que na cidade foco do estudo, o recebimento e a coleta de material reciclavel foi prejudicada. A empresa pública de limpeza do município alterou as rotas de coleta, para contenção de despesas e muitos estabelecimentos comerciais, onde havia a coleta de material reciclável, ficaram fechados ou com o funcionamento reduzido, causando alterações na cadeia logística de recebimento e coleta de resíduos.

Todos que aceitaram participar optaram por realizar a entrevista na modalidade remota, sendo que seis escolheram usar a plataforma *MS Teams*, nove a Plataforma *Zoom* e três foram feitas por meio de chamada de vídeo pelo aplicativo "*whatsapp*". Em apenas 3 entrevistas houve a necesidade de interrupção por problemas com a conexão de internet. A média de duração dos encontros remotos foi de 40min e não houve nenhuma recusa quanto à gravação.

O emprego das plataformas como *MS Teams* e *Zoom* facilitou a gravação, uma vez que há na própria plataforma um recurso para a gravação do vídeo da entrevista no qual, além das vozes dos participamtes há o registro em vídeo das expressões e comportamentos durante as entrevistas, o que facilita a transcrição das mesmas. Apesar do recurso disponível, em todas as entrevistas foi utilizado um gravador portátil como medida de segurança.

Apesar de não haver a mesma interação que uma entrevista realizada presencialmente, foi possível estabelecer um bom vínculo entre entrevistador e entrevistado, tão necessário para o método qualitativo, garantindo a recolha de dados

prevista. O principal aspecto negativo das entrevistas remotas foi a dificuldade para a assinatura do TCLE. Nas entrevistas presenciais isso é realizado antes do início da entrevista de forma rápida. No entanto, no caso das entrevistas remotas, muitos entrevistados não enviavam o material, tiveram dificuldades em entender como digitalizar a assinatura e outros só enviavam depois de diversos e insistentes pedidos.

Em uma das entrevistas, de forma inusitada, um dos convidados trouxe uma segunda pessoa para ser entrevistada concomitantemente. Por se tratar de uma situação até então inédita para o entrevistador, optou-se por realizar a entrevista com os dois particpantes e transcrever as respostas em separado para futura análise, ciente de que um pode ter influenciado o outro em suas respostas. Apesar de muitos entrevistados disporem de renda mensal abaixo de 3 salários mínimos, todos tinham acesso a aparelho de telefone celular (telemovel) e/ou acesso à computador dotado de pacote de dados de internet compatível com a realização de entrevistas e troca de mensagens. A totalidade dos enrevistados indicou, ao final de cada entrevista, ao menos um outro possível participante, no entanto, muitos declinaram do convite após o contato do pesquisador responsável, sendo que ao final da fase de entrevistas, 39 participantes foram convidados, porém apenas 18 aceitaram participar. Foi possível perceber que apesar da complexidade na assinatura do TCLE, a opção pela entrevista remota foi proveitosa, não apenas pela garantia da integridade física dos participantes que puderam manter o isolamento social, mas também pela otimização dos deslocamentos. Outro fator a ser destacado é a maior facilidade na gravação, pela própria ferramenta tecnológica utilizada na entrevista permitir tal ação. Ainda que não haja na entrevista remota a mesma interação e possibilidade de observação que na entrevista presencial, foi possível verificar, principalmente nas entrevistas cujo vídeo foi disponibilizado pela própria plataforma, aspectos importantes do comportamento dos entrevistados que têm auxiliado na análise dos dados.

Conclusões

A necessidade de isolamento social como forma de evitar a proliferação do virus causador da COVID 19 e consequentemente o aumento do número de casos, fez com que várias atividades precisassem ser modificadas para adaptar-se às condições atuais.

No caso da pesquisa, não foi diferente. A realização de entrevsitas como ferramenta de pesquisa qualitativa precisou ser realizada de forma remota, situação que antes da referida pandemia não tinha sido cogitada. Após essa adequação metodológica, foi possível verificar que apesar de algumas dificuldades, as entrevistas remotas são possíveis de serem executadas atendendo a um espectro muito maior de prováveis interessados, uma vez que pessoas com dificuldade de locomoção, que residem em áreas de difícil acesso, que estão acamadas ou que vivem em outros estados ou até países, podem sim, participar de entrevistas na modalidade remota.

Agradecimentos

O segundo autor agradece o constante apoio do CNPq em suas pesquisas. O segundo e o terceiro autores agradecem o apoio da FAPERJ a seus projetos de pesquisa através da bolsa Cientista do Nosso Estado.

Referências Bibliográficas

AL-KHATIB, I.A.; KONTOGIANNI, S.; NABAA, H. A. *et al*. "Public perception of hazardousness caused by current trends of municipal solid waste management", **Waste Management** v. 36, pp. 323-330, 2015.

BABAZADEH, T., NADRIAN, H., MOSAFERI, M. *et al.* "Challenges in household solid waste separation plan (HSWSP) at source: a qualitative study in Iran", **Environment, Development and Sustainability** v. 22, n. 2, pp. 915-930, 2018.

CHIARIELLO, C.L. "Políticas de saúde coletiva e gestão urbana de resíduos sólidos na fronteira: um estudo de caso em Porto Murtinho-MS", **Revista Videre** v. 10, n. 20, Pp. 88-98, 2018.

DEMAJOROVIC, J.; AUGUSTO, E.E.F.; SOUZA, M.T.S.de. "Logística reversa de reee em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro", **Ambiente & Sociedade** v. 19, n. 2, pp. 119-138, 2016.

GRIPPI, S. **Lixo: reciclagem e sua história**. Rio de Janeiro, Interciencia, 2006.

GUERRERO, L.A.; MASS, G.; HOGLAND, W. "Solid waste management challenges for cities in developing countries", **Waste Management** v. 33, pp. 220–232, 2013.

HARTMANN, C. "Waste picker livelihoods and inclusive neoliberal municipal solid waste management policies: the case of the La Chureca garbage dump site in Managua, Nicaragua", **Waste Management** v. 71, pp. 565-577, 2018.

MINAYO, M.C.S. “Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias”, **Revista Pesquisa Qualitativa** v. 5, n. 7, pp. 01-12, 2017.

MINAYO, M.C.S.; COSTA, A.P. **Técnicas que fazem uso da palavra, do olhar e da empatia: pesquisa qualitativa em ação**. 1 ed. Aveiro, Portugal, Ludomedia, 2019.

MINAYO, M.C.S.; SANCHES, O. “Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade”, **Cadernos de Saúde Pública** v. 9, n. 3, pp. 237-248, 1983.

OKOLI, C.; SCHABRAM, K. “A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research”, **Sprouts: Working Papers on Information Systems** v. 10, n. 26, 2010.

OTENG-ABADIO, M. “Guilty with explanation: rethinking the destiny of landfills in a millennium city in Gana”, **Management of Envoronmental Quality: An International Journal** v. 25, n. 2, pp. 200-215, 2014.

PESSÔA, V.L.S.; RAMIRES, J.C.L; RUCKERT, A.A. (Organizadores). **Pesquisa Qualitativa: Aplicações em Geografia**. Porto Alegre, Imprensa Livre, 2017.

POUPART, J. “A entrevista do tipo qualitativa: considerações epistemológicas, teóricas e metodológicas”. In: POUPART, J. *et al*. **A pesquisa qualitativa**. 3 ed. Petrópolis, Vozes, 2012.

POUPART, J.; DESLAURIERS, J.; GROULX, L. *et al*. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 4 ed. Petrópolis, Vozes, 2018. 464p.

TAQUETTE, S.R.; BORGES, L. **Pesquisa qualitativa para todos**. Petropolis, Vozes, 2020. 206p.

TAQUETTE, S.R.; MONTEIRO, D.L.M. “Causes and consequences of adolescent dating violence: a systematic review”, **Journal of injury & violence research** v. 11, n. 2, pp. 137-147, 2019.

TOMASETTO, S.R.; BRANDALISE, L.T. “Percepção ambiental dos usuários de bandeira em relação ao ciclo de vida do produto”, **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS** v. 7, n. 1, pp. 23-42, 2018.

YAMAZAQUI H.; SLINGSBY B.T.; TAKAHASHI M. *et al*. “Characteristics of qualitative studies in influential journals of general medicine: a critical review”, **BioScience Trends** v. 6, pp. 202-209, 2009.

5.4 DIFICULDADES E DESAFIOS DA COLETA SELETIVA

Este artigo foi preparado após a análise dos dados coletados através das entrevistas realizadas durante o ano de 2020. Maiores detalhes são apresentados no corpo do artigo, mas de antemão, cabe ressaltar que o respectivo manuscrito vem sendo trabalhado há algum tempo por este autor e seus orientadores e coautores. Provavelmente, por ser tratar de um trabalho que empregou um método originalmente pouco utilizado em trabalhos na área de resíduos, método este ainda pouco conhecido por muitos pesquisadores do ramo, o trabalho foi submetido para duas revistas nacionais, sem sequer ter sido encaminhado para a revisão por pares, atualmente, o manuscrito encontra-se em avaliação por uma revista internacional da área de meio ambiente.

Artigo: Dificuldades e desafios da coleta seletiva de resíduos domiciliares numa metrópole brasileira: estudo qualitativo

Resumo: Buscou-se neste trabalho analisar as principais dificuldades para implantação e manutenção da coleta seletiva de resíduos numa metrópole brasileira com mais de 1 milhão de habitantes. Para tanto, foi utilizado método qualitativo por meio de entrevistas em profundidade com 18 profissionais que atuam na área de coleta seletiva: funcionários de órgão da prefeitura responsável pela limpeza pública, catadores autônomos de materiais recicláveis e profissionais ligados a instituições que realizam coleta seletiva. As entrevistas foram gravadas e os dados submetidos à análise de conteúdo. Os resultados demonstraram a falta de gestão do processo pelo poder público evidenciada pelas seguintes dificuldades: baixa eficiência e limitada abrangência; má separação dos resíduos na fonte; distorções na cadeia logística de coleta seletiva e na distribuição dos resíduos pelas cooperativas; elevada informalidade, precariedade do trabalho e baixa remuneração dos catadores; presença de atravessadores e corrupção no sistema; e capacidade ociosa das cooperativas e órgãos públicos. Constataram-se divergências na percepção dos diversos atores no processo de coleta seletiva: para os catadores e os consultores, a atuação das cooperativas seria uma possível solução para melhoria da eficiência da coleta seletiva, enquanto para os funcionários públicos do ramo, os catadores constituem-se num dos problemas no processo. Concluiu-se que para superação das dificuldades na coleta seletiva e para que ela seja mais efetiva há

necessidade de aperfeiçoamento da gestão do processo pelo poder público com maior transparência e integração entre os diversos atores envolvidos, educação da população, melhores condições de trabalho e remuneração para os catadores, entre outros.

Palavras-chave: coleta seletiva; catadores; funcionários públicos; método qualitativo.

Introdução

As deficiências nos sistemas de gerenciamento de resíduos geram danos ao meio ambiente e à saúde pública, o que fica evidente em especial nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos. De 1900 a 2015, a humanidade extraiu do planeta um total de 3400 Gigatoneladas (Gt) de Biomassa, combustíveis fósseis, minérios e minerais. Desse montante de recursos naturais, 73% foram devolvidos ao ambiente na forma de resíduos (sólida, líquida ou gasosa) (KRAUSMANN *et al*. 2018). Grande parte dos resíduos gerados no mundo tem potencial para reutilização ou reciclagem. Em 2016, foram produzidas mais de 0,45 Gigatoneladas (Gt) de Resíduos Eletrônicos no mundo, sendo que menos de 20% foram reutilizados através de métodos eficientes e ambientalmente seguros (BALDE *et al*. 2017; KUEHR, 2019). O lixo municipal em países de renda baixa e média é composto predominantemente por restos de alimentos, enquanto nos países de renda alta, os resíduos são predominantemente secos, como plásticos, papel, metal e vidros (KAZA *et al*. 2018). Tanto a matéria orgânica quanto os resíduos secos possuem elevado potencial de reciclagem.

Os problemas da gestão de resíduos nos países em desenvolvimento compreendem entre outros pequena área de cobertura, deficiências na coleta, despejos a céu aberto e manejo informal (SIMATELE *et al*., 2017; SHAMS *et al*., 2017).

No Brasil, a qualidade da gestão dos resíduos é ruim, devido a diversos aspectos como: frequente despreparo do pessoal encarregado do assunto nos órgãos públicos, falhas na cobrança e estabelecimento de taxas pelo poder público, problemas na coleta e no transporte, presença em grande escala de catadores informais, frequente disposição irregular do lixo, cobertura e periodicidade de coleta inadequadas, baixos índices de reciclagem (MARSHALL & FARAHBAKHSH, 2013; CHAVES *et al*., 2014; JABBOUR *et al*., 2014).

Em média, o Brasil recupera aproximadamente 2,2% do total de resíduos domiciliares e de limpeza pública coletados (exceto matéria orgânica e rejeitos). Para um país onde quase 40% dos municípios declaram ter alguma inciativa de coleta seletiva, recuperar apenas 2,2% e levar à compostagem 1,8% dos resíduos coletados é muito pouco e estes números não se alteram há anos. As baixas taxas de recuperação de resíduos no Brasil condizem com a maioria dos países em desenvolvimento (CETRULO *et al*., 2018). Sem uma coleta seletiva eficiente, não é possível obter bons índices de recuperação de resíduos, tendo em vista que uma das causas do baixo índice de recuperação nos países em desenvolvimento são as dificuldades da separação eficiente do lixo nas residências (SIMATELE *et al*., 2017; ALMEIDA & MOL, 2020).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, instituída através da Lei 12.305 de 2010, prevê diretrizes, instrumentos e objetivos relacionados à coleta seletiva e aumento dos índices de reciclagem através da inclusão dos catadores na cadeia produtiva.

A coleta seletiva constitui uma das fases do processo de gerenciamento de material reciclável, tendo início com a segregação do lixo nas residências, órgãos públicos e em empresas privadas, em categorias (metal/papel/vidro/plástico, seco/molhado, reciclável/não reciclável, orgânico/inorgânico) para posterior disposição nos logradouros públicos, nas testadas dos imóveis ou em Postos de Entrega Voluntária – PEVs. No Brasil, mais de 1000 municípios possuem algum tipo de coleta seletiva (CEMPRE, 2016), sendo que em quase todos, há a participação ativa de catadores formais e informais.

Diante do exposto, surge o questionamento do motivo das taxas de recuperação dos resíduos no Brasil serem tão baixas, apesar da ter desde o ano 2010 uma Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS? Este estudo busca entender esse insucesso, por meio da análise da percepção dos atores envolvidos no ciclo da coleta seletiva de resíduos sólidos.

Materiais e Métodos

As questões relativas à gestão de resíduos, dentre as quais se encontra a coleta seletiva, envolvem aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais, regulatórios e

ambientais. (GUERRERO *et al*. 2013). Por se tratar de um problema amplo, cresce de importância o emprego de métodos de pesquisa de natureza qualitativa até aqui não aplicados. Os métodos qualitativos também denominados por alguns de compreensivos, pois visam a compreensão mais aprofundada dos fenômenos vêm se mostrando ferramentas eficazes para a investigação de fenômenos complexos, cujo objetivo é compreendê-lo e não apenas medi-lo, como é o caso da coleta seletiva de resíduos. Utilizados há mais de um século em pesquisas nas áreas das ciências humanas e sociais, os métodos qualitativos vêm sendo utilizados em áreas como ciências da saúde, educação, administração e até nas engenharias (PESSOA *et al*., 2017; POUPART *et al.* 2018; TAQUETTE & BORGES, 2020).

Caracterização do Local de Estudo

A cidade foco do estudo possui mais de 1 milhão de habitantes, apresenta elevada diversidade cultural, étnica, regional e principalmente social, características que fazem do fenômeno da coleta seletiva algo ainda mais complexo. A coleta seletiva na cidade foco do estudo iniciou-se na década de 1990 com uma iniciativa pontual em um bairro predominantemente residencial, pela cooperativa de catadores do bairro. No entanto, o programa oficial de coleta seletiva na respectiva cidade foi lançado em 2002 através de um projeto piloto em um dos bairros mais nobres e tradicionais da cidade. Atualmente, o sistema de coleta seletiva da cidade funciona com a participação da Empresa Municipal de limpeza pública e dos catadores de recicláveis formais e informais. A Empresa Municipal de Limpeza Pública realiza teoricamente a coleta seletiva dos materiais recicláveis, seja na modalidade porta-a-porta, seja nos Postos de Entrega Voluntária – PEVs (BAPTISTA, 2015) e disponibiliza o material para as cooperativas de catadores, havendo atualmente 23 cadastradas. Segundo informações oficiais da cidade, as cooperativas realizam a triagem, separação por tipo e preparação do material para a comercialização (enfardamento, pesagem, amarração, identificação) (BAPTISTA ,2015).

Instrumentos de coleta e dados

Optou-se pela utilização das entrevistas individuais como principal instrumento de coleta de dados. A entrevista é um instrumento privilegiado para que o investigador

conheça, na perspectiva dos atores envolvidos, o sentido que eles mesmos conferem a suas ações (POUPART *et al*., 2018; TAQUETTE & BORGES, 2020). A entrevista realizada foi do tipo semiestruturada, com roteiro composto por duas partes, sendo a primeira com perguntas diretas para traçar o perfil sociográfico dos entrevistados e a atuação de cada um na coleta seletiva. A segunda parte continha perguntas abertas para se conhecer a percepção dos entrevistados acerca da coleta seletiva, como deve ser e é de fato feita, suas barreiras e desafios.

Entre os meses de maio de 2020 e janeiro de 2021 foram realizadas 18 entrevistas com os diversos tipos de atores envolvidos na atividade de coleta seletiva na cidade do foco do estudo, divididos em 4 grupos de interesse, conforme o Quadro 1. As entrevistas individuais foram realizadas na modalidade remota devido ao período de isolamento social da Pandemia de COVID 19, respeitando-se a confidencialidade e autonomia do participante. Foram utilizadas as plataformas *Microsoft Teams, Google Meet e Zoom e aplicativo whatsapp.*

Critério Amostral

Segundo MINAYO (2017) "nas pesquisas qualitativas, as amostras não devem ser pensadas por quantidade e nem precisam ser sistemáticas". Quando um indivíduo fala sobre algum tema, ainda que em uma entrevista individual, este não fala apenas por si, mas também pelo grupo social ao qual pertence, refletindo opiniões, valores e crenças comuns aos demais indivíduos de seu grupo social. Alguns pesquisadores empregam o termo saturação para se referirem a um momento no trabalho de campo em que a coleta de novos dados não traria mais esclarecimentos para o objeto estudado (MINAYO, 2017). Optou-se no presente trabalho pela utilização do critério de saturação para definição do espaço amostral da pesquisa. De acordo com este critério, a amostra em pesquisa qualitativa não é definida previamente e sim, a partir das informações encontradas pelo pesquisador em campo. Ao sentir que os resultados são suficientes para a compreensão do fenômeno, o pesquisador dá por "saturada" a amostra. Segundo MINAYO (2017, p.5) "nas pesquisas qualitativas, as amostras não devem ser pensadas por quantidade e nem precisam ser sistemáticas".

Quadro 1: Entrevistados por grupos de interesse

Grupo de interesse	Número de entrevistados
Catadores de materiais recicláveis integrantes de cooperativas	7
Profissionais Liberais e Empresas de Consultoria que atuam na Coleta Seletiva	5
Representantes de Instituições Públicas e Privadas que possuem programas de coleta seletiva	3
Membros do Poder Público (Prefeitura /Empresa de limpeza pública)	3

Registro e análise dos dados

As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas na íntegra. Foi utilizada a técnica de análise de conteúdo dos dados. Esta técnica visa obter, por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção das mensagens, baseando-se na contagem das frequências da aparição de características nos conteúdos das entrevistas e na compreensão do significado delas (TAQUETTE & BORGES, 2020). Foram seguidos os seguintes passos: leitura e releitura dos dados textuais para se ter noção do todo e das particularidades, identificação de convergências e divergências entre as narrativas em busca do significado das falas dos entrevistados, classificação dos dados tendo em vista responder aos objetivos do estudo e síntese interpretativa em diálogo com a literatura.

Aspectos Éticos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética na Pesquisa – CEP da instituição cujo investigador responsável é vinculado, por meio do Parecer número 4.434.856/2020 e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre esclarecido.

Resultados e discussões

No grupo de entrevistados denominado “Catadores de materiais recicláveis”, houve uma predominância de mulheres com idades entre 30 e 65 anos e renda mensal média de três salários mínimos. A maioria dos catadores entrevistados era da raça/cor negra, casados (as) ou viúvos (as). Quanto ao nível de escolaridade, a maior parte concluiu apenas o Ensino Fundamental. Os dados sociais dos catadores participantes se assemelham aos estudos de outros autores realizados na mesma cidade (ESTEVES, 2015; IPEA, 2012).

Nos demais grupos entrevistados, todos tinham escolaridade superior e pós-graduação, renda mensal entre três e 12 salários mínimos, eram brancos e residiam em bairros de população de maior poder aquisitivo.

A análise dos dados textuais deu origem a três categorias classificatórias: conceito de coleta seletiva, como ela é feita e quais os obstáculos. Algumas categorias foram subdivididas em face da complexidade e multiplicidade das informações encontradas.

Conceito de Coleta Seletiva

No grupo dos catadores, houve grande variação nas respostas. Verificou-se a recorrência de ideias voltadas para a valorização do trabalho dos catadores, através da presença de termos como “gerar valor ao resíduo”, “trabalho e renda” e “serviços prestados pelos catadores”. Dois dos sete entrevistados responderam de forma mais alinhada com a conceituação técnica utilizada, usando termos como “segregação na fonte” e “descarte correto”. Em uma das respostas, chama a atenção à necessidade de ampliação do serviço. **“*A coleta seletiva para mim, né, é o descarte correto dos materiais...é só separar o orgânico do reciclável.... Todo mundo deveria ter acesso a esse tipo de coleta, lá na cooperativa nós recebemos caminhões da coleta seletiva, mas são muito poucos bairros que a Empresa de limpeza pública engloba*”** (Entrevistada 5, catadora). Outra questão importante levantada já no conceito de coleta seletiva foi a necessidade de um tratamento diferenciado dado à coleta seletiva realizada pelo pequeno em relação ao grande gerador. **“*Ah, coleta seletiva para mim é a segregação na fonte, no gerador, eu tenho propostas completamente diferentes quando falo de empresa e quando trato da geração doméstica*”** (Entrevistada 4, catadora).

Para os profissionais que prestam consultorias na área, o conceito de coleta seletiva foi mais uniforme. Quase todos os entrevistados desse grupo transmitiram a ideia de separação dos resíduos na fonte para reaproveitamento futuro através da reinserção dos resíduos na cadeia produtiva. Destaca-se a resposta de um dos entrevistados que citou a questão legal da preferência dos catadores para a execução da coleta seletiva e responsabilidade do ente estatal. **"*Tem o conceito legal.....o ente público é o responsável por isso, a coleta seletiva tem que priorizar a participação dos catadores, se tem uma cooperativa no município, ela tem que ser contratada*"** (Entrevistado 11, consultor na área de resíduos).

Nos grupos das Instituições que fazem coleta seletiva e do Poder Público/Empresa de limpeza pública, a conceituação de coleta seletiva foi bem similar ao grupo anterior. A maioria dos entrevistados definiu a coleta seletiva como a separação do resíduo na fonte, segregação de parcelas aproveitáveis, coleta de materiais que foram previamente separados, etc.

Um dos entrevistados da Empresa de limpeza pública referiu-se à coleta seletiva como um sonho: através dessa fala, foi possível perceber a visão do profissional, como se esse "sonho" estivesse longe de ser atingido. **"*É uma coisa que todo mundo deseja é que haja essa coleta seletiva, separar os resíduos na fonte é o sonho de todo mundo que trabalha com resíduos, porque o grande problema para aproveitar os resíduos é essa heterogeneidade*"** (Entrevistado 16, funcionário da Empresa de limpeza pública).

Entre todos os grupos entrevistados, não há consenso quanto ao nível de separação que deve atingir a coleta seletiva. As próprias normas legais são divergentes quanto a isso. A Resolução número 275 de 2001 do Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente prevê a separação do lixo em categorias como plástico, vidro, madeira, papel, metal, etc. Já a Resolução número 55 de 2013 do Conselho Estadual de Meio Ambiente do estado do Rio de Janeiro (CONEMA), prevê a separação em apenas 3 grupos: orgânicos, recicláveis e rejeitos. Assim como no arcabouço normativo não há consenso, na literatura sobre a coleta seletiva, encontram-se várias definições diferentes (BELTRAME & LHAMBY, 2013) Notou-se ainda, pelos dados levantados nas entrevistas, uma certa confusão no uso dos termos coleta seletiva, triagem e reciclagem. Contudo, tratam-se em verdade, de três processos distintos.

Como é realizada a coleta seletiva na cidade foco do estudo

Por parte do grupo dos catadores de materiais recicláveis, a avaliação da coleta seletiva realizada na cidade foco do estudo foi ruim. Houve uma recorrência grande de termos com conotação negativa. As falas abaixo exemplificam a visão dos catadores.

"Nossa cidade é um município que é contra a coleta seletiva, eles fazem para inglês ver. A finalidade não é fazer coleta seletiva, é que chegue um maior número de lixo no aterro, porque a empresa que trata disso ela praticamente domina e o faturamento não vem da coleta seletiva, vem do peso...para eles tanto faz se vai enterrar plástico" (Entrevistado 6, catador há 20 anos).

A visão dos profissionais de consultoria na área de coleta seletiva é tão negativa quanto a dos catadores. Na impressão destes profissionais, a coleta seletiva realizada não é efetiva, está mal estruturada, mal organizada e é estimulada pela pobreza.

"A empresa de limpeza pública da nossa cidade é uma empresa de logística e não de gestão de resíduos, para eles tanto faz se a gente manda misturado ou separado, se vai tudo para o um ponto de separação ou o aterro sanitário final" (em referência ao aterro sanitário e estação de triagem, respectivamente) (Entrevistada 17, consultora na área de resíduos). ***"A coleta é ruim porque há vários atores atuando de forma independente, ela não é feita de forma organizada"*** (Entrevistado 9, consultor na área de coleta seletiva).

Por parte do Poder Público/Empresa de limpeza pública e instituições que realizam coleta seletiva em larga escala, a avaliação também é ruim, sendo quase uma unanimidade entre todos os entrevistados, independente do grupo. ***"....a coleta seletiva é feita de forma muito ruim, muito precária....existe mais uma iniciativa de marketing do que uma efetividade no processo"*** (Entrevistado 18, trabalha há 30 anos na Empresa de limpeza pública). Os dados sobre a avaliação da coleta seletiva no município foco do estudo estão em consonância com os resultados de estudos anteriores realizados na mesma cidade (BAPTISTA, 2015). DUTRA *et al*. (2018), em um estudo de caso, avaliaram o desempenho de 16 cidades Brasileiras quanto a coleta seletiva: concluíram que 17% das localidades tem desempenho médio em coleta seletiva e 82% apresentaram eficiência muito baixa. Muitas das cidades brasileiras enfrentam dificuldades na coleta

seletiva relacionadas à estrutura física, segurança em trabalho, etc., o que pode limitar a atuação na cadeia de reciclagem. (FIDELIS & COLMENERO, 2018).

Obstáculos e dificuldades da Coleta Seletiva na Cidade foco do estudo

Foi possível observar diversas dificuldades e obstáculos da coleta seletiva na cidade foco do estudo. Para melhor análise e apresentação, estas foram divididas em quatro subcategorias ou subgrupos com o objetivo de sintetizá-las e chamar a atenção para os aspectos mais importantes.

Obstáculos relacionados à ação do Poder Público/Governança.

As dificuldades que o poder público municipal tem em gerenciar de forma adequada a coleta seletiva ficaram evidentes no presente estudo. Quanto à abrangência da coleta seletiva, para os entrevistados, a coleta seletiva formal na cidade foco do estudo ainda não abrange uma quantidade de bairros considerável, o que dificulta a melhoria da eficiência e o ganho em escala do serviço. ***"Só para você ter uma ideia, essa cooperativa aqui, ela coleta mais do que toda a Empresa de limpeza pública"*** (Entrevistado 18, trabalha há 30 anos na Empresa de limpeza pública). Além da baixa abrangência espacial da coleta seletiva, constatou-se que se coleta pouco do resíduo com potencial de reciclagem. ***"Infelizmente, pelos dados que eu tenho, a prefeitura coleta menos de 10% do material que poderia ser coletado"*** (Entrevistada 2, representante de uma Instituição Pública que realiza a coleta seletiva). A questão da corrupção, apesar de sensível e pouco abordada nos estudos acadêmicos na área dos resíduos sólidos, mostrou-se presente em muitos dos relatos analisados. ***"A Empresa de limpeza pública não quer que as cooperativas coletem diretamente o resíduo, que sairia mais barato, porque eles têm um contrato milionário com uma empresa famosa de construção que é quem aluga os caminhões para a Empresa de limpeza pública. Essa mesma empresa financia campanha dos políticos do Rio".*** (Entrevistado 6, catador há 20 anos). Outro obstáculo evidente foi a tentativa malsucedida de copiar modelos de outros países. A coleta seletiva é realizada há muito mais tempo por outros países, principalmente pelos desenvolvidos, mas simplesmente copiar o modelo ou algumas técnicas que deram certo nesses países, sem a devida adaptação à nossa realidade, foi apontado pelos entrevistados como um obstáculo.

Obstáculos relacionados ao engajamento e educação da população.

Foi possível constatar que na percepção dos entrevistados, há problemas na segregação dos resíduos na fonte geradora que são um obstáculo para a coleta seletiva. ***"Eu acho que a matéria orgânica é o grande vilão no que diz respeito à separação na fonte"*** (Entrevistado 18, trabalha há 30 anos na Empresa de limpeza pública). Verificou-se ainda que, um fator importante para a melhoria da segregação dos resíduos na fonte é a sensibilização da população e a educação ambiental. ***"Só com muita educação ambiental por parte do Poder Público chegando na porta das pessoas"*** (Entrevistada 8, consultora na área de resíduos). ***"Engajamento....as pessoas adoram fazer ação social, catar lixinho na praia, tirar foto, mas o difícil é fazer coleta seletiva todo o dia".*** (Entrevistada 4, catadora)

Obstáculos relacionados à atuação de catadores e atravessadores.

Por dificuldades na gestão das cooperativas e pela ausência de regulação por parte do poder público, os atravessadores exercem um papel que causa distorções no mercado de venda dos produtos coletados e processados para as usinas de reciclagem. Os atravessadores ficam com a quase totalidade dos lucros, sendo que o trabalho principal fica por conta dos catadores. ***"Você tem essa cadeia de coletores e intermediários que seriam os atravessadores que compram o material coletado, pagam pouco e ficam com o lucro maior"*** (Entrevistado 7, servidor da prefeitura da cidade foco do estudo). Algumas dificuldades dos catadores são, dentre outras, as péssimas condições de trabalho e renda, problemas com alcoolismo, más condições de saúde e segurança do trabalho e falta de preparo técnico profissional. Percebe-se que a atividade dos catadores ainda é vista pelo poder público como uma questão social e não como uma questão de prestação de serviço público, como acaba ocorrendo na realidade. ***"Nas cooperativas de catadores, geralmente tem gente com muitos problemas, moradores de rua, alcoólatras, pessoas que não tem família e a gestão é feita por alguém mais esperto que fica com todo o dinheiro e some"*** (Entrevistado 16, mais de 30 anos de experiência na área). Embora a visão de muitos entrevistados seja de que os catadores precisam de treinamento e ajuda para solucionar as diversas dificuldades socioeconômicas que enfrentam, na percepção dos participantes da pesquisa, os catadores têm um grande potencial e uma importância indiscutível para a sociedade. ***"Muita gente acha que o***

catador, por ser o cara que não sabe ler nem escrever, não tem nada para entregar, mas quem sabe como fazer a coleta seletiva são os catadores e fazem de graça" (Entrevistada 4, catadora).

Obstáculos Logísticos Financeiros

Uma afirmação recorrente é quanto ao custo da coleta seletiva. No entanto, foi possível constatar que o elevado custo da coleta seletiva é fruto de distorções e inconsistências no processo. ***"Os caminhões são caros e coletam muito pouco, você pega um caminhão que deveria carregar 10 toneladas e ele carrega, às vezes, 500kg"*** (Entrevistado 18, há 30 anos na Empresa de limpeza pública). ***"O material coletado no bairro X vai lá para uma Estação de Transferência para ser pesado bem longe, porque no bairro X não tem balança rodoviária. A cooperativa do bairro X recebe material coletado do bairro Y....é por isso que a gente fica nesse "pesadelo logístico" que custa caríssimo"*** (Entrevistada 12, consultora de coleta seletiva). ***"A maioria das cooperativas hoje está ociosa e não processa mais porque recebe pouco material".*** (Entrevistada 4, catadora)

O ganho com a venda do material reciclável é a única fonte de renda das cooperativas, tanto para pagamento dos cooperados, quanto para o investimento em infraestrutura. ***"A receita da venda do material reciclável não cobre os custos operacionais. Eu conheço quase todas as cooperativas da cidade e são poucas as que conseguem ter uma renda superior a um salário mínimo."*** (Entrevistado 11, consultor na área de resíduos).

O problema da baixa cobertura da coleta seletiva nos países em desenvolvimento foi abordado por HENRY *et al*. (2006), AGAMUTHU *et al*. (2009) e MANAF *et al*. (2009). Diversos estudos demonstraram as dificuldades da população em segregar corretamente os resíduos na fonte geradora e as consequências ruins dessa má separação para a coleta seletiva, GUERRERO *et al*. (2013), TROSCHINETZ e MIHELCIC (2009) e CAMPOS (2014). Os "desvios" de materiais recicláveis do sistema formal, pelos catadores informais, foram relatados por MARSHALL e FARAHBAKHSH (2013), CHAVES *et al*. (2014) e por JABBOUR *et al*. (2014). TROSCHINETZ e MIHELCIC (2009) e GUERRERO *et al*. (2013) relataram ainda as dificuldades enfrentadas pelas

cooperativas de catadores, como a falta de treinamento adequado. Diversos estudos mostram a importância da sustentabilidade econômica através da cobrança mais justa e adequada das taxas referentes aos serviços de manejo de resíduos (MARSHALL e FARAHBAKHSH, 2013; CETRULO *et al*., 2018). As dificuldades ligadas a ação dos catadores informais e atravessadores que geram diversas distorções na cadeia de coleta seletiva foram apontadas por WILSON *et al.* (2006), ASIM *et al*. (2012), SASAKI e ARAKI, 2014 e CAMPOS (2014). FIDELIS *et al*. (2020) apontaram para a necessidade de maior integração entre as cooperativas de catadores e os centros de reciclagem. FIDELIS *et al*. (2020) relataram ainda a baixa remuneração dos catadores pelos serviços prestados, pouca eficiência e predominância de técnicas de manejo de resíduos sem tecnologia agregada (manuais) por parte das cooperativas.

Conclusão

Através deste trabalho foi possível conhecer as principais dificuldades e obstáculos da coleta seletiva de resíduos na cidade foco do estudo. Apesar de limitado à percepção de atores da cadeia da coleta seletiva de uma cidade de grande porte, o estudo traz informações acerca de detalhes do processo de coleta seletiva, que não poderiam ser obtidos sem a abordagem compreensiva do problema e que servem como subsídios às políticas públicas para o setor. As entrevistas evidenciaram que de forma geral, a má gestão, a falta de um planejamento e monitoramento das diversas etapas pelo poder público a quem é atribuída esta responsabilidade, aliados à corrupção, são as causas principais dos problemas da coleta seletiva no município estudado e provavelmente, em outras cidades de grande porte com as mesmas características.

Espera-se com o presente trabalho contribuir para a melhoria da coleta seletiva nas cidades brasileiras, principalmente as de grande porte. Restou demonstrado a necessidade de políticas públicas para maior conscientização, engajamento e educação da população, treinamento e proteção social aos catadores com melhorias das condições de trabalho, apoio às cooperativas, além de uma logística eficiente do transporte dos recicláveis para as Estações de Triagem, Separação e Usinas de reciclagem.

Referências Bibliográficas

AGAMUTHU, P.; KHIDZIR, K.M.; HAMID, F.S. “Drivers of sustainable waste management in Asia”, **Waste Management Res** v.27, pp. 625-633, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0734242X09103191>. Acesso em: 25 de junho de 2021

ALMEIDA, C.M.C.D.; MOL, M.P.G. (2020). “Avaliação da coleta seletiva no município de Belo Horizonte, Brasil”, **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica** v. 13, n. 3, pp. 1032-1047, 2020.

ASIM, M.; BATOOL, S.A.; CHAUDHRY, M.N. “Scavengers and their role in the recycling of waste in Southwestern Lahore”, **Resour. Conserv. Recycl**, v. 58, pp. 152–162, 2012.

BALDE, C.P.; FORTI, V.; GRAY, V. *et al*. **The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows and Resources**. Bonn, Genebra e Viena, Universidade das Nações Unidas (UNU), Telecomunicação Internacional Union (ITU) e International Solid Waste Association (ISWA), 2017. Disponível em: <https://doi:10.1016/j.proci.2014.05.148.64>. Acesso em: 25 de junho de 2021

BAPTISTA, V.F. “As políticas públicas de Coleta Seletiva no município do Rio de Janeiro: onde e como estão as cooperativas de catadores de materiais recicláveis?” **Revista de Administração Pública**, v. 49. N. 1, jan/fev. 2015.

BELTRAME, T.F.; LHAMBY, A. (2013). “Coleta seletiva: percepção e conhecimento sobre o tema–uma pesquisa exploratória”, **Revista Monografias Ambientais** v. 12, n. 12, pp. 2674-2679, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cidades sustentáveis**. Brasília: MS, 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadoresdemateriaisreciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>. Acesso em: 20 jan. 2018.

CAMPOS, H.K.T. “Recycling in Brazil: challenges and prospects”, **Resour. Conserv. Recycl** v. 85, pp. 130-138, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.017>. Acesso em:30 de junho de 2021

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Pesquisa Ciclosoft 2016.** Disponível em: <www.cempre.org.br>/. Acesso em: 22 mai. 2020.

CETRULO, T. B.; MARQUES, R.C; CETRULO, N.M. *et al*. “Effectiveness of solid waste policies in developing countries: a case study in Brazil”, **Journal of Cleaner Production** v. 205, p.179-187, 2018.

CHAVES, G.L.D.; SANTOS, J.L.; ROCHA, S.M.S. “The challenges for solid waste management in accordance with Agenda 21: a Brazilian case review”, **Waste Management & Research** v. 32, pp. 19-31, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0734242X14541987>. Acesso em: 02 de agosto de 2021

DUTRA R.M.; YMANE, L.H.; SIMAN, R.R. (2018). “Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers' organizations: a case study of 16 Brazilian cities”, **Waste Management** v. 77, pp. 50-58, 2018.

ESTEVES, R. A. “A indústria do resíduo: perfil das cooperativas de reciclagem e dos catadores de resíduos no estado do Rio de Janeiro”, **Revista Monografias Ambientais** v. 1, pp. 86-99, 2015.

FIDELIS, R.; COLMENERO, J.C. (2018). “Evaluating the performance of recycling cooperatives in their operational activities in the recycling chain”, **Resources, Conservation and Recycling** v. 130, pp. 152-163, 2018.

FIDELIS, R.; MARCO, A.; ANTUNES, L.C. *et al*. (2020). “Socio-productive inclusion of scavengers in municipal solid waste management in Brazil: practices, paradigms and future prospects”, **Resources, Conservation and Recycling** v. 154, 2020.

GUERRERO, L.A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. “Solid waste management challenges for cities in developing countries”, **Waste Management** v. 33, pp. 220–232, 2013.

HENRY, R.K., YOUNGSHENG, Z., JUN, D. “Municipal solid waste management challenges in developing countries: kenyan case study”, **Waste Management** v. 26, pp. 92-100, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.03.007>. Acesso em: 01 de março de 2021

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico sobre catadores de resíduos sólidos**. Brasília, Ipea, 2012. Disponível em: <https://www.silvaporto.com.br/wpcontent/uploads/2017/09/DIAGNOSTICO_CATADORES_BRASIL_IPEA_2012.pdf>. Acesso em: 10 abril 2021.

JABBOUR, A.B.L.S.; JABBOUR, C.J.C.; SARJIS, J. *et al*. “Brazil's new national policy on solid waste: challenges and opportunities”, **Clean Technol. Environ. Policy** v.16, pp. 7-9, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10098-013-0600-z>. Acesso em: 10 de abril de 2021

KAZA, S.; YAO, L.C.; BHADA-TATA, P. *et al*. **What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050**. Urban Development, Washington, DC, World Bank, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Acesso em 05 de maio de 2021.

KRAUSMANN, F.; LAUK, C.; HAAS, W. *et al*. “From resource extraction to outflows of wastes and emissions: the socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015”, **Glob. Environ. Chang** v. 52, pp.131–140, 2018.

KUEHR, R. (2019) “Waste Electrical and Electronic Equipment”, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815060-3.00025-6>. Acesso em: Acesso em: 10 de junho de 2021.

MANAF, L.A.; SAMAH, M.A.A.; ZUKKI, N.I.M. “Municipal solid waste management in Malaysia: practices and challenges”, **Waste Management** v. 29, pp. 2902 -2906, 2009. Disponível em: <https:// doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.015>. Acesso em:30 de outubro de 2020.

MARSHALL, R.E., FARAHBAKHSH, K. “Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries”, **Waste Management** v. 33, pp. 988-1003, 2013. Disponível em: <https://doi. org/10.1016/j.wasman.2012.12.023>. Acesso em: 20 de dezembro de 2020

MINAYO, M.C.S. “Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias”, **Revista Pesquisa Qualitativa** v. 5, n. 7, pp. 01-12, 2017.

PESSÔA, V.L.S., RAMIRES, J.C.L., RUCKERT, A.A. (Organizadores). **Pesquisa Qualitativa: aplicações em Geografia**. Porto Alegre, Imprensa Livre, 2017.

POUPART, J.; DESLAURIERS, J.; GROULX, L. *et al*. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 4 ed. Petrópolis, Vozes, 2018. 464p.

SASAKI, S.; ARAKI, T. “Estimating the possible range of recycling rates achieved by dump waste pickers: the case of Bantar Gebang in Indonesia”, **Waste Management and Research**. v. 32, n. 6, pp.51–57, 2014.

SHAMS, S.; SAHU, J.N.; RAHMAN, S.M.S. *et al*. “Sustainable waste management policy in Bangladesh for reduction of greenhouse gases”, **Sustain. Citie. Soc**. v. 33, pp. 18-26, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.008>. Acesso em: 25 de janeiro de 20221.

SIMATELE, D.M.; DLAMINI, S.; KUBANZA, N.S. “From informality to formality: perspectives on the challenges of integrating solid waste management into the urban development and planning policy in Johannesburg, South Africa”, **Habitat International** v. 63, pp. 122-130, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.03.018>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021

TAQUETTE, S.R.; BORGES, L. **Pesquisa qualitativa para todos**. Petrópolis, Vozes, 2020. 206p.

TROSCHINETZ, A.M.; MIHELCIC, J.R. “Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries”. **Waste Management**. v. 29, pp. 915-923, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10. 1016/j.wasman.2008.04.016>. Acesso em: 08 de março de 2021.

WILSON, D.C.; VELLIS, C.; CHEESEMAN, C. “Role of informal sector recycling in waste management in developing countries”, **Habitat International** v. 30, n. 4, pp.797–808, 2006.

6 CONCLUSÕES

Tendo em vista que o presente trabalho foi organizado no formato de artigos científicos e cada um dos artigos já possui suas conclusões específicas, nesse tópico são apresentadas as conclusões do trabalho com um todo, considerando toda a produção ao longo da pesquisa.

Foi possível observar através da revisão sistemática da literatura que o método qualitativo tem elevado potencial de emprego nos estudos relativos aos resíduos. No entanto, ainda há uma grande quantidade de trabalhos nessa área que afirmam utilizar o método qualitativo, sem verificarem as devidas formalidades, como a descrição das ferramentas de pesquisa empregadas, a técnica de análise de dados, o cumprimento dos requisitos éticos e outros critérios inerentes ao método.

Conclui-se ainda que há grande dificuldade na obtenção de dados oficiais acerca dos resíduos no Brasil, uma vez que muitos sistemas de informação apresentam inconsistências, conforme foi demonstrado no capítulo 5 (item 5.2). No entanto, os métodos quantitativos permitem a aplicação de ferramentas úteis, possibilitando a obtenção de conclusões relevantes. Tanto o método qualitativo, quanto o quantitativo, possuem vantagens e desvantagens. Trata-se de abordagens metodológicas distintas que permitem conclusões igualmente distintas, sendo assim, o emprego dos métodos qualitativos e quantitativos não se mostram excludentes e sim complementares.

Com relação aos principais obstáculos para a implantação e manutenção da coleta seletiva de resíduos domiciliares, foi possível constatar que a má gestão, a falta de um planejamento e monitoramento das diversas etapas pelo poder público a quem é atribuída esta responsabilidade, aliados à corrupção, são as causas principais dos problemas da coleta seletiva no município estudado e provavelmente, em outras cidades de grande porte com as mesmas características. Além disso, verificou-se que a visão dos diversos autores envolvidos no processo de coleta seletiva é diferente em diversos aspectos, conforme mostrado no capítulo 5 (item 5.4), a depender da origem, do campo de atuação e do perfil de cada ator. De acordo com os relatos das entrevistas, para os representantes do Poder Público, os catadores são um problema para a coleta seletiva, já os catadores se veem como uma solução para o problema.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O trabalho de pesquisa científica, independente da área de atuação e das ferramentas usadas, não traz apenas respostas aos questionamentos e hipóteses iniciais, ainda mais um trabalho acerca de um tema complexo como é a gestão de resíduos que por envolver aspectos não só técnicos e de engenharia, mas como também culturais, econômicos, sociais e legais. O método qualitativo, quando empregado, não tem por objetivo resolver o problema e sim, conhecer o fenômeno estudado. Dito isso, sugere-se alguns temas relevantes para trabalhos futuros, como por exemplo:

i) Empregar outras ferramentas do método qualitativo em estudos na área de resíduos como o Grupo Focal e a Observação Participante;
ii) Utilizar métodos qualitativos para estudar outros fenômenos ligados à gestão dos resíduos, como a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE);
iii) Utilizar o método qualitativo em outras pesquisas na área de resíduos, meio ambiente e outras que historicamente utilizam pouco o respectivo método, principalmente, quando é desejado o conhecimento mais aprofundado do fenômeno;
iv) Utilizar softwares específicos para análises de dados qualitativos em investigações nas áreas de engenharia e meio ambiente, quando aplicados;
v) Empregar métodos Híbridos (qualitativos e quantitativos) em investigações de diversas naturezas, com a possibilidade de comparação dos dados obtidos através do emprego de cada tipo de método;
vi) Estudar formas de viabilizar economicamente os serviços de coleta seletiva em diferentes realidades e inseridos em rotas tecnológicas diversas;
vii) Empregar projetos piloto de coleta seletiva em menor escala (bairros e regiões), com o objetivo de conhecer os “gargalos” existentes no processo;
viii) Experimentar técnicas inovadoras de coleta seletiva, como por exemplo, a demarcação de setores de coleta distribuídos por cooperativas, com a coordenação e fiscalização por parte do Poder Público;
ix) Estudar formas de profissionalizar, remunerar e inserir os catadores da cadeia formal de coleta seletiva e gestão de resíduos.

REFERÊNCIAS

ABETRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS; FGV – FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Estudo sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários**, Rio de Janeiro, FGV, 2009.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. ABRELPE, 2012.

ACURRIO, G.; JARAMILLO, J.; ZEPEDA, F. **Diagnostico de la Situación Del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe**. BID/OPS, 2 ed., 1998. p. 150.

ADELOPO, A.; HARIS, P.; ALO, B. *et al*. "Multivariate analysis of the effects of age, particle size and landfill depth on heavy metals pollution content of closed and active landfill precursors", **Waste Management** v. 78, pp. 227-237, 2018.

AEA - AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE. **O Ambiente na Europa, Estado e perspectivas 2015**. Relatório Síntese. Luxemburgo, 2015.

AGAMUTHU, P. "Challenges for Sustainable Development of Waste to Energy in Developing Countries", **Waste Management & Researc**, v. 38, n. 3, pp. 229– 231, 2020.

ALVAREZ, A.R. Relatório do IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Revista em Discussão: os principais debates do Senado Federal**, ano 5, nº 22, 2014. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/jornal/revista-em-discussao>. Acesso em: 06 jan. 2020.

AMARAL, S.P. **Sistemas de Gestão Ambiental Segundo a Série ISO 14000**, Gestão Ambiental, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro/RJ, 2003.

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS**. Índice de Desempenho Ambiental – IDA**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/MeioAmbiente_IDA.asp>. Acesso em: 15 jun. 2016.

APA - AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Portugal, 2000.

ARAÚJO, S.M.V.G.; JURAS, I.A.G.M. **Comentários à Lei dos Resíduos Sólidos**: **Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010 (e seu regulamento)**. São Paulo, Editora Pillares, 2011.

ARUNBABU, V.; INDU, K.; RAMASAMY, E. "Leachate pollution index as an effective tool in determining the phytotoxicity of municipal solid waste leachate", **Waste Management** v. 68, pp. 329-336, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.006:2004: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.598: Produtos de petróleo: determinação do ponto de fulgor pelo aparelho de vaso fechado *Pensky-Martens***. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.849: Aterro Sanitário de Pequeno Porte: diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.001: Sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.031: Avaliação de Desempenho Ambiental**. Rio de Janeiro, 2004.

BALOGUN, T.; MORENIKEII, O.; EMIKPE, B. *et al*. "Clinicopathological features observed in rats exposed to leachates from a municipal dump site in Nigeria", **Zoology and Ecology**, v. 28, n.1, 2018.

BARROS, R.T.V. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte, Tessitura, 2012. 423p.

BEZAMA, A., DOUGLAS, C., MÉNDEZ, J. *et al*. "Comparação do Ciclo de Vida das alternativas de geração de energia através dos resíduos na Patagônia Chilena". **Waste Management** v. 31, n. 10, pp. 67-74, 2017.

BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos, EESC; USP, 1999.120p.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Jaboatão dos Guararapes, PE, Grupo de Resíduos Sólidos – UFPE, 2014. 181p.

BORNER, S.; ALBINO, J.C.T.; CARAVEO, L.M.N. *et al*. "Explorando as percepções de riscos de saúde ambiental em adolescentes mexicanos: uma abordagem fotográfica para análise de risco", **Ciência & Saúde Coletiva** v. 20, n. 5, pp. 1617-1627, 2015.

BOSCOV, M.E.G. **Geotecnia Ambiental**. São Paulo, Oficina de Textos, 2008. 248p.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. Conselho de Desenvolvimento Industrial: Secretaria Executiva. **Reciclagem dos Resíduos Urbanos, Agropecuários, Industriais e Minerários – Síntese.** Brasília: MIC, 1985.

BRASIL. Lei 6.938/81. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 31 de agosto de 1981.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 147. p. 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA 01/86. Institui o EIA/RIMA como ferramenta da Avaliação de Impacto Ambiental. Define conteúdo mínimo do EIA. **Diário Oficial da União**. Brasília, 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, pp. 2548-2549.

BRASIL. Resolução CONAMA 237/97. Regula o procedimento de Licenciamento Ambiental. **Diário Oficial da União**. Brasília, 19 de dezembro de 1997.

BRASIL. **Revista em Discussão: os principais debates do Senado Federal**, ano 5, nº 22, 2014. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/jornal/revista-em-discussao>. Acesso em: 06 jan. 2020.

BUARQUE, C. Revista em Discussão: os principais debates do Senado Federal, ano 5 nº 22. 2014. Disponível em:<https://www12.senado.leg.br/jornal/revista-em-discussao>. Acesso em: 06 já. 2020.

BUCCI, M.P.D. **Direito Administrativo e Políticas Públicas**. São Paulo, Saraiva, 2002. 259p.

CAIXETA-FILHO J.V.; BARTHOLOMEU D.B. **Logística Ambiental de Resíduos Sólidos**. São Paulo, Atlas, 2011. 250p.

CARDOSO JUNIOR, R.A.F., 2014, **Licenciamento Ambiental de Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica: estudo de caso do Sistema de Transmissão do Madeira**. Tese de D. Sc. Programa de pós-graduação em Planejamento Energético (PPE) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

CARMO, T.F.D., 2015, **Proposição de Indicadores para Avaliar a Adequação de Portos à Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Dissertação de M. Sc. Programa de pós-graduação em Planejamento Energético (PPE) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

CARNEIRO, P.F.N.; CABRAL, F.A.S.; SOUZA, F.C. *et al*. "Manejo dos resíduos sólidos gerados no município de Benevides, estado do Pará: modelo para municípios com populações de até 100.000 habitantes na região amazônica". **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES**, Porto Alegre, RS, 2000.

CCMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430p

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Guia da Coleta Seletiva de Lixo**, São Paulo, 2 ed., 2014.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Informa nº 150**, ano 24, nov./dez., 2016.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Pesquisa Ciclosoft 2016** - Disponível em: <www.cempre.org.br>/. Acesso em: 20 jan. 2020.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: a lei na prática**, 2011

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Reciclagem Ontem, Hoje, Sempre**. 2008.

CETESB/SEMA – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Índice de Qualidade de Resíduos (IQR).** Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br. 2016>. Acesso em: 10 out. 2016.

CHIARIELLO, C.L. "Políticas de saúde coletiva e gestão urbana de resíduos sólidos na fronteira: um estudo de caso em Porto Murtinho-MS", **Revista Videre** v. 10, n. 20, pp. 88-98, 2018.

CIFRIAN, E.; ÁLVAREZ, M.; VIGURI, J. *et al.* "Environmental Management Strategies: Developing a Set of Indicators as a Decision-Making Support in Waste Policy". **8th World Congress of Chemical Engineering**, Montreal, Quebec, Canadá, 23-26 agosto de 2009.

CIFRIAN, E.; COZ, A.; VIGURI, J. *et al.* "Indicators for Valorisation of Municipal

Solid Waste and Special Waste", **Waste and Biomass Valorization** v. 1, n. 4, pp. 479–486, out. 2010.

COBO, S., DOMINGUEZ-RAMOS, A., IRABIEN, A. "Do linear aos sistemas de gestão de resíduos circular integrado: uma revisão das abordagens metodológicas", **Resour. Conserv. Recy** v. 135, pp. 279-295, 2018.

COELHO, A.P.F.; BECK.C.; SILVA, R. *et al*. "Cargas de trabalho de catadoras de material recicláveis: proposta para o cuidado de enfermagem", **Revista Gaúcha de Enfermagem** v. 39, 2018.

COELHO, S.C.N.; DERZI, M.A.M. "A diferença jurídica entre taxa (tributos) e tarifa (preços), seja pública, privada ou política", **Revista Dialética de Direito Tributário**, Cidade, n.194, 2011.

COELHO, T. "Eficiência e eficácia - a segunda regra da competência", **Jornal Carreira e Sucesso**, 297 ed., 19 de maio de 2006. Disponível em: <www.catho.com.br>. Acesso em:25 de junho de 2019.

COMISSÃO EUROPEIA, 2015. **Fechando o Ciclo – um Plano de ação da União Europeia para a Economia Circular**. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF>. Acesso em: 02 jan 2020.

COMLURB - COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. **Caracterização Gravimétrica e Microbiológica dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município do Rio de Janeiro, RJ, 2014.** Disponível em: <http://www2.rio.rj.gov.br/comlurb>. Acesso em: 08 jun. 2016.

CONKE, L.S., 2015, **Barreiras ao Desenvolvimento da Coleta Seletiva no Brasil**. Tese D. Sc. Doutorado em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

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

COSTA, L. C., 2013, **Estudos Geomecânicos em Composto de Resíduos Sólidos Urbanos**. Tese de D.Sc. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) **COPPE/UFRJ**, Rio de Janeiro, Brasil.

DANTAS, K.M.C., 2008, **Proposição e Avaliação de Sistemas de Gestão Ambiental Integrada de Resíduos Sólidos através de indicadores em municípios do estado do Rio de Janeiro**. Tese de D. Sc. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) **COPPE/UFRJ**, Rio de Janeiro, Brasil.

DEMAJOROVIC, J. “A evolução dos modelos de gestão de resíduos sólidos e seus instrumentos”, **Cadernos FUNDAP** v. 20, pp. 47-58, 1996.

DEUS, A.B.S.; CLARKE, R.T.; LUCA, S.J. “Índice de Impacto dos Resíduos Sólidos Urbanos na Saúde Pública (IIRSP): Metodologia e Aplicação”, **Engenharia Sanitária e Ambiental** v. 9, n. 4, pp. 329-334, 2004.

DEUS, R.M.D.; BATTISTELLE, R.A.G.; SILVA, G.H.R. “Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências”, **Engenharia Sanitária e Ambiental** v.20, n.4, pp. 685-698, 2015.

DIXON, N.; LANGER, U. “Development of a MSW classification system for the evaluation of mechanical properties”, **Waste Management** v. 26, pp. 220-232, 2006.

DLAMINI, S.; SIMATELI, M.; SERGE KUBANZA, N. 2019. “Resíduos sólidos urbanos gestão na África do Sul: do desperdício à recuperação de energia através do desperdício, tecnologias em Joanesburgo”, **Ambiente local** v. 24, n. 3, pp. 249-257, 2019.

DUTRA, R.M.S.; YAMANE, L.H.; SIMAN, R.R. “Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers’ organizations: a case study of 16 Brazilian cities”, **Waste Management** v.77, pp. 50-58, 2018.

EL-WAHAB, E.W.A.; EASSA, S.M.; LOTFI, S.E. *et al.* “Problemas de saúde adversos entre trabalhadores da prefeitura em Alexandria (Egito)”, **International Journal of Preventive Medicine** v. 5, n. 5, pp. 545-556, 2014.

EIGENHEER, Emílio M. **A limpeza urbana através dos tempos**. Porto Alegre: Gráfica Pallotti, 2009.

EUROSTAT STATISTICAL BOOKS - **Eurostat Yearbook 2012**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5760825/KS-CD-12-001-EN.PDF>. Acesso em: 20 jul 2016.

FARIA, F.S., 2002, **Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos Urbanos - IQA**. Dissertação de M.Sc. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

FEAM/MG - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos: guia de orientação para Governos Municipais de Minas Gerais**. Belo Horizonte/MG, 2012. 163p.

FERNANDES, V. “Mais prazo reabre debate sobre lixões”. **Revista BIO/ABES**, Rio de Janeiro, jul/set. 2015.

FERREIRA, A.B.H. **Dicionário da Língua Portuguesa**. Curitiba/PR, Editora Positivo, 2010.

FONTANA, R.T.; RIECHEL, B.; FREITAS, C.W. *et al*. "A saúde do trabalhador da reciclagem do resíduo urbano", **Vigilância Sanitária em Debate – Sociedade, Ciência & Tecnologia** v. 3, n. 2, pp. 29-35, 2015.

FOXALL, G. R.; OLIVEIRA-CASTRO, J.M.; JAMES, V.K. *et al*. "Consumer behavior analysis and social marketing: The case of environmental conservation", **Behavior and Social Issues** v. 15, n. 1, pp. 101-124, 2006.

FUCALE, S.P., 2005, **Influência dos componentes de reforço na resistência de resíduos sólidos urbanos**. Tese de D. Sc. apresentada no programa de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife/PE, Brasil.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N.M. *et al*. "A Economia Circular – O novo paradigma da sustentabilidade?", **J. Clean. Prod**. v.143, pp. 757-768, 2016.

GERSUP – GESTÃO E APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. Workshop, **1º GERSUP**, Palestra do Dr. Sérgio Guerreiro Ribeiro, Palhoça/SC, 2011.

GHISOLFI, V.; CHAVES, G.D.L.D.; SIMAN, R.R. *et al*. "Dinâmica do sistema aplicada às cadeias de suprimentos de malha fechada de desktops e laptops no Brasil: uma perspectiva de inclusão social de catadores", **Waste Management** v. 60, pp. 14-31, 2017.

GODOY, M.R.B. "Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil", **Caderno de Geografia** v.23, n.39, 2013.

GONZALEZ-VALENCIA, R.G.; RODRIGUEZ, F.M.; CRISTÓBAL, J. *et al*. "Hotspot detection and spatial distribution of methane emissions from landfills by a surface probe method". **Waste Management** v. 55, pp. 299-305, 2016.

GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. "Coleta Seletiva de Lixo: reciclando materiais, reciclando valores", **PÓLIS**, n. 31, 1998. Disponível em:< https://www.polis.org.br/uploads/984/984.pdf>. Acesso em: mai. 2013; 20 jan. 2020.

GRISOLIA, M.; NAPOLEONI, Q.; TANCREDI, G. "Contribution to a technical classification of MSW". **International Landfill Symposium**, 5, 1995, Cagliari, Italy. Proceedings…[S.1: s.n], pp. 761-768, 1995.

GUERRERO, L.A.; MASS, G.; HOGLAND, W. "Solid Waste Management Challenges for Cities in Developing Countries", **Waste Management** v.33, pp. 220-232, 2013.

GUTBERLET, J. **Briefing: facetas sociais dos resíduos sólidos: ideias do mundo todo e hemisfério**, 2013.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E. *et al*. **Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development.** Washington, DC,

World Resources Institute, 1995. Disponível em: <http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2015.

HEITEFUSS, S.; KEUFFEL-TÜRK, A. **Residual Facts 4: Initial assessment of old deposits at level of evidence 1. Additional processing instructions for the preparation of regional priority lists and regional waiting lists by the regional assessment commissions** – 8S., 7 Abb, 1994.

HERNÁNDEZ-BERRIEL, M.C.; AGUILAR-VIRGEN, Q.; TABOADA-GONZÁLEZ, P.; *et al*. "Generaciónde los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe", **Revista Internacional de Contaminacion Ambiental** v.32, pp. 11-22, 2016.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **Que desperdício. Uma revisão global de Gestão de resíduos sólidos**. Unidade de Desenvolvimento Urbano e Governo Local, Banco Mundial, Washington, EUA, 2012.

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. 2001.

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. 2012, 193p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados de Projeção Populacional do Brasil**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 07 jan. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, IBGE, 2010. 218 p. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/manejoderesíduossólidos/PNSB_2008.pdf >. Acesso em: jun. 2016.

INEA/RJ – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Metodologia para cálculo do Índice de Qualidade Operacional de Unidade de Tratamento Térmico por Autoclavagem de Resíduos de Serviço de Saúde (IQRSS)**. NOI/INEA-12. Rio de Janeiro, 2015.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**, Relatório de pesquisa. Brasília, 2012.

IPS/RJ – ÍNDICE DE PROGRESSO SOCIAL. **Resumo Executivo**, Rio de Janeiro, 2016.

IPT/SP – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS; CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**, IPT/CEMPRE, 3 ed., São Paulo, Brasil, 2010.

ISWA – INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION. **Resíduos Sólidos: Manual de Boas Práticas no Planejamento**. São Paulo, Brasil, 2014. 107 p.

JUCÁ, J. F. T.; LIMA, J.D.; MARIANO, M.O.H. *et al.* **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Jaboatão dos Guararapes/PE, Grupo de Resíduos Sólidos da UFPE e BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. 181p.

JURAS, I. A. G. M. Legislação sobre resíduos sólidos: comparação da lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos. **Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados**. Estudo, 2012.

KAZA, S.; YAO, L.; BHADA-TATA, P. *et al*. **Que desperdício 2.0. Uma gestão global de resíduos sólidos até 2050**. Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento, Banco Mundial, Washington, EUA, 2018.

KHAN, D.; KUMAR, A.; SAMADDER, S.R. "Impactos do Status Socioeconômico na taxa de geração de resíduos sólidos", **Waste Management**, v. 49, pp. 15-25, 2016

KNOCHENMUS, G.; WOJNAROWICZ, M.; VAN IMPE, W. F. **Stability of Municipal Solid Wastes. Proc. of the Third International Congress on Environmental Geotechnics**, Lisboa, Portugal, Sêco e Pinto (ed.), Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 006x, v. 3, pp. 977-1000, 1998.

LAMARE NETO, A.D., 2004, **Resistência ao cisalhamento de resíduos sólidos urbanos e de materiais granulares**. Tese de D. Sc. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

LIMA, C.A., 2018, **Panorama da Coleta Seletiva na Cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação de M.Sc. Programa de pós Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LIMA, M. W. **Pesos específicos dos principais tipos de resíduos**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <bernardo@clin.rj.gov>. Em: 12 jan. 2019.

LIMA, M.W.; SURLIUGA, G.C. "Análise das características do lixo domiciliar urbano do Município do Rio de Janeiro". **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Porto Alegre/RS, 2000.

LIMA, N.S.S.; MANCINI, S.D. "Integração do setor de reciclagem informal no Brasil e o caso da cidade de Sorocaba", **Waste Management** v.35, pp. 721-729, 2017.

LOUREIRO, S.M., 2005, **Índice de Qualidade no Sistema da Gestão Ambiental em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos – IQS**. Dissertação de M. Sc. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

LU, MU-CHEN; CHEN, YAO YIN; CHIOU, MEI-RUNG *et al*. "Occurrence and treatment efficiency of pharmaceuticals in landfill leachates", **Waste Management** v. 55, pp. 257-264, 2016.

MAGRINI, A. “A Avaliação de Impactos Ambientais”. In: MARGULIS, S. **Meio ambiente. Aspectos técnicos e econômicos**. Brasília, IPEA/PNUD, 1990.

MAHLER, C.F. **Comunicação pessoal/Notas de aula da disciplina de Gerenciamento de Resíduos**. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

MAHLER, C.F. **Comunicação pessoal/Notas de aula da disciplina de Engenharia Civil Sustentável**. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

MAHLER, C.F. “Lixo: as alternativas para transformá-lo em fonte de renda e emprego”, **Revista CREA-RJ** n. 33, Rio de Janeiro, 2001.

MAHLER, C.F.; SCHUELER, A.S.; SOARES, E. *et al.* **Lixo Urbano O que você precisa saber sobre o assunto**. 1 ed. Rio de Janeiro, Revan – Faperj, 2012, 189p.

MAHLER, C.F.; TAQUETTE, S.R.; ALMEIDA, J.R. “Avaliação da saúde de crianças moradoras no entorno de aterros de resíduos: um estudo qualitativo”, **Investigação Qualitativa em Engenharia e Tecnologia** v. 4, 2015.

MARGALLO, M.; RODRIGUEZ, K.Z.; ALDACO, R. *et al*. **Revisão da Avaliação do Ciclo de Vida em tecnologias de aterros para suporte às políticas na América Latina**, 2019. Artigo em revisão.

MARSHALL, R.E.; FARAHBAKHSH, K. “Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries”, **Waste Management** v. 33, pp. 988-1003, 2013.

MERCEDES, S.S.P. “Perfil de geração de resíduos sólidos domiciliares no município de belo horizonte no ano de 1995” **19° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES**, 1997.

MINAYO, M.C.S.; COSTA, A.P. **Técnicas que fazem uso da palavra, do olhar e da empatia: pesquisa qualitativa em ação**. 1 ed. Aveiro, Portugal, Ludomedia, 2019.

MIRANDA, N.M.; MATTOS, U.A.O., 2018. “Revisão dos Modelos e Metodologias de Coleta Seletiva no Brasil”, **Sociedade & Natureza** v.30, n.2, pp. 1-22, 2018.

MIZIARA, R. “Por uma História do Lixo”, **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** v.3, n.1, artigo 6, editora Interfacehs, São Paulo, 2008.

MOHEE, R.; MAUTHORR, S.; BUNDHOO, Z.M.A. *et al*. “Situação atual da gestão de resíduos sólidos em pequenos países insulares em desenvolvimento: uma revisão”. **Waste Management** v. 43, pp. 539-549, 2015.

MOREIRA, J.M.L.; CARDIANI, G. “Avaliação da geração, emissão e oxidação de metano em célula teste de um aterro subtropical”, **Environmental Monitoring and Assessment** v. 188, pp. 464, 2016.

NASCIMENTO, J.C.F., 2007, **Comportamento Mecânico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Dissertação de M. Sc. Universidade Federal de São Carlos, Programa de Engenharia Civil, São Carlos/SP.

NEVES, L.M.; QUADROS, S.O; LUTINSK, J.A. *et al*. “Catadores de materiais recicláveis: perfil social e riscos à saúde associados ao trabalho”, **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde** v. 13, n. 24, pp. 162-174, 2017.

NMEMA, E.E. “Pathogenic Microbes from Unprotected Landfills Pose Health Hazards with Potentials of Disease Outbreaks in Nigeria, **Annual Research & Review in Biology** v. 12, n. 6, pp. 1-7, 2017.

OJURI, O.O.; AYODELE, F.O.; OLUWATUYI, O.E. “Risk assessment and rehabilitation potential of a millennium city dumpsite in Sub-Saharan Africa”, **Waste Management** v. 76, pp. 621-628, 2018.

PEREIRA, M.G.; SENA, J.A.; FREITAS, M.A.V., *et al*. “Evaluation of the Impact of Access to Electricity: A Comparative Analysis of South Africa, China, India and Brazil”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews** v. 15, n. 3, pp. 1427–1441, abr. 2011.

PIMENTEIRA, C.A.P., 2010, **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no Rio de Janeiro: Impactos das Decisões dos Gestores nas Políticas Públicas**. Tese de D. Sc. Programa de pós-graduação em Planejamento Energético (PPE) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

POUPART, J.; DESLAURIERS, J.; GROULX, L. *et al*. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 4 ed. Petrópolis, Vozes, 2018. 464p.

POWELL, J.T.; CHERTOW, M.R. “Quantity, Components, and Value of Waste Materials Landfilled in the United States”, **Journal of Industrial Ecology** v. 23 n. 2, pp. 466-479, 2018.

QUINTAES, B.R.; AMORIM, V.R.; CONDE, A.L.F.M. *et al*. “Composição Física dos Resíduos Sólidos na Cidade do Rio de Janeiro em 2017”. **1º Congresso Sul Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade ConReSol**, Gramado/RS, 2018.

RAGAZZI, M.; FEDRIZZI, S.; RADA, E.C. *et al*. “Experimentando a mineração urbana em um município italiano visando a Economia Circular”, **Energy Procedia** v. 119, pp. 192-200, 2017.

RAJAEIFAR, MA.; GHANAVATI, H.; DASHTI, B.B. *et al*. “Geração de eletricidade e potenciais de redução de emissões de GEE por meio de diferentes tecnologias de gestão

de resíduos sólidos urbanos: uma revisão comparativa", **Renewable and Sustainable Energy Reviews** v. 79, pp. 414-439, 2017.

RANUCI, R.M.C. **Determinação da Composição Física dos Resíduos Sólidos Urbanos produzidos na Cidade de Foz do Iguaçu/PR**. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Dinâmica de Cataratas – UDC, Engenharia Ambiental, 2008.

REICHERT, G.A. "Aplicação da Digestão Anaeróbica de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Revisão". **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Campo Grande/MS, 2005.

REIS, A.S., 2012, **Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos em Biodigestor Anaeróbio**. Dissertação de M. Sc. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru/PE, Brasil.

RIBER, C.; RODUSHKIN, I.; SPLIID, H. *et al.* "Method for fractional solid-waste sampling and chemical analysis", **International Journal of Environmental and Analytical Chemistry** v. 87, n. 5, pp. 321-335, 2007.

ROBERTS, H.; DAVID, J.; GARETH R. T. **The Impact of the Packaging Material Regulations upon a Small to Medium Manufacturing Enterprise in the UK: barriers to 163aximizing supply chain environmental performance**. University of the West of England, England, 2011.

RUSSO, M.A.T. **Tratamento de Resíduos Sólidos**. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Portugal, 2003.

SAIDAN, M.N.; DRAIS, A.A.; Al-MANASEER, E. "Análise da composição de resíduos sólidos e avaliação de reciclagem: Campo de Refugiados Sírios de Zaatari, Jordânia", **Gerenciamento de Resíduos** v.61, pp. 58-66, 2017.

SANTOS, L.A.O.; PRESA, E.P. **"**Compressibilidade de Aterros Sanitários Controlados". **III Simpósio sobre Barragens de Rejeito e Disposição de Resíduos – REGEO**, Ouro Preto/MG, pp.577 – 591, 1995.

SHU, L.L.; BAZERMAN, M.H. "Cognitive barriers to environmental action: problems and solutions". **Harvard Business School**, Working Paper n. 11-046, 2010. Disponível em: <goo.gl/gzjQuu>. Acesso em: 27 jan. 2020.

SILVA, M.C.; SANTOS, G.O. "Densidade Aparente de Resíduos Sólidos Recém Coletados". **V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI**, Maceió/AL, 2010.

SINIR – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Logística reversa (Acordos Setoriais)**. Disponível em: <http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>. Acesso em: 18 jul. 2016.

SINIR – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Logística reversa (Acordos Setoriais)**. Disponível em: <http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2014.** Brasília /DF, 2014. Disponível em: < http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 6 abr. 2016.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018.** Brasília/DF, 2018. Disponível em: < http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 6 jan. 2020.

SUJETOVIENE, G.; SMILGAITIS, P.; DAGILI, J. *et al*. "Metal accumulation and physiological response of the lichens transplanted near a landfill in central Lithuania", **Waste Management** v. 85, pp. 60-65, 2019.

TAGHIPOUR, H.; AMJA, Z.; ASLANI, H. *et al*. "Caracterização e Quantificação dos resíduos sólidos de comunidades rurais", **Journal of Material Cycles and Waste Management** v. 18, n.4, pp 790-797, 2016.

TAMBOSI, J.L.; YAMANAKA, L.Y.; JOSÉ, H.J. *et al*. "Dados de pesquisas recentes sobre a remoção de produtos farmacêuticos de estações de tratamento de esgoto (STP)", **Química Nova**, v. 33, n. 2, p. 411-420, 2010.

TAQUETTE, S.R.; BORGES, L. **Pesquisa qualitativa para todos**. Petrópolis, Vozes, 2020, 206p.

TCHOBANOGLOUS, G.; KREITH, F. "Handbook of Solid", **Waste Management,** Second Edition. Califórnia, EUA: Mc Graw-Hill, 2002

TEIXEIRA, E.N.; CASTRO, V.L.F.L. "Potencial de minimização de resíduos sólidos domésticos em termos de matéria orgânica e embalagens". **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 19º Foz do Iguaçu: ABES, 14 a 19 set, 1997.

TOLMASQUIM, M.T. (Org.). **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro, Interciência, 2003.

TRUDGILL, S.T. **Barriers to a Better Environment: what stops us from solving environmental problems.** Londres, Behaven Press, 1990.

UNDP - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. 2017. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>. Acesso em: 9 jan. 2020.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. "Integrated Solid Waste Management – Training Manual", v. 1-4. Disponível em: <http://www.unep.or.jp/ietc/spc/news>. Acesso em: jun. 2009. Consultado no **Manual**

de Resíduos Sólidos: Boas Práticas de Planejamento. ISWA – International Solid Waste Association, São Paulo/SP, 2014.

VAN BELLEN, H.M., 2002, **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. Dissertação de M.Sc. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil.

XAVIER, R.B.L., 2012, **Impacto da Atividade de Destruição de Munição na vegetação circundante** - Estudo de Caso para Metais Pesados. Dissertação de M.Sc. **COPPE/UFRJ**, Rio de Janeiro, Brasil.

YANG, Y.-Y.; TOOR, G.S.; WILSON, P.C. *et al*. **"**Micropoluentes nas águas subterrâneas de sistemas sépticos: Transformações, mecanismos de transporte e saúde humana avaliação de risco". **Pesquisa sobre Água**, v. 123, pp. 258-267, 2017. Disponível em: <https: // doi. org / 10.1016 / j.watres.2017.06.054>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre, Bookmam, 2001.

WILSON, D.C.; VELIS, C.; CHEESEMAN, C. "Papel da reciclagem do setor informal em gestão de resíduos nos países em desenvolvimento", **Habitat Int**. v.30, n.4, pp. 797–808, 2006.

WORRELL, W.; VESILIND, P. **Solid Waste Engineering**. 2. ed. Stamford, Cengage Learning, 2011, 432 p

ZIELIŃSKA, M.; CYDZIK-KWIATKOWSKA, A.; BERNAT, K. *et al*. "Remoção de bisfenol A (BPA) em um sistema de nitrificação com biomassa imobilizada", **Bioresource Technology** v. 171, pp. 305-313, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j. biortech.2014.08.087>. Acesso em: 25 de abril de 2016.

APÊNCICES:

I - ROTEIRO BÁSICO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA:

Parte 1: Perfil Sociográfico

12- Nome:
13- Sexo:
14- Idade:
15- Raça/cor (branca, preta, parda, amarela, indígena):
16- Situação conjugal:
17- Possui Filhos:
18- Moradia Habitual:
19- Ocupação Principal:
20- Ocupação Secundária:
21- Renda Mensal Familiar (em SM):
22- Escolaridade:

Parte 2: Atuação/Experiências/Relatos acerca da coleta seletiva

8- O que o senhor(a) entende por coleta seletiva de resíduos?
9- Qual a relação da sua atuação profissional/do seu trabalho/da sua atividade com a coleta seletiva?
10- Há quanto tempo o(a) senhor(a) atua/trabalha com a coleta seletiva?
11- O que o(a) senhor(a) acha da coleta seletiva feita pela sua organização/empresa/município ou instituição
12- Na opinião do(a) senhor(a), qual o elemento ou o fator mais importante para o bom funcionamento da coleta seletiva?
13- Se o(a) senhor(a) fosse um investidor que possui um elevado capital, mas que, necessariamente, precisa ser investido em coleta seletiva. De que forma empregaria esse capital? Em qual/quais setores ligados a coleta seletiva o senhor investiria?
14- Se o senhor(a) fosse prefeito de uma grande cidade no Brasil ou presidente de uma empresa de limpeza pública, por exemplo. O senhor(a) executaria a coleta seletiva de resíduos? De que maneira?

II - PUBLICAÇÕES

1. Título: "Solid Waste Management: Systematic Review of Qualitative Studies" **.** Autores: Gabriel de Pinna Mendez, Claudio Fernando Mahler, Stella Regina Taquette

Meio de Publicação: Revista Ciência & Natura (Qualis B2, ISSN 2179-460X) DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X43197.

Link para acesso: https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/43197

2. Título: "Critical Analysis of Solid Waste Information Systems in Brazil". Autores: Luciana Cavalcanti de Melo, Gabriel de Pinna Mendez, Claudio Fernando Mahler. Meio de Publicação: Revista Ciência & Natura (Qualis B2, ISSN 2179-460X). DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X42951.

Link para acesso: https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/42951

3. Título: "Investigação Qualitativa em período de distanciamento social": O desafio da realização de entrevistas remotas. Autores: Gabriel de Pinna Mendez, Claudio Fernando Mahler e Stella Regina Taquette. Meio de Publicação: New Trends in Qualitative Research – Anais de Congresso Internacional (Qualis B2, ISSN 2179-460X). DOI: https://doi.org/10.36367/ntqr.9.2021.336-343.

Link para acesso: https://publi.ludomedia.org/index.php/ntqr/article/view/495

4. "Challenges of selective collection of the household waste in: case study in a Brazilian metropolis" (Artigo em revisão). Autores: Gabriel de Pinna Mendez, Claudio Fernando Mahler e Stella Regina Taquette.