

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

**RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): UM RETRATO DA
ECONOMIA CIRCULAR DA CIDADE DE RECIFE**

SUELLEN ARAÚJO DE OLIVEIRA

RECIFE, AGOSTO/2022

SUELLEN ARAÚJO DE OLIVEIRA

**RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): UM RETRATO DA
ECONOMIA CIRCULAR DA CIDADE DE RECIFE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PADR/UFRPE), para fins de defesa.

Linha de pesquisa : *Políticas Públicas e Desenvolvimento*
Orientador (a): *Professora Ana Regina Bezerra Ribeiro, Dra.*
Coorientador (a): *Professor Marcos Felipe Falcão Sobral, Dr.*

RECIFE, AGOSTO/2022

RESUMO

A geração de resíduos sólidos urbanos deve crescer de forma expressiva até 2050 em países em desenvolvimento, tornando-os os maiores geradores de resíduos sólidos do mundo e a Economia Circular (EC) se reflete como uma alternativa para lidar com essa questão. Em países como o Brasil, os catadores de materiais recicláveis são importantes atores para a reinserção dos materiais no ciclo produtivo. A presente pesquisa objetivou identificar como ocorre a EC relativa aos RSU da cidade de Recife e analisar a participação dos catadores de materiais recicláveis no referido contexto. Para tal, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 67 dos 125 catadores organizados reconhecidos pela prefeitura municipal e pesquisas bibliográfica e documental. Como resultados, para o primeiro objetivo específico foi descrita a estrutura da EC, na qual percebeu-se que os catadores de materiais recicláveis são responsáveis por permitir o fechamento do ciclo dos RSU através do Programa EcoRecife, permitindo a comercialização desses resíduos por vias dos atravessadores (intermediários) ou de forma direta. A inserção dos catadores no Programa EcoRecife demonstra a existência de uma intenção da prefeitura em melhorar a gestão de RSU no município, acrescida da iniciativa recente de fomentar a reciclagem do plástico coletado através do programa Recicla Mais. Para o segundo objetivo específico, foi percebida a ausência de consistência dos dados sobre geração e destinação de RSU e disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) quando comparados com outras fontes de dados também oficiais. Quanto aos catadores, apenas 1 (uma) cooperativa alegou possuir o histórico dos dados quantitativos sobre os resíduos recebidos, entretanto, optou por não fornecê-los para a pesquisa. Outras 4 (quatro) cooperativas possuíam registros do quantitativo histórico dos resíduos e os cederam para a pesquisa, porém, os períodos eram inferiores a 2 anos e não possuíam padrão de registro. As demais 4 (quatro) organizações alegaram não possuir quaisquer registros históricos, pois trabalhavam apenas com os dados do período, desprezando os registros após o recebimento dos pagamentos. Esse cenário inviabilizou quaisquer análises significativas sobre os resíduos coletados pelas organizações de catadores de materiais recicláveis, não permitindo atingir o objetivo específico proposto. Para o

terceiro objetivo específico, foram identificados os principais desafios e incentivos da profissão de catador de material reciclável. Os incentivos mais considerados foram os relacionados à geração de renda, contribuição para a preservação do meio ambiente e a manutenção da limpeza da cidade. Os desafios, foram temas relacionados ao descarte incorreto e inadequado dos RSU e a falta de reconhecimento da sociedade perante o trabalho de catador de resíduos, respectivamente. O estudo concluiu que os catadores organizados desempenham um papel fundamental no fechamento do ciclo da EC dos RSU e que há uma necessidade de melhoria na gestão e controle de RSU para que sejam elaboradas políticas públicas voltadas ao cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Palavras-chave: *Resíduos Sólidos Urbanos; Catadores de materiais recicláveis; Economia Circular; Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.*

ABSTRACT

The generation of municipal solid waste is expected to grow significantly by 2050 in developing countries, making them the largest generators of solid waste in the world, and the Circular Economy (CE) is reflected as an alternative to deal with this issue. In countries like Brazil, the collectors of recyclable materials are important players for the reinsertion of the materials in the productive cycle. The present research aimed to identify how the SWR-related CE occurs in the city of Recife and to analyze the participation of the waste pickers in this context. To this end, semi-structured interviews were conducted with 67 of the 125 organized collectors recognized by the city government and bibliographic and documentary research. As a result, for the first specific objective the structure of the CE was described, in which it was noticed that the collectors of recyclable materials are responsible for allowing the closing of the MSW cycle through the EcoRecife Program, allowing the commercialization of these residues through middlemen or directly. The insertion of the collectors in the EcoRecife Program demonstrates the City Hall's intention to improve the management of USW in the municipality, plus the recent initiative to encourage the recycling of collected plastic through the Recicla Mais program. For the second specific objective, we noticed the lack of consistency of the data on the generation and destination of SUW and made available by the National Sanitation Information System (SNIS) when compared to other official data sources. As for the collectors, only 1 (one) cooperative claimed to have the history of quantitative data on the waste received, however, it chose not to provide them for the research. Another 4 (four) cooperatives had records of the historical quantity of waste and provided them for the research, but the periods were less than 2 years and had no record pattern. The other 4 (four) organizations claimed not to have any historical records, because they worked only with data from the period, discarding the records after receiving the payments. This scenario made it impossible to make any meaningful analyses about the waste collected by the waste picker organizations, not allowing the proposed specific objective to be reached. For the third specific objective, the main challenges and incentives of the waste picker profession were identified. The incentives most considered were those related to income generation, contribution to the preservation of the environment, and the maintenance of the city's cleanliness. The challenges

were issues related to the incorrect and inadequate disposal of MSW and the lack of recognition by society of the work of waste pickers, respectively. The study concluded that organized waste pickers play a key role in closing the MSW cycle and that there is a need for improvement in the management and control of MSW so that public policies can be developed to meet the Sustainable Development Goals (SDGs).

Keywords: Municipal Solid Wastes; Waste Pickers; Circular Economy; Integrated Municipal Solid Waste Management

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Evolução legal GRSU Recife | 20 |
| Figura 2 | Diagrama da Economia Circular | 23 |
| Figura 3 | Ciclo de Vida do Produto e Economia Circular | 24 |
| Figura 4 | Município de Recife | 30 |
| Figura 5 | Equipamentos do EcoRecife | 31 |
| Figura 6 | RPA's e Cooperativas | 32 |
| Figura 7 | Localização das Ecoestações e Econúcleos | 35 |
| Figura 8 | Fluxo dos resíduos do caminhão baú de coleta seletiva | 37 |
| Figura 9 | Panorama geral da circularidade dos RSU de Recife | 38 |
| Figura 10 | Programa Recicla Mais | 38 |
| Figura 11 | Participação histórica dos operadores | 42 |
| Figura 12 | Quantidade total de resíduos por ano e população estimada | 43 |
| Figura 13 | Categorias de incentivos mencionados pelos catadores | 44 |
| Figura 14 | Categorias de desafios mencionados pelos catadores | 44 |
| Figura 15 | Comparativo entre dados do SNIS e Portal de Dados Abertos da Cidade de Recife | 54 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|-----------------------------------|----|
| Tabela 1 | Metas do PERS para a RDM até 2032 | 16 |
| Tabela 2 | Metas do PRS da RDM até 2036 | 17 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|----------|---|----|
| Quadro 3 | Síntese metodológica do projeto de pesquisa | 24 |
| Quadro 4 | Síntese metodológica do projeto de pesquisa | 29 |
| Quadro 5 | Resíduos recebidos por Ecoestação | 36 |

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

| | |
|---------|--|
| CBO | Cadastro Brasileiro de Ocupações |
| CNS | Código Nacional da Saúde |
| CE | Comissão Europeia |
| EC | Economia Circular |
| EMF | Ellen MacArthur Foundation |
| GIRS | Gestão Integrada de Resíduos Sólidos |
| ODS | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PRS | Plano de Resíduos Sólidos |
| PERS-PE | Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| RDM | Região de Desenvolvimento Metropolitana |
| SNIS | Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.1 Contextualização do tema | 8 |
| 1.2 Apresentação da problemática | 10 |
| 1.3 Objetivos | 12 |
| <i>1.3.1 Objetivo geral</i> | 13 |
| <i>1.3.2 Objetivos específicos</i> | 14 |
| 1.4 Justificativa e relevância | 14 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 15 |
| 2.1 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil | |
| <i>2.1.1 Planos Estadual e Microrregional de Resíduos Sólidos (Pernambuco e Região de Desenvolvimento Metropolitana do Recife)</i> | 16 |
| <i>2.1.2 Instrumentos Legais de Gestão de RSU do município de Recife</i> | 20 |
| 2.2 Catadores de materiais recicláveis | 21 |
| 2.3 Economia Circular | 23 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 27 |
| 3.1 Caracterização da área de estudo | 30 |
| 3.2 Programa EcoRecife | 31 |
| 3.3 Organizações de catadores de materiais recicláveis | 32 |
| 4 RESULTADOS | 34 |
| 4.1 Estrutura da Economia Circular dos RSU de Recife | 34 |
| 4.2 Quantidade de Resíduos | 38 |
| 4.3 Análise da percepção dos catadores quanto às categorias mais relevantes dos Incentivos e desafios e suas relações | 42 |
| 5 DISCUSSÃO | 46 |
| 5.1 Estrutura da EC dos RSU de Recife | 46 |
| 5.2 Gestão dos RSU em Recife | 51 |
| 5.3 Incentivos e desafios | 58 |
| 6 CONCLUSÃO | 69 |
| REFERÊNCIAS | 72 |

1 Introdução

1.1 Contextualização do tema

A intensificação do consumo aliada ao descarte dos produtos tem resultado no aumento da geração de RSU e, conseqüentemente, em problemas relacionados a esse comportamento. Atualmente, produz-se cerca de 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por ano e a previsão do Banco Mundial é de que alcancemos 3,40 bilhões de toneladas em 2050 (KAZA et al., 2018).

Sabe-se que há uma relação positiva entre o crescimento econômico e a geração de resíduos e que as nações em desenvolvimento são responsáveis por 32% da geração mundial e tendem a ser as maiores geradoras de RSU nos próximos 30 anos (KAZA et al., 2018). Logo, entende-se que práticas de produção e consumo sustentáveis, que implicam na preservação de recursos naturais e redução de danos no meio ambiente, devem acompanhar o acelerado desenvolvimento econômico (MARTI; PUERTAS, 2021).

Os resíduos sólidos urbanos trazem diversos problemas para as sociedades, pois afetam oceanos, clima, economia, saúde pública (GUTBERLET, 2021). Ao longo dos anos as nações adotaram medidas para conter os efeitos negativos advindos dos RSU, com destaque para os aterros, que se tornaram fator de dependência para grande parte das nações, causando impactos prejudiciais para o meio ambiente e a saúde humana por meio dos gases nocivos gerados (MARTI; PUERTAS, 2021). Também se destaca a incineração, que transforma os resíduos em energia, contudo, emite gases de efeito estufa (GEE), dióxido de enxofre, entre outros, contribuindo para o quadro de mudanças climáticas (ABILBA; KANTOLA, 2019).

Em virtude das limitações e impactos negativos do conjunto das alternativas mais comumente utilizadas, a exemplo dos aterros sanitários e incineração, recomenda-se o aumento da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos para promover um desenvolvimento sustentável (ABILBA; KANTOLA, 2019), uma vez que os processos de reciclagem consomem menos energia, reduzem a extração de

recursos naturais e evitam a contaminação do meio ambiente (MARTI; PUERTAS, 2021).

Com vistas à resolução de problemas relacionados aos resíduos, a União Europeia se concentrou no conceito da Economia Circular (EC) (KANOJIA; VISVANATHAN, 2021), que busca desatrelar o desenvolvimento econômico da extração de recursos finitos aumentando o valor dos ciclos biológicos e técnicos dos materiais através de estratégias circulares, a exemplo a reutilização e reciclagem de materiais (EMF, 2017; MUNARO; TAVARES; BRAGANÇA, 2020), ações essas que atingem um número considerável de metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) quando aplicadas (SCHROEDER; ANGGRAENI; WEBER, 2019).

Ainda, segundo orientações da União Europeia, os países em desenvolvimento também devem adotar práticas de EC para preencher algumas lacunas existentes nos modelos de gestão de RSU adotados (ANBUMOZHI; KIMURA, 2018; KANOJIA; VISVANATHAN, 2021). Entretanto, no contexto da reciclagem e reutilização de materiais em países em desenvolvimento, os catadores de materiais recicláveis desempenham um importante papel para a recuperação dos resíduos sólidos urbanos, retornando-os para o ciclo produtivo através do fornecimento desses materiais para empresas que comercializam os RSU (BOTELLO-ALVAREZ et al., 2018; GUTBERLET, 2021).

Porém, esses atores possuem em geral pouco reconhecimento da sociedade, e são pertencentes a grupos como pobres, analfabetos, vulneráveis/marginalizados (UN HABITAT, 2010). Para driblar as dificuldades, alguns se organizam coletivamente para otimizar suas atividades e permeiam questões sociais e ambientais (GUTBERLET, 2020), através da luta pela redução da pobreza e melhores condições de trabalho, além da contribuição para redução da extração de recursos e mitigação dos impactos ambientais negativos (GUTBERLET, 2021) através da reciclagem. E, apesar de terem longa tradição em seguir princípios da EC, muitas das vezes não participam como protagonistas na implementação da EC (GUTBERLET, 2017).

Os RSU possuem características físicas diferenciadas em relação ao percentual de cada componente em sua composição e esta característica física dos

RSU é conhecida como gravimetria. Há diferenças significativas entre a composição gravimétrica dos resíduos e a recuperação deles entre países em desenvolvimento e desenvolvidos. É uma característica física do resíduo que traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada. A sua composição mais simplista indica papel/papelão, plástico, vidros, metais, matéria orgânica e outros.

Os países desenvolvidos possuem um terço de resíduos orgânicos (biodegradáveis), um quarto de resíduos de papel e cerca de 10% de plástico e recuperam mais de um terço dos resíduos por meio de reciclagem e compostagem (KAZA et al., 2018). Os países em desenvolvimento, por sua vez, possuem aproximadamente metade dos resíduos gerados classificados como orgânicos (biodegradáveis) e cerca de um quarto de papel e plástico, contudo, reciclam apenas 4% dos resíduos (IKHLAYEL, 2018; KAZA et al., 2018). A baixa fração de reaproveitamento de resíduos por parte dos países em desenvolvimento demonstra um possível cenário preocupante para o futuro, visto que essas nações atualmente geram um quantitativo de RSU significativo que tende a aumentar.

Na América do Sul, cerca de 3,8 milhões de catadores dependem do setor para sobreviver (TERRAZA; STURZENEGGER, 2010). Entretanto, em muitos casos, a gestão de resíduos é deficitária ou inexistente, o que acarreta o surgimento de atividades relacionadas à reciclagem de forma independente (ARAYA-CÓRDOVA et al., 2021), reduzindo o potencial desses atores. Sabe-se que a reciclagem é essencial para o alcance da sustentabilidade, portanto, deve-se fortalecer essa indústria (EXPOSITO E VELASCO, 2018; BOTELLO-ALVAREZ et al., 2018).

1.2 Apresentação da problemática

O Brasil é um dos cinco maiores geradores de RSU do mundo e o maior da América Latina (WORLD BANK, 2018). Consonantemente com a região na qual se situa, possui composição gravimétrica majoritariamente de resíduos orgânicos (45,3%), com frações significativas de material reciclável plástico (16,8%) e papel/papelão (10,4%). Do total, 92% dos resíduos gerados são coletados. Cerca de 73% dos municípios brasileiros alegam realizar coleta seletiva, contudo, salienta-se que a existência da mesma não implica na universalidade do serviço. Todavia, a

destinação final é realizada de forma inadequada para 40,5% dos RSU (ABRELPE, 2020).

A similaridade regional também é percebida no que tange a relevância dos catadores de materiais recicláveis como importantes atores nas atividades de recuperação de resíduos. O país possui cerca de 398.348 habitantes ocupados como “coletores de lixo” (IBGE, 2010) distribuídos em todas as regiões. A renda e idade média mensal dos catadores brasileiros são de 571 reais e 39,4 anos, cerca de 70% são homens e 93,3% desses atores residem em zonas urbanas (IBGE, 2010).

As cinco regiões que compõem o país possuem cenários distintos quanto ao volume, coleta e reciclagem de RSU. Disparadamente, a Região Sudeste ocupa o primeiro lugar no que tange ao volume de RSU gerado anualmente, com 49,7% da geração do país, totalizando cerca de 50% a mais que a segunda colocada, Região Nordeste (24,7%), seguida das Regiões Sul (10,8%) Centro-Oeste (7,5%) e Norte (7,4%), respectivamente (ABRELPE, 2021).

Quanto à coleta geral, o índice de cobertura do serviço indica que não há universalização em nenhuma das regiões, mas as Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste possuem índices acima dos 90%, diferentemente das Regiões Norte e Nordeste que ainda apresentam, ambas, o índice de cobertura de 81% (ABRELPE, 2020). É importante ressaltar que no comparativo com o ano de 2010, a Região Nordeste apresentou a maior evolução nesse quesito, partindo dos 75% para 81%. Contudo, ao comparar as duas regiões que mais geram RSU atualmente, observa-se a disparidade no índice de coleta, pois a Região Sudeste possui índice de 98% (ABRELPE, 2020).

Quanto à coleta seletiva, as Regiões Sul e Sudeste são proeminentes, com cerca de 90% dos municípios praticantes, em detrimento das demais que não alcançam os 65%. A Região Nordeste possui coleta seletiva sendo praticada em apenas 54,5% de seus municípios, e teve a segunda evolução mais tímida no quantitativo de coleta seletiva (ABRELPE, 2020).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), de 2010, evidencia a importância dos catadores, no que tange ao compartilhamento de responsabilidades

no ciclo de vida dos produtos e incentiva a organização desses atores em associações ou cooperativas, além de incluir a presença da classe trabalhadora na gestão dos resíduos como pré-requisito para aquisição de recursos financeiros federais, entre outros benefícios (BRASIL, 2010).

A Política, também, aborda princípios da EC em seus objetivos ao estabelecer a não geração de resíduos como prioridade, incentivar o uso de tecnologias limpas para reduzir impactos ambientais nos processos produtivos e o consumo de matérias-primas e insumos recicláveis ou reciclados (BRASIL, 2010; EMF, 2015).

Nesta última década, os catadores vêm se articulando coletivamente para assumirem outras posições na cadeia produtiva e buscar parcerias e políticas governamentais para negociarem suas atividades e seus direitos de categoria profissional (IPEA, 2013). Entretanto, apesar de serem responsáveis por quase 90% da reciclagem de resíduos no país (IPEA, 2010), os catadores ainda trabalham em sua maioria solitários, pois pouco mais de 10% deles trabalham de forma organizada (IPEA, 2010).

Passada uma década de existência da PNRS, a situação dos RSU no Brasil se demonstra aquém do esperado, pois ainda há uma quantidade significativa de RSU sendo disposta de forma inadequada, uma atividade de reciclagem abaixo do possível e uma parcela de catadores - atores importantes para o reaproveitamento dos resíduos - não inserida de forma devida na gestão integrada dos resíduos.

Diante do cenário apresentado, na Região Nordeste (NE) do Brasil, o estado de Pernambuco é o terceiro maior gerador de RSU, com volume de 3.285.730 ton/ano, em 2019. O estado possui um volume de resíduos cerca de 14% maior do que o registrado no ano de 2010 e seu índice de coleta de resíduos cresceu de 79,7%, em 2010, para 86,9%, em 2019 (ABRELPE, 2020). Pernambuco é, também, o segundo estado do NE em número de catadores ativos, com 20.166 trabalhadores atuando no ramo e ganhando em média 494 reais mensais, sendo 76,1% homens. Mais da metade dos catadores possui entre 30 e 49 anos, e cerca de 30%, entre 0 e 29 anos, majoritariamente residentes em zonas urbanas (91,2%) (IBGE, 2010).

No estado, a região metropolitana de Recife (RMR) representa cerca de 52% do volume total de RSU gerado (ABRELPE, 2015; PERNAMBUCO, 2018). Dentre os 15 municípios que compõem a RMR, a capital Recife possui o maior volume de geração de RSU, correspondendo a cerca de 48% da região, o que, em 2015, resultou em 836.640 ton/ano (PERNAMBUCO, 2018). O percentual de resíduos recicláveis do município girou em torno dos 18,6% em 2012, destes, 11,4% foram plásticos e 5% papel/papelão (PERNAMBUCO, 2018), o que demonstra um potencial significativo de reaproveitamento de resíduos.

Isto posto, a presente pesquisa indaga sobre a participação dos catadores de materiais recicláveis da cidade do Recife na perspectiva da Economia Circular aplicada aos Resíduos Sólidos Urbanos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Analisar como ocorre a participação dos catadores de materiais recicláveis na perspectiva da Economia Circular relativa aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) da cidade de Recife.

1.3.2 Objetivos específicos

- A. Descrever a estrutura da economia circular dos RSU da cidade de Recife;
- B. Relacionar os volumes de RSU recuperados pelas cooperativas de reciclagem com o volume total do município de Recife;
- C. Identificar os desafios e incentivos vivenciados pelos trabalhadores vinculados às cooperativas de reciclagem da cidade de Recife.

1.1 Justificativa e relevância

Frente ao posto de maior geradora de resíduos sólidos urbanos do estado de Pernambuco, a capital Recife salienta sua importância frente a uma adequada gestão de RSU. Ainda, a cidade possui a maior quantidade de catadores de materiais recicláveis e de organizações dessa natureza, com cerca de 2.242 habitantes realizando essa atividade, e 22 associações ou cooperativas (PERNAMBUCO, 2012).

Com geração per capita de cerca de 1,45 kg de RSU e previsão de crescimento populacional estimado em 1.951.894 habitantes até 2030, a cidade de Recife destina cerca de 836.640 toneladas de resíduos por ano (PERNAMBUCO, 2018) para o aterro sanitário (AS) localizado no bairro de Candeias, no município vizinho, que possui vida útil de dez anos, finalizados em 2027 (TCE-PE, 2017). Dada a brevidade do esgotamento do AS, reforça-se a preocupação quanto ao volume de resíduos destinado ao mesmo.

A escala de prioridade na gestão de resíduos da PNRS corrobora com a redução do volume de resíduos destinados aos aterros, assim como os objetivos das políticas nacional e estadual que incentivam a inclusão dos catadores na gestão integrada dos RSU. Apesar dos esforços para a adequação à PNRS, ainda há muitos catadores na informalidade realizando um trabalho pouco eficiente, o que contribui para que grande parte dos resíduos sejam depositados no aterro perdendo valor econômico. Para inverter essa realidade, faz-se necessário que a RMR encoraje organizações cooperativas e viabilize a criação de unidades de triagem, contribuindo assim para o atingimento de um dos ODS (JUCÁ; BARBOSA; SOBRAL, 2020).

A pesquisa busca preencher a lacuna de pesquisa incluindo as cooperativas de catadores na perspectiva da Economia Circular em países em desenvolvimento. Sendo Recife uma capital brasileira com geração de resíduos sólidos urbanos relevante, faz-se interessante entender a relevância da atuação das cooperativas de reciclagem, no que tange aos RSU, e, conseqüentemente, nas ações de adequação à Economia Circular face à busca pelo desenvolvimento sustentável. Para as cooperativas, o entendimento de sua relevância pode auxiliar na luta por direitos e apoio do governo local.

2 Fundamentação teórica

2.1 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

A questão legal do lixo no Brasil tem registros desde 1954, pelo Código Nacional da Saúde (CNS), no qual se mencionava que o manejo do lixo não deveria se tornar inconveniente à saúde e ao bem-estar público (BRASIL, 1954), assim como na Política Nacional de Saneamento, que dispôs sobre o controle da poluição ambiental, inserindo o lixo (BRASIL, 1967). Nos anos seguintes, a nomenclatura legal adotou, para o então lixo, o termo resíduo, presente na Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981) e Lei do Saneamento Básico (BRASIL, 2007), nas quais as exigências são sobre realizar o manejo de forma adequada sem mais especificações. Apenas em 2010, instituiu-se uma política para tratar exclusivamente dos resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010).

A PNRS foi promulgada a fim de promover uma adequada gestão de RSU em todo território nacional, em conformidade com a eminente preocupação global em relação a este tema e a busca pelo enfrentamento de problemas ambientais, sociais e econômicos, frutos do manejo inadequado dos resíduos. Também, trouxe diversos conceitos, dentre eles destacamos a diferença entre resíduos e rejeito, sendo o primeiro material ou substância cujo descarte adveio de atividade humana em estado sólido ou semissólido e, o segundo, resíduos sólidos cujas possibilidades de tratamento e recuperação viáveis foram esgotadas.

A Política se baseia em princípios como responsabilidade compartilhada, desenvolvimento sustentável, ecoeficiência, visão sistêmica, prevenção e precaução e direito da sociedade à informação. Quanto aos objetivos, citam-se proteção da saúde pública e qualidade ambiental, estímulo à adoção de hábitos sustentáveis, redução de volume de resíduos, incentivo à indústria da reciclagem, prioridade de contratação governamental para bens e serviços compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis, integração de catadores de materiais recicláveis nas ações de responsabilidade compartilhada e a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) (BRASIL, 2010).

Como principal instrumento, a PNRS traz o Plano de Resíduos Sólidos (PRS), elemento condicional para que se tenha acesso a recursos da União para a aplicação em atividades relacionadas ao manejo dos resíduos, seja em nível nacional, estadual, microrregional, intermunicipal ou municipal. Nos Planos, devem constar, dentre outros, o diagnóstico da situação atual dos resíduos, metas para a redução da quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada como também para eliminação e recuperação de lixões, atreladas à inclusão social dos catadores de materiais recicláveis e sua emancipação econômica (BRASIL, 2010).

Os resíduos sólidos urbanos são definidos na Política como os advindos das residências urbanas fruto das atividades domésticas, assim como os de limpeza de vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010), definição esta que será adotada na presente pesquisa. Logo, a gestão dos RSU remete aos diferentes níveis de poder e o gerenciamento, ao nível municipal. A concessão de incentivos mediante apresentação dos referidos Planos segue uma ordem que prioriza soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos seguida da implantação da coleta seletiva com participação de catadores organizados formadas por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010).

2.1.1 Planos Estadual e Microrregional de Resíduos Sólidos (Pernambuco e Região de Desenvolvimento Metropolitana do Recife)

Advindo da PNRS, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco (PERS-PE) apresentou a situação vigente dos resíduos e estabeleceu diretrizes, estratégias e metas para subsidiar a gestão no estado. O Plano seguiu princípios e abordou metas gerais e obrigatórias advindos da PNRS, elencou projetos, programas e indicadores para promover o alcance das metas, assim como criou um comitê para monitorar as ações, objetivando enfrentar o passivo ambiental estadual referente aos resíduos sólidos (PERNAMBUCO, 2012).

Dentre os princípios, destacam-se a hierarquia, redução, reutilização e reciclagem (3Rs), a responsabilidade compartilhada, integração com as políticas sociais dos governos federal, estadual e municipal, acesso aos serviços de limpeza pública, integração dos catadores de materiais recicláveis no fluxo dos resíduos

sólidos, incentivo a reciclagem e transparência, participação e controle social (PERNAMBUCO, 2012), consoantes com a Política Nacional.

O planejamento foi estruturado com base na divisão territorial de Regiões de Desenvolvimento (Microrregiões), resultando em 12 blocos de municípios com características semelhantes entre si (PERNAMBUCO, 2011). As metas foram estabelecidas de acordo com a classificação dos resíduos sólidos e visando o período de 20 anos, através de ciclos quadrienais, concluindo-se em 2032 (PERNAMBUCO, 2012).

Dentre as doze, a mais expressiva é a Região de Desenvolvimento Metropolitana (RDM), que possui a maior população e o maior Produto Interno Bruto (PIB) dentre as demais, composta por 14 municípios litorâneos (PERNAMBUCO, 2012). Quanto aos RSU, foram estabelecidas 6 metas, sendo duas relacionadas a erradicação dos lixões até 2014 e a de recuperação das áreas dos lixões gradativa até o ano de 2032. Para a RDM, foram atribuídas metas para se alcançar a total erradicação e recuperação das áreas de lixões, a redução de $\frac{1}{4}$ dos resíduos dispostos em aterros sanitários e universalização da coleta de RSU e implantação de programa de educação ambiental em 14 municípios até o final do ciclo, como exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Metas do PERS para a RDM do Recife até 2032

| Metas para a RDM | Plano de Metas (%) | | | | |
|---|--------------------|------|------|------|------|
| | 2016 | 2020 | 2024 | 2028 | 2032 |
| Erradicação das áreas de disposição de resíduos sólidos a céu aberto até 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Recuperação das áreas de disposição de resíduos sólidos a céu aberto | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Disposição final ambientalmente adequada de rejeitos até 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Redução dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Implantação do programa de educação ambiental nos municípios | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| Acesso aos serviços de limpeza pública nos municípios. | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 |

Fonte: Dados de Pernambuco, 2012; Elaborado pela autora, 2021

Em 2018, objetivando apresentar metas compatíveis com a PNRS, a RDM apresentou o Plano de Resíduos Sólidos (PRS), cujos frutos de sua estruturação foram o estudo de gestão consorciada e o programa de coleta seletiva da região. Para os RSU, foram estabelecidas 7 metas no PRS da RDM, semelhantes às do PERS-PE, com modificações referente aos prazos e a inclusão de novas metas para a implantação da coleta seletiva universal juntamente com unidades de triagem de resíduos recicláveis e unidades de triagem e compostagem de resíduos orgânicos, como exposto na Tabela 2 (PERNAMBUCO, 2018).

Tabela 2 - Metas do PRS da RDM até 2036

| | Metas | | | | | | |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|
| Eliminar os lixões e aterros controlados e promover a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos | 2018 | 2020 | 2026 | 2036 | | | |
| | 100% | - | - | - | | | |
| Recuperar os lixões e aterros controlados, compreendendo a avaliação das suas condições ambientais | 2018 | 2020 | 2026 | 2036 | | | |
| | 25% | 50% | 75% | 100% | | | |
| Universalizar sistema de coleta seletiva na RDM/PE e Implantar unidades de triagem de resíduos recicláveis | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2028 | 2038 |
| | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 100% | 100% |
| Implantar unidades de triagem e compostagem de resíduos orgânicos na RDM/PE | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2028 | 2038 |
| | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 100% |
| Reduzir os resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários | 2018 | 2022 | 2028 | 2038 | | | |
| | 10% | 20% | 30% | 40% | | | |
| Implementar programas de Educação Ambiental nos municípios da RDM/PE | 2020 | 2022 | 2028 | 2038 | | | |
| | 100% | - | - | - | | | |
| Universalizar o serviço de limpeza pública na RDM/PE | 2020 | 2022 | 2028 | 2038 | | | |
| | 100% | - | - | - | | | |

Fonte: Adaptado de Pernambuco, 2018

Foram criados programas de gestão integrada, educação ambiental, comunicação e divulgação integrada e gestão técnica para subsidiar as ações para o cumprimento das metas estabelecidas. Ainda, o Plano discutiu cenários e concluiu que a não adoção de nenhuma medida para melhorar a gestão dos RSU implicaria no não atendimento às demandas futuras (PERNAMBUCO, 2018).

2.1.2 Instrumentos Legais de Gestão de RSU do município de Recife

Em 1979, a cidade de Recife sancionou a lei nº 14.091 para estabelecer diretrizes básicas para os serviços de limpeza urbana, dentre eles o serviço regular de coleta e transporte e disposição de resíduos sólidos, assim como a comercialização de produtos advindos da industrialização dos resíduos coletados, a fiscalização do funcionamento das instalações e sistemas públicos e particulares e penalidades para responsáveis por atos prejudiciais à limpeza urbana (RECIFE, 1979).

Em 1986, as sanções mencionadas na Lei nº 14.091 foram destrinchadas na Lei nº 14.903, na qual pode-se identificar penalidades pecuniárias para ações como disposição de resíduos em ruas, calçadas e receptores de águas pluviais, depósito de resíduos fora do horário de coleta, realização de coleta e transporte de resíduos sem autorização, manutenção de limpeza das vias por parte de comerciantes, exigência de separação de resíduos tóxicos e não tóxicos das indústrias e dos patogênicos e não patogênicos, entre outros (RECIFE, 1986).

Em 1998, através da Lei nº 16.377, introduziu-se modificações na Lei nº 14.903, acrescentando mais especificações referente às práticas cabíveis de penalidades, como as características e volume de cada tipo de resíduo, assim como as formas de disposição. Além disso, foram estabelecidas penalidades diferentes para pessoas físicas e pessoas jurídicas (RECIFE, 1998). No mesmo ano, o Decreto Nº 18.082 regulamentou a Lei nº 16.377/98 no que tange ao transporte e disposição de resíduos de construção civil e outros resíduos já não abrangidos pela coleta regular.

No início do século presente, foram fixadas normas para a criação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde (PGRS), em 2000, e o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), em 2005, ambos foram importantes iniciativas para disciplinar a população municipal para o cumprimento da gestão de resíduos não considerados RSU (RECIFE, 2000 e RECIFE, 2005).

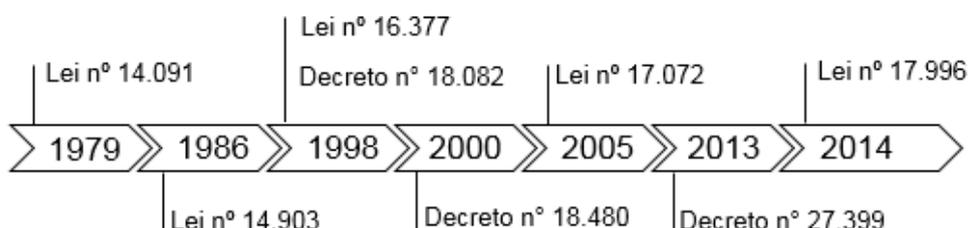
Após oito anos, em 2013, ano seguinte à divulgação do PERS-PE, o município de Recife criou unidades de recebimento de resíduos sólidos de pequenos geradores, essas chamadas de “Ecoestações”. As Ecoestações foram criadas para

receber resíduos de construção civil (inferior a 1m³/dia), resíduos volumosos (resíduos domiciliares de porte não atendido pela coleta regular) e resíduos recicláveis (RECIFE, 2013).

Em 2014, o município se atentou para os resíduos gerados por eventos de rua comumente realizados. A lei N° 17.996 atribuiu às empresas, produtoras e instituições responsáveis pelo evento a criação de um plano de limpeza do local para assegurar o restabelecimento da limpeza da área em no máximo 24 horas após o encerramento do evento. O não cumprimento das ações sugeridas no plano e cobradas em lei passou a acarretar em multa de até 15 mil reais podendo chegar na suspensão do alvará de funcionamento em caso de quarta incidência (RECIFE, 2014).

A figura 1 expõe a evolução dos instrumentos legais relacionados à gestão de resíduos da cidade de Recife.

Figura 1 - Evolução legal GRSU Recife



Fonte: *Elaborado pela autora, 2021*

2.2 Catadores de materiais recicláveis

Os catadores de materiais recicláveis geralmente são pessoas de grupos sociais desfavorecidos, vulneráveis e/ou marginalizados como migrantes rurais, deficientes, idosos e analfabetos, que muitas vezes recorrem à catação como uma resposta adaptativa a ausência de oportunidade de geração de renda (UN HABITAT, 2010). Quanto aos organizados (cooperados), são geralmente pobres, de baixa escolaridade, com dificuldades de inserção no mercado de trabalho formal, em idade produtiva e, muitas vezes, com filhos, características estas semelhantes entre os países em desenvolvimento (MIRANDA et al., 2020).

A gestão de resíduos do setor informal fornece claramente um meio significativo de sobrevivência para muitos moradores de centros urbanos e, por tanto, deve ser considerado

no planejamento de iniciativas de gestão de resíduos em qualquer área da cidade onde esteja ativo (UN HABITAT, 2010). E, para que haja uma adequada gestão de RSU, que melhore a qualidade ambiental e atue na resolução gradual de problemas advindos dos resíduos, faz-se crucial a implementação de políticas para direcionar à sustentabilidade (TRINH; HU; PHAM PHU, 2021).

Quando organizados, os catadores de materiais recicláveis, através do apoio das políticas públicas, conseguem cumprir diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Apesar de gerarem benefícios sociais, econômicos e ambientais, esses atores não são devidamente reconhecidos e costumam ser injustamente remunerados pelo serviço prestado à sociedade além de serem marginalizados em diversos aspectos de suas vidas (BOTELLO-ALVAREZ et al., 2018; GUTBERLET, 2021).

No Brasil, as políticas públicas nacionais das últimas duas décadas têm viabilizado a existência de cooperativas de catadores (GUTBERLET, 2021). Em 2002, a categoria foi oficializada pelo Cadastro Brasileiro de Ocupações (CBO). Em 2006, o decreto nº 5.940 instituiu que a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal deveriam ser destinados às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2006). Em 2007, a Política Nacional de Saneamento Básico, que dispensou a licitação para a contratação desses profissionais organizados para a realização da coleta seletiva. Em 2010, o decreto nº 7.405, criou o programa Pró-Catador (BRASIL, 2010). No mesmo ano, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que também traz como seus instrumentos:

O incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeito; os incentivos fiscais, financeiros e creditícios (BRASIL, 2010).

Há um pressuposto de que o setor de reciclagem informal é responsável pela coleta e destinação dos RSU na maioria dos países em desenvolvimento, logo, é fundamental para a implantação de uma Economia Circular (MIRANDA et al., 2020), pois recupera resíduos e os mantém no ciclo produtivo, prolongando o tempo de vida (GUTBERLET et al., 2017).

2.3 Economia Circular

Desde a Revolução Industrial, o processo produtivo tem seguido a lógica linear de extrair, produzir, utilizar e descartar. Contudo, esta sequência possui externalidades negativas como: 1) custo social e a perda de energia do descarte de materiais; 2) valores marginais da extração de recursos naturais; 3) Intoxicação de ecossistemas; e 4) Impactos climáticos globais. Entretanto, os custos dessas externalidades não estão presentes no sistema de preços atual, o que vem favorecendo a manutenção do sistema linear (PEREIRA et al., 2017).

O termo Economia Circular (EC) foi mencionado pela primeira vez em um relatório apresentado na Comissão de Energia das Comunidades Europeias, em 1976. Anos depois, em 1982, o trabalho de Stahel, intitulado "*The Product-Life Factor*", modelou uma economia em circuito fechado na qual sugeriu a ampliação da vida útil dos recursos, pressupondo seu esgotamento, o que pode ser apontado como o início dos estudos científicos sobre o que hoje entendemos como EC. Contudo, o termo se fortaleceu dentro e fora do meio acadêmico apenas no início do século 21 (GEISSDOERFER et al., 2017).

A Comissão Europeia conceitua a EC como uma resposta, dentro do contexto crescente de pressão sobre o ambiente e os recursos mundiais, ao almejado crescimento sustentável (CE, 2014), a Ellen MacArthur Foundation (EMF, 2015), como uma alternativa atraente para redefinir a noção de crescimento, desfazendo a lógica de processo produtivo linear, mitigando as perdas no sistema, de modo a beneficiar toda a sociedade, construindo capital econômico, social e natural.

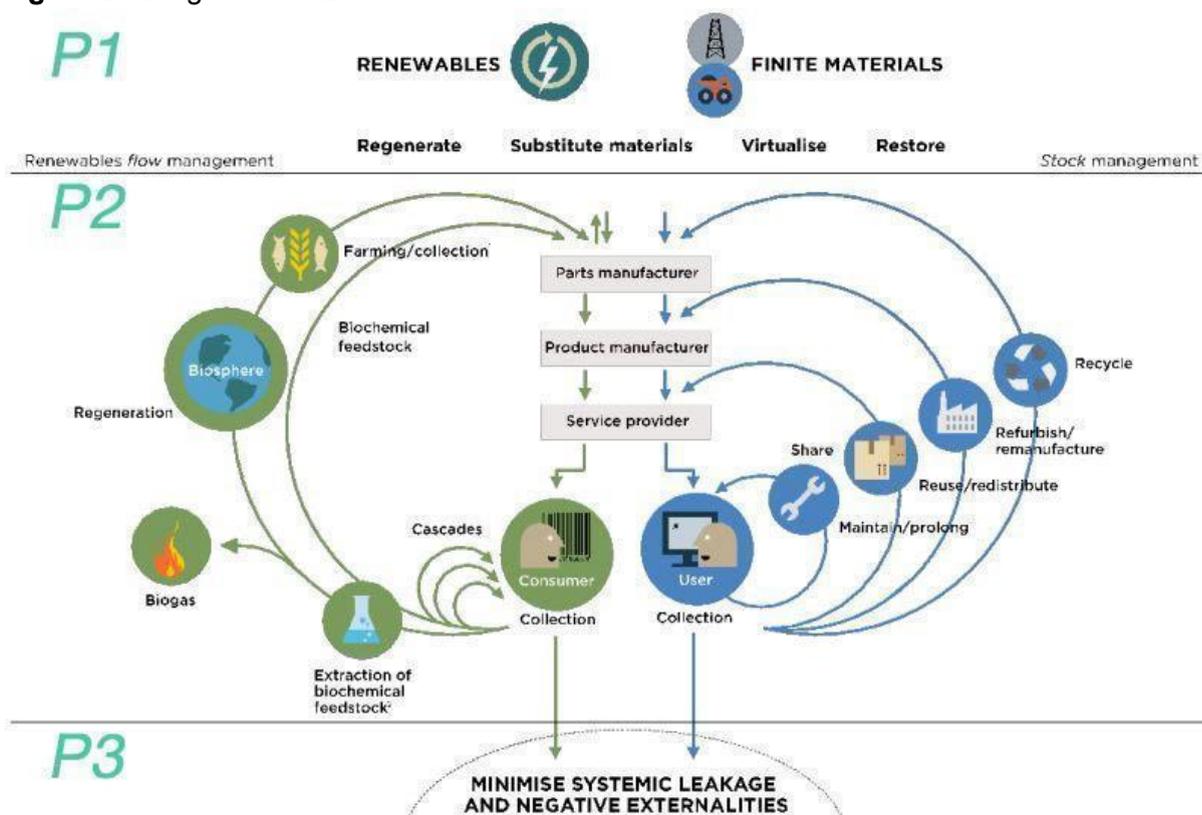
A EC resulta da conexão entre diversas áreas do conhecimento (KORHONEN et al., 2018), como economia de serviços (STAHEL, 2006), "*cradle to cradle*" (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2003), biomimética articulada (BENYUS, 2003), ecologia industrial (LIFSET; GRAEDEL, 2001), capitalismo natural (HAWKEN; LOVINS; LOVINS, 2008), e economia azul (PAULI, 2010) (EMF, 2015). O diagrama da Figura 2 demonstra os três princípios básicos da EC, de acordo com a EMF (2015), são eles:

Princípio 1 (P1) - Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis;

Princípio 2 (P2) - Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico;

Princípio 3 (P3) - Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

Figura 2 - Diagrama da Economia Circular

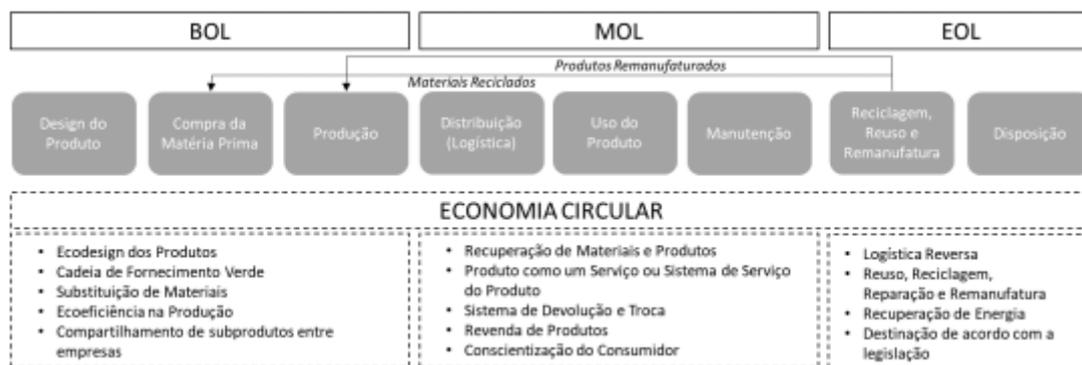


Fonte: Adaptado de Ellen MacArthur Foundation (2015)

O P1 entende que os recursos são finitos e estimula a substituição ou o uso sensato, como também promove meios para a regeneração dos recursos, quando possível. O P2 visa prolongar o tempo de vida de cada componente ou material, biológico ou técnico, através de ações como manutenção, reutilização, reciclagem etc. O P3 objetiva reduzir as externalidades do sistema produtivo desde o princípio, ou seja, visa pôr em prática os P1 e P2 (EMF, 2015).

Apesar de não haver uma relação conceitual clara entre economia circular e sustentabilidade (GEISSDOERFER et al., 2017), a EC é entendida como uma ferramenta para atingir metas de desenvolvimento sustentável (SUAREZ-EIROA et al., 2019). O diferencial da EC é seu aspecto circular, cujas ações são majoritariamente voltadas para o final do ciclo de vida dos produtos (HOMRICH et al., 2018), o chamado *End Of Life* (EOL). A Figura 3 apresenta um diagrama com os principais processos de EC concomitantemente com as fases do ciclo de vida do produto.

Figura 3 - Ciclo de Vida do Produto e Economia Circular



Fonte: Bauli, 2021, adaptado de Charter, 2018; Jun et al., 2007

A fase *Beginning Of Life* (BOL) corresponde a de desenho, obtenção de matéria-prima e fabricação do produto. A *Middle Of Life* (MOL), é a etapa de distribuição, uso e manutenção do bem produzido. E a EOL, equivale a destinação pós uso do bem. Na perspectiva da EC, seriam atribuídas, na fase primeira, as ações correspondentes ao P1, na segunda, ao P2, e na terceira, seriam prioritariamente realizadas ações que prolongassem a permanência do bem no ciclo produtivo ou, se não possível, obedecida a leis de destinação final de rejeitos.

As ações previstas para a EC no ciclo de vida dos produtos correspondem fortemente ao proposto no ODS 12 sobre consumo e produção responsáveis, ainda abrangendo diretamente outros cinco (ODS 6, 7, 8, 9 e 11) dos dezessete totais objetivos previstos pela ONU (PANCHAL; SINGH; DIWAN, 2021; RODRIGUEZ-ANTON et al., 2019). O que reflete uma ênfase da EC nas questões econômicas em relação aos ODS (RODRIGUEZ-ANTON et al., 2019).

Para Tsai et al. (2020), a gestão de RSU é um dos pilares da economia circular, pois, a partir dela, estende-se ou encerra-se ciclos de materiais no fluxo dos resíduos. Entretanto, para que se alcance o desenvolvimento econômico sustentável através da EC, faz-se necessária uma renovação no setor de gestão de resíduos (ADELEKE et al., 2020).

Em 2015, a Comissão Europeia (CE) adotou um plano de ação para a economia circular objetivando transformar a economia e criar sustentáveis vantagens competitivas para o continente (CE, 2015) e, quatro anos depois, constatou a contribuição desse plano para a geração de empregos, novas oportunidades de negócios e maior quantidade de resíduos reciclados (CE, 2019).

Em 2018, na China, foi lançado o programa "cidade de lixo zero" para reduzir a geração de resíduos e a carga dos aterros sanitários e incineradores locais, estendendo o sistema de EC para a produção (GOSC, 2018), com meta de reciclagem superior a 35% até 2025 (MHUD, 2020). Atualmente, surgem diversos modelos de negócios integrando os setores de reciclagem formal e informal da gestão de RSU chinesas (WEI et al., 2021).

No Brasil, alguns princípios da Economia Circular podem ser observados através dos objetivos da PNRS de fomentar práticas de hábitos de consumo sustentáveis, aumentar a reciclagem dos resíduos e propiciar a destinação correta dos rejeitos, o que torna a Política bastante aderente ao conceito de EC. Faz-se possível também identificar ações em processo de consolidação, como as de logística reversa e transformação de resíduos em energia, importantes para o fechamento do ciclo produtivo, na direção proposta pela economia circular (COSENZA; DE ANDRADE; DE ASSUNÇÃO, 2020).

3 Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa possui natureza aplicada visto que objetiva gerar conhecimento para aplicação prática visando a solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Com base nos objetivos, a pesquisa se estabelece como exploratória. Pois, segundo Gil (2017), objetiva proporcionar maior familiaridade com o problema, visando explicitá-lo, assim como auxiliar na escolha das variáveis a serem consideradas nas etapas subsequentes. Será, também, descritiva. Para Vergara (2004), a pesquisa descritiva expõe características da população ou fenômeno estudado, além de poder estabelecer correlações entre as variáveis, sem o compromisso de explicar os fenômenos descritos, apesar de servir como base para tal.

Na fase exploratória, foram realizadas pesquisas bibliográfica e documental, através dos Panoramas da ABRELPE, Textos de Discussão (TD) do IPEA, dados presente na base do IBGE, documentos disponíveis nos *websites* do TCE-PE, da Câmara Municipal de Recife, da Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco, da Prefeitura de Recife, do Portal de Legislação do Planalto Federal e também do Programa EcoRecife, que possui página própria.

As fontes mencionadas foram consultadas para a obtenção dos dados necessários a fim de promover melhor entendimento sobre o assunto pesquisado e analisadas através da técnica da análise documental. Também foi feita a coleta de dados visando o atingimento dos objetivos específicos primeiro e segundo, que consistiram em descrever a estrutura de Economia Circular estabelecida na cidade de Recife e identificar o volume de resíduos sólidos recuperados pelas cooperativas de reciclagem e o total da cidade do Recife.

Os dados advindos da fase exploratória foram tratados para compor a fase descritiva. A estrutura da economia circular dos RSU da cidade de Recife foi relatada e diagramada, os dados foram extraídos de documentos digitais sobre legislação, *websites* da Prefeitura de Recife e do Programa EcoRecife. As análises

sobre o volume de RSU foram feitas mediante comparações com dados de fontes diferentes, sendo elas o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022) e o Portal de Dados Abertos da Prefeitura de Recife (RECIFE, 2022).

E, com vistas a atingir o objetivo específico terceiro, foram realizadas entrevistas semiestruturadas aplicadas de forma direta para identificar os obstáculos e incentivos relacionados à atuação de coleta e reciclagem por parte dos catadores das cooperativas. As respostas foram registradas no questionário físico mediante uso de palavras-chave e foram categorizadas para permitir a realização de uma análise quantitativa.

Para categorização das respostas, foi realizada a leitura de todos os registros de respostas e foram extraídos todos os assuntos abordados pelos catadores. Ao todo, foram criadas oito categorias para os incentivos e onze para os desafios, sendo elas:

- Incentivos: 1) Geração de renda; 2) Ajudar o Meio Ambiente e a cidade; 3) Bom relacionamento com a equipe de trabalho; 4) Conhecer pessoas; 5) Aprender coisas novas; 6) Ajudar as próximas gerações; 7) Ter uma ocupação; e, 8) Apreço pela atividade.
- Desafios: 1) Resíduos misturados com rejeito; 2) Baixo retorno financeiro; 3) Trabalho pesado; 4) Dificuldade de conseguir material; 5) Pouca quantidade de material; 6) Materiais e rejeitos descartados incorretamente (insegurança biológica e física); 7) Instabilidade financeira (insegurança alimentar); 8) Falta de reconhecimento da população; 9) Falta de reconhecimento do poder público (prefeitura); 10) Estigma social relacionado a profissão de catador; 11) Carência de estrutura/instrumento de trabalho adequados (EPI, maquinário, galpão, cobertura, etc.).

Alguns assuntos abordados foram agrupados por coerência em uma única categoria, como apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Categorias de respostas agrupadas

| Categoria | Assuntos abordados |
|--|--|
| Baixo retorno financeiro | Material muito barato para revenda; grande volume de resíduos nem sempre é sinônimo de bom retorno financeiro; o preço de revenda é muito instável; a impossibilidade de vender diretamente para a indústria reduz o lucro. |
| Materiais e rejeitos descartados incorretamente (insegurança biológica e física) | Descarte de seringas desencapadas; vidros quebrados soltos em sacolas plásticas comuns; fezes de animais descartadas com materiais recicláveis; animais mortos em sacolas de lixo comum; doenças de pele adquiridas por contato com os rejeitos. |
| Carência de estrutura/instrumento de trabalho adequados (EPI, maquinário, galpão, cobertura, etc.) | Falta de EPI; área de triagem de materiais sem cobertura; falta de instrumentos de trabalho (pás, vassouras, luvas, máquinas de prensa, caminhão); inexistência de espaço para armazenar os materiais já separados; calor excessivo no ambiente de trabalho. |
| Falta de reconhecimento do poder público (prefeitura) | Ausência de incentivos (fiscais, cestas básicas, etc.) por parte do poder público. |
| Ajudar o Meio Ambiente e a cidade | Proteger o meio ambiente; limpar a cidade e o meio ambiente; evitar alagamentos por obstrução das vias de escoamento de água com resíduos; evitar doenças para a sociedade não acumulando lixo nas ruas. |

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Durante a realização das entrevistas em campo, também foram registradas as observações da pesquisadora relacionadas a assuntos levantados pelos respondentes e não presentes no questionário, assim como a constatação sobre a estrutura física e as condições de trabalho das cooperativas. As observações foram consideradas nos resultados dos três objetivos da pesquisa.

Quanto à análise quantitativa dos dados das entrevistas, após o teste de Teste Kolmogorov-Smirnov não foi possível aceitar a hipótese de normalidade dos dados. Desta forma, realizamos testes não paramétricos nas amostras. A categorização das respostas permitiu a realização de uma análise quantitativa dos incentivos e benefícios mencionados pelos catadores, através da correlação de F em três etapas: incentivos, desafios e incentivos e desafios. Os dados foram analisados no software *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 22. A síntese metodológica está apresentada no Quadro 4.

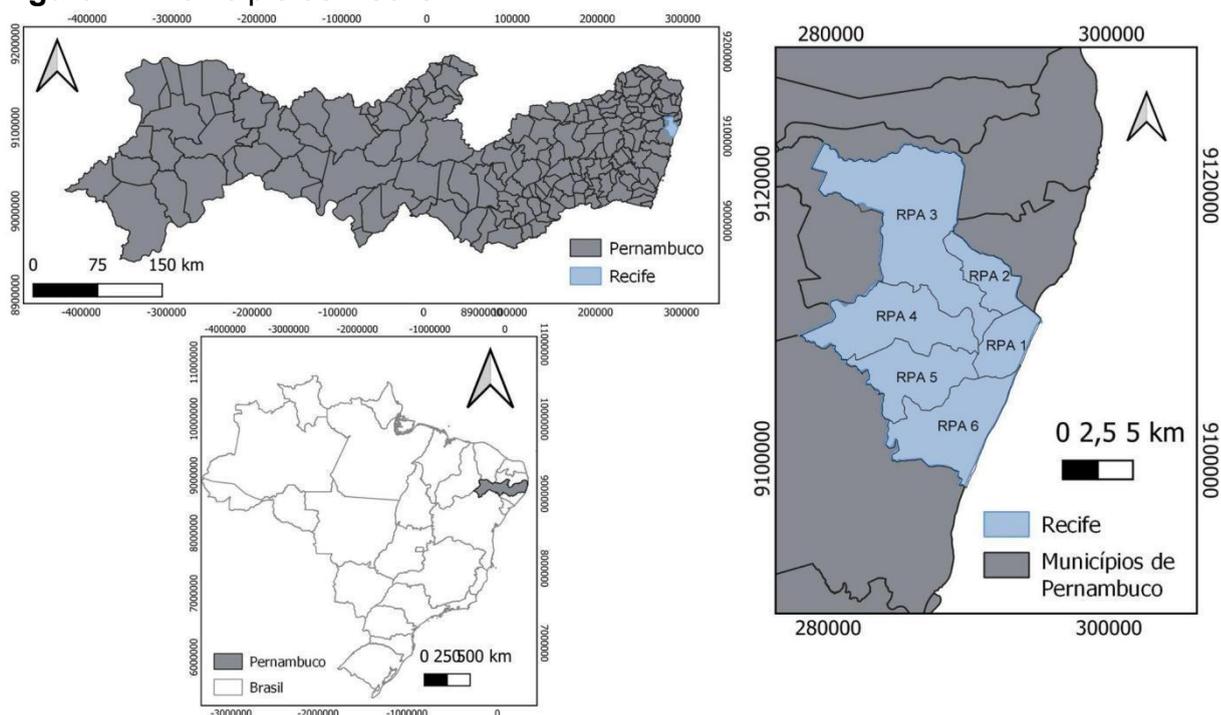
Quadro 4 – Síntese metodológica do projeto de pesquisa

| OBJETIVO GERAL: Identificar como ocorre a economia circular relativa aos resíduos sólidos urbanos (RSU) da cidade de Recife e analisar a participação dos catadores de materiais recicláveis no referido contexto. | | |
|---|--------------------------------------|--|
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | PROCEDIMENTOS | |
| Descrever a estrutura da economia circular dos RSU da cidade de Recife | Pesquisas bibliográfica e documental | Descrição baseada nas pesquisas e observações das entrevistas. |
| Identificar e comparar os volumes de RSU recuperados pelas cooperativas de reciclagem com o volume total do município de Recife | | Comparação entre dados coletados nas pesquisas. |
| Identificar os obstáculos e incentivos para a realização das atividades por parte das cooperativas de reciclagem da cidade de Recife | Entrevista semiestruturada | Análise quantitativa |

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

3.1 Caracterização da área de estudo

O município de Recife é a capital do estado de Pernambuco, situado na Região Nordeste do Brasil. A cidade possui uma população de aproximadamente 1.653.461 pessoas (IBGE, 2020), distribuídas em um território de 218,843 km² (IBGE, 2020). O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de 31.994,38 reais (IBGE, 2018). Segmentado em seis Regiões Político Administrativas (RPA) (RECIFE, 1997), como apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Município de Recife

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

3.2 Programa EcoRecife

O EcoRecife é um programa de gestão de resíduos sólidos que abarca políticas públicas, equipamentos de limpeza urbana e ações de educação ambiental, cujo objetivo é prover a coleta e destinação adequada para os resíduos sólidos da cidade. Iniciado em 2013, o programa realizou ações de educação ambiental em escolas municipais, transformou alguns dos espaços públicos de destinação inadequada de resíduos em espaços de convivência e introduziu ferramentas para auxiliar a população na destinação adequada dos resíduos sólidos (RECIFE, 2021).

Atualmente, o EcoRecife possui como equipamentos os ecopontos (comum e reciclável), as ecobike, as ecomoto, a ecofrota (domiciliar e seletiva), as ecoestações e os econúcleos. Os ecopontos comuns são recipientes de lixo comum instalados em pontos de ônibus e em vias públicas de circulação significativa e os recicláveis são pontos de recebimento voluntário de resíduos recicláveis distribuídos por todas as RPAs da cidade.

As ecobikes são bicicletas adaptadas para captação de resíduos cuja circulação se restringe ao percurso das ciclofaixas da cidade. De modo semelhante, as ecomotos são triciclos adaptados com caçambas para recolhimento de resíduos

em localidades inacessíveis para o caminhão de coleta convencional. A ecofrota domiciliar consiste no caminhão compactador e a seletiva, no caminhão baú. As ecoestações e econúcleos são edificações de recebimento de resíduos sólidos, cujo objetivo é prover a população uma alternativa para descarte de materiais como móveis e resíduos de construção de pequeno volume (RECIFE, 2021; RECIFE, 2013). Todos os instrumentos estão apresentados na Figura 5.

Figura 5 - Equipamentos do EcoRecife



Legenda: 1. Caminhão compactador; 2. Caminhão baú; 3. Ecoponto Lixo Reciclável; 4. Ecoponto Lixo Comum; 5. Ecomoto; 6. Econúcleo; 7. Ecobike; 8. Ecoestação.

Fonte: EcoRecife, 2021

3.3 Organizações de catadores de materiais recicláveis

No município de Recife existem nove organizações de catadores de materiais recicláveis reconhecidas pela Prefeitura da cidade, dessas, uma se declara como associação e oito como cooperativas. Ao todo, existem 125 catadores organizados atuando no município, 58 do sexo masculino e 67 do sexo feminino.

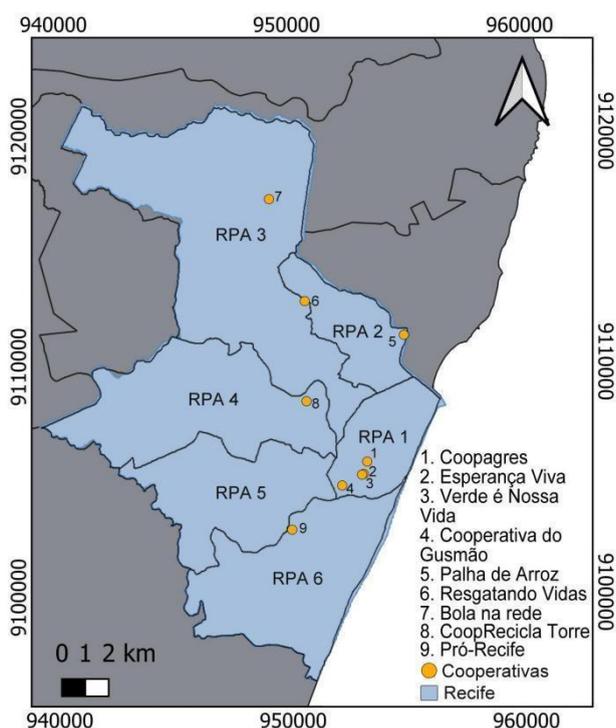
Na RPA 1, concentram-se as Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis Esperança Viva (Esperança Viva), Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis Coopagres (Coopagres), Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis do Gusmão (Cooperativa do

Gusmão) e a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Verde é Nossa Vida (Verde é Nossa Vida).

Na RPA 2, as cooperativas Cooperativa De Reciclagem Dos Catadores e Catadoras Do Brejo De Beberibe Resgatando Vidas (Resgatando Vidas) e Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis Ecovida Palha de Arroz (Palha de Arroz).

Nas RPAs 3, 4 e 6, existem, respectivamente, as Cooperativa de Trabalho dos Catadores da Reciclagem da Bola na Rede (Bola na Rede), Cooperativa de Trabalho de Catadores Profissionais do Recife Pró Recife (Pró-Recife) e Cooperativa de Beneficiamento de Materiais Recicláveis da Torre (Recicla Torre). A distribuição geográfica das cooperativas e da associação está apresentada na Figura 6.

Figura 6 - RPAs e Cooperativas



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

4 Resultados

Este capítulo estará seccionado em três seções correspondentes aos objetivos específicos da presente pesquisa. A primeira seção abordará a descrição da estrutura da Economia Circular dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) da cidade de Recife. A segunda, apresentará o quantitativo e os responsáveis por dispor os RSU no aterro sanitário do município. Por fim, a terceira seção trará os incentivos e desafios para a execução da atividade sob a perspectiva dos catadores organizados entrevistados.

4.1 Estrutura da Economia Circular dos RSU de Recife

A estrutura da Economia Circular dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do município de Recife é constituída por artifícios do Programa EcoRecife, operado pela Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (Emlurb) e pelas nove organizações de catadores de materiais recicláveis atuantes na cidade. Esta seção se iniciará com a apresentação das partes supracitadas e terminará com o panorama geral do ciclo de recuperação dos RSU da cidade de Recife.

Os artifícios do EcoRecife pertinentes a referida EC da cidade são todos os que envolvem a coleta de materiais recicláveis dos RSU, como o caminhão de coleta seletiva, os ecopontos e as ecoestações, que proporcionam o encaminhamento dos resíduos recicláveis para as cooperativas de catadores de materiais recicláveis.

O caminhão baú de coleta seletiva possui itinerário semanal em logradouros específicos para coleta durante o horário comercial. Esse caminhão recebe os resíduos recicláveis separados pelos cidadãos residentes nos respectivos logradouros sem compactá-los e segue para o descarregamento em uma das nove cooperativas reconhecidas pela prefeitura.

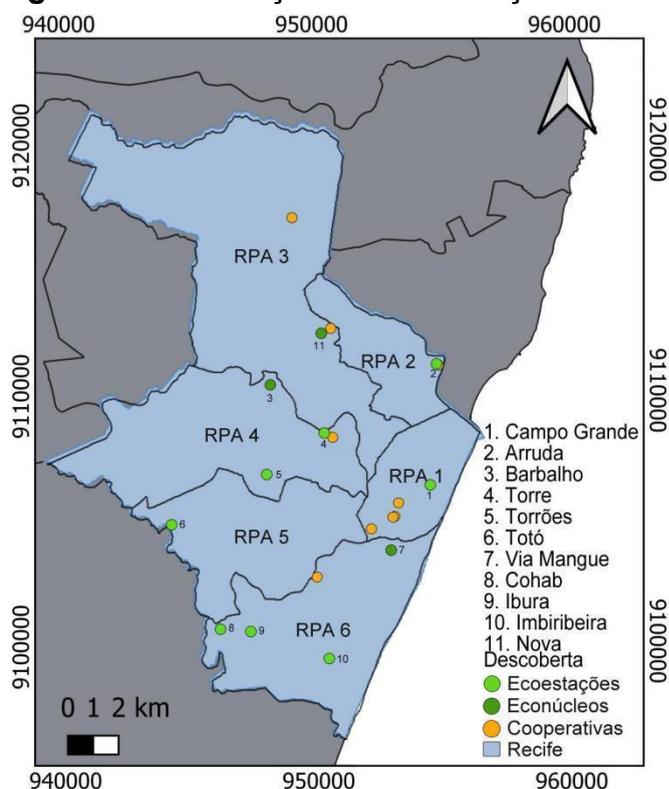
As Ecoestações são unidades de recebimento de resíduos sólidos de pequenos geradores e foram instaladas em locais já utilizados para descarte desses resíduos ou em locais estratégicos identificados pela Secretaria responsável, com o objetivo de disponibilizar para a população uma alternativa para o descarte de

resíduos sólidos da construção civil de pequenas obras e resíduos volumosos como móveis e demais resíduos domiciliares (RECIFE, 2013 e RECIFE, 2021).

De acordo com o decreto municipal, cada Ecoestação possui, no mínimo, quatro caçambas estacionárias com capacidade para armazenamento de 7m³ de resíduos, rampas e dique para facilitar a descarga dos resíduos diretamente no interior das caçambas e caminhão poliguindaste para o transporte de resíduos para as Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), entre outras características fundamentais para o bom funcionamento operacional, como edificação para o escritório e pátio para estocagem de resíduos (RECIFE, 2013).

Existem onze ecoestações e econúcleos na cidade, elas estão distribuídas por quatro das seis Regiões Político-Administrativas (RPAs), como apresentado na figura 7. Na RPA 1, a ecoestação Campo Grande, na RPA2 a Arruda. Na RPA 4, Torre e Torrões e econúcleo Barbalho. Na RPA 5, Totó e na RPA 6, Ibura, Imbiribeira e Cohab e o econúcleo Via Mangue.

Figura 7 - Localização das Ecoestações e Econúcleos



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Duas ecoestações recebem apenas resíduos de construção civil, volumosos e recicláveis. As demais, recebem resíduos de construção civil, volumosos, recicláveis e orgânicos, como apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Resíduos recebidos por Ecoestação

| Ecoestação/ Econúcleo | Resíduos recebidos |
|----------------------------------|--|
| Arruda | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |
| Barbalho | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |
| Campo Grande | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |
| Cohab | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |
| Ibura | Construção Civil, Volumosos e Recicláveis |
| Imbiribeira | Construção Civil, Volumosos e Recicláveis |
| Nova Descoberta | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |
| Torre | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |
| Torrões | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |
| Totó | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |
| Via Mangue | Construção Civil, Volumosos, Recicláveis e Orgânicos |

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

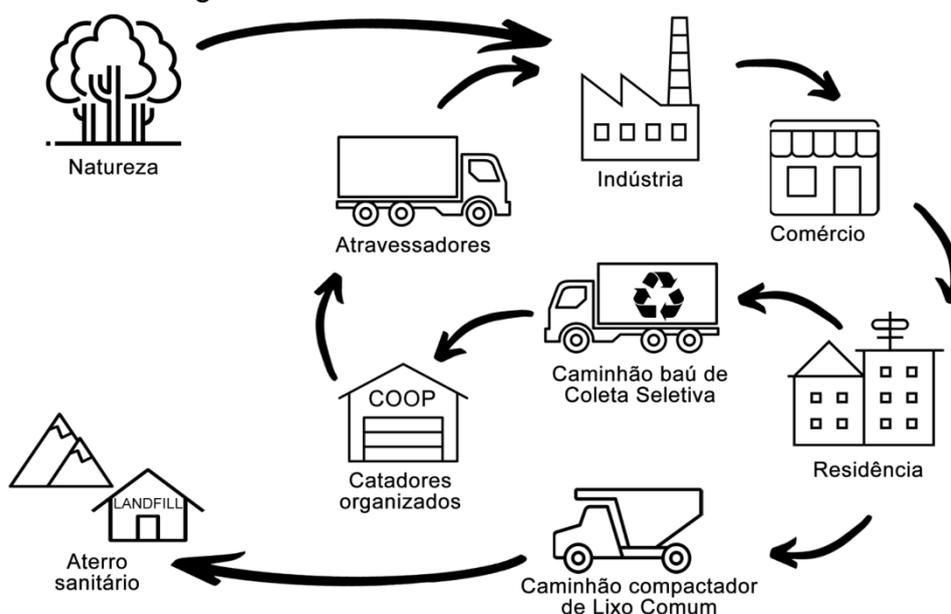
Os resíduos recicláveis coletados pelo EcoRecife são destinados às organizações de catadores de materiais recicláveis. As nove organizações reconhecidas pela cidade recebem os resíduos do programa para a realização da triagem e separação dos materiais. Apesar de serem fruto de instrumentos de coleta seletiva, a seletividade dos materiais é também feita na cooperativa, visto que a população descarta rejeitos junto aos recicláveis. Todo o rejeito separado pela cooperativa é recolhido pelo caminhão de abastecimento seguinte e levado posteriormente para o aterro sanitário da cidade, o CTR Candeias. A figura 8 apresenta o fluxo dos resíduos residenciais recicláveis coletados pelo EcoRecife.

Figura 8 - Fluxo dos resíduos do caminhão baú de coleta seletiva

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

As organizações de catadores de materiais recicláveis reconhecidas pela prefeitura da cidade recebem, em sua maioria, apenas os resíduos recicláveis oriundos do programa EcoRecife. Algumas poucas cooperativas realizam a captação dos resíduos sólidos recicláveis diretamente dos geradores.

Poucas são também as cooperativas de materiais recicláveis que comercializam resíduos diretamente com a indústria. A dificuldade fiscal e ausência de instrumentos para armazenar e transportar os resíduos sólidos recicláveis foram mencionadas pelos catadores como dificuldades para a comercialização direta, o que permite a participação de atravessadores para que o ciclo se complete. O panorama generalizado da circularidade dos RSU do município de Recife está representado na figura 9.

Figura 9 - Panorama geral da circularidade dos RSU de Recife

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Em agosto de 2020, a prefeitura de Recife iniciou o programa Recicla Mais em uma das nove cooperativas reconhecidas. O Recicla Mais consiste na reciclagem de resíduos plásticos oriundos dos RSU transformando-os em utensílios artesanais - lixeiras, fruteiras, porta-lápis, entre outros. A reciclagem do plástico coletado é possível mediante o uso das máquinas trituradora e extrusora fornecidas pela prefeitura municipal (Figura 10). Essa iniciativa permitiu que a cooperativa em questão aumentasse a renda advinda dos resíduos plásticos e, por conseguinte, dos cooperados como um todo (RECIFE, 2020).

Figura 10 - Programa Recicla Mais



Fonte: Recife, 2020

4.2 Quantidade de resíduos

Os dados sobre a quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados pelo município de Recife foram extraídos do painel de informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, 2021). No banco de dados, os RSU estão representados pelas nomenclaturas: RDO (Resíduos Sólidos Domiciliares); RPU (Resíduos Sólidos Públicos) e RPO (Resíduos de Podas de Árvore).

Como dito no capítulo anterior, de acordo com a PNRS, os resíduos sólidos urbanos são os advindos das atividades domésticas das residências urbanas, da limpeza de vias públicas e de outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010). Contudo, dado o objetivo da pesquisa, foram desconsiderados os RPO. Ressalta-se ainda a existência da categoria de resíduos sólidos intitulada “outros”, cuja especificação não existe, logo, a mesma foi também desconsiderada da análise.

Foram selecionados os dados de todo o histórico disponível sobre a geração dos RSU da cidade. Os registros disponibilizados pelo SNIS correspondem ao período compreendido entre 2003 e 2020, e apresentam as participações de cada operador responsável pela destinação dos RSU do município, sendo eles: prefeitura ou Superintendência de Limpeza Urbana (SLU); empresa privada; associação de catadores; consórcio intermunicipal; e, outro (não especificado). Os dados estão na tabela 5.

Tabela 5 - Histórico de Operadores e Geração de RSU em Recife

| Ano | Catadores | Consórcio intermunicipal | Empresa privada | Outro* | Prefeitura ou SLU | Total Geral (ton) |
|------|-----------|--------------------------|-----------------|--------|-------------------|-------------------|
| 2003 | 0% | 0% | 0% | 0% | 100,00% | 853 |
| 2004 | 0,11% | 0% | 0% | 0% | 99,89% | 477039 |
| 2005 | 0% | 99,90% | 0% | 0,09% | 0,02% | 762060,5 |
| 2006 | 0,10% | 99,80% | 0% | 0% | 0,10% | 708934,8 |
| 2007 | 0,09% | 0% | 0% | 0% | 99,91% | 755861,6 |
| 2008 | 0% | 0% | 0,76% | 99,05% | 0,19% | 727019 |
| 2009 | 0,39% | 0% | 0% | 0% | 99,61% | 241473,9 |
| 2010 | 91,92% | 0% | 0% | 0% | 8,10% | 1699,8 |
| 2011 | 0% | 0% | 100,00% | 0% | 0,00% | 508398,9 |
| 2012 | 0,18% | 0% | 99,82% | 0% | 0,00% | 591595 |
| 2013 | 0% | 0% | 100% | 0% | 0,00% | 863122 |
| 2014 | 0% | 0% | 100,00% | 0% | 0,00% | 1017685 |
| 2015 | 0% | 0% | 100,00% | 0% | 0,00% | 971951,7 |
| 2016 | 0,27% | 0% | 99,73% | 0% | 0,00% | 941047,5 |
| 2017 | 0,29% | 0% | 99,71% | 0% | 0,00% | 847520,2 |
| 2018 | 0,63% | 0% | 99,37% | 0% | 0,00% | 441143,7 |
| 2019 | 0,56% | 0% | 99,44% | 0% | 0,00% | 533113,2 |
| 2020 | 0,27% | 0% | 99,73% | 0% | 0,00% | 926182,4 |

| | | | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Total Geral | 0,001664 | 0,129789 | 0,67448 | 0,063693 | 0,130374 | 11316701 |
|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|

*Não especificado

Fonte: Elaborado pela autora, 2022

Quanto à quantidade de RSU, os dados obtidos através do SNIS, no ano de 2003, indicam que o Recife destinou ao aterro sanitário CTR Candeias 853 toneladas de resíduos. No ano seguinte, em 2004, a quantidade evoluiu para 477.039 toneladas de resíduos, o que representa um aumento de 99,82%. O quantitativo subiu novamente em 37,40%, em 2005. Nos anos seguintes permaneceu com poucas variações até o ano de 2009, no qual foram registrados 241.473,9 toneladas de resíduos, o que representa uma redução de cerca de -201,08%. No ano de 2010, a quantidade reduziu-se para 1.699,8 toneladas, uma redução de cerca de 141,060%. Em 2011, subiu 99,67%, com 508.398,9 toneladas, com pequena evolução no ano seguinte, de 14,06%.

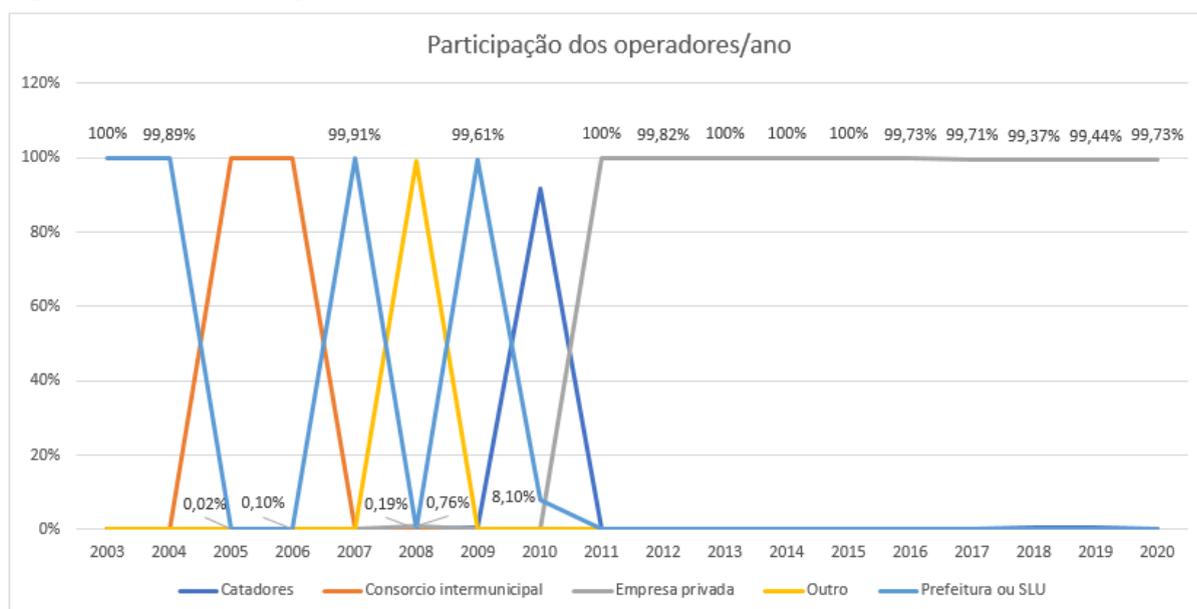
Em 2013, foi registrado o depósito de 863.122 toneladas de RSU, 31,46% a mais quando comparado ao ano anterior. Em 2014, subiu 15,19%, com 1.017.685 toneladas. No período de 2015 a 2017, registou-se uma sequência de reduções no quantitativo de resíduos, representando respectivamente -4,70%, -3,28% e -11,04%, resultando em 847.520,2 toneladas no último ano. Em 2018, a redução foi de -92,12%, resultando em 441.143,7 toneladas neste ano. No ano de 2019, o aumento foi de 17,25%, com 533.113,2 toneladas. E, em 2020, de 42,44%, com 926.182,4 toneladas. Os dados demonstram que no período de 2003 a 2020 foram depositadas 11.316.701 toneladas de RSU, por parte do município de Recife, no aterro sanitário da RMR, o CTR Candeias.

Quanto aos operadores dos resíduos, no ano de 2005, 0,08% dos resíduos não tiveram seu operador identificado, o que corresponde a 651,56 toneladas de RSU. Assim como em 2008, cujos 99,05% da quantidade depositada, equivalente a 720.146,49 toneladas de RSU, também não tiveram seu operador identificado. Em 2010, 91,92% dos RSU foram operados pelos Catadores, o que corresponde a 1562,4 toneladas. Nos anos 2004, 2006, 2007, 2009, 2012, 2016, 2017, 2018, 2019

e 2020, os Catadores também participaram como operadores, porém, as participações não superaram os 0,63% do ano de 2018.

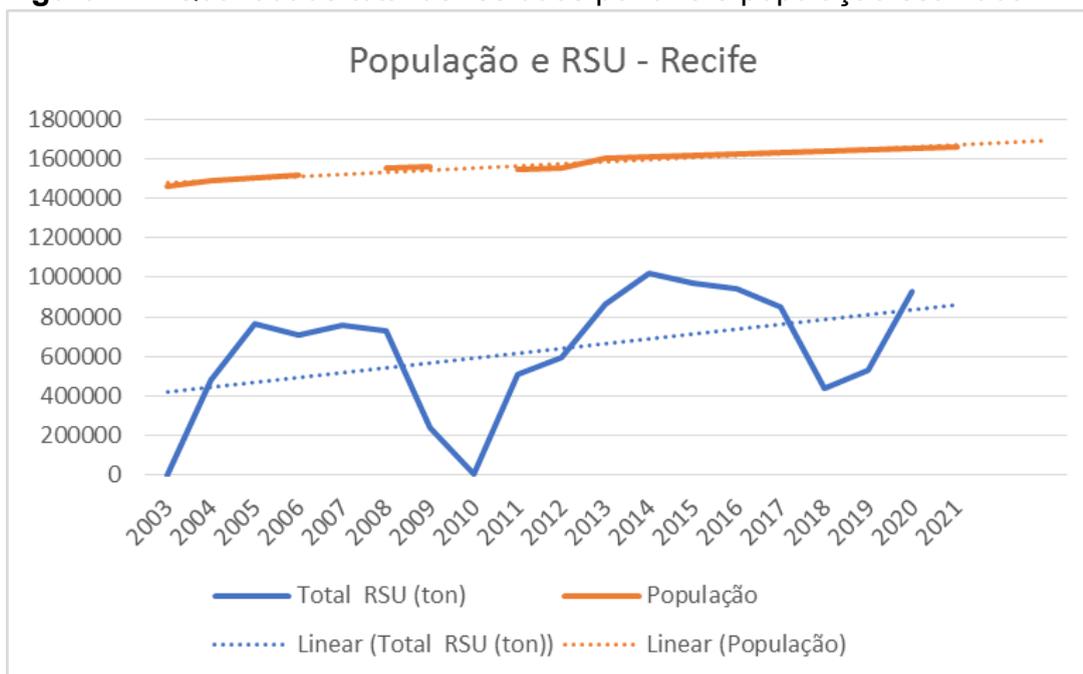
O Consórcio Intermunicipal atuou em dois anos, 2005 e 2006, nos quais foi o principal operador, com mais de 99% de participação no depósito dos RSU do município no aterro sanitário. A Prefeitura ou SLU foi responsável pelo depósito de mais de 99% dos RSU no aterro sanitário nos anos de 2003, 2004, 2007 e 2009. A participação da Prefeitura ou SLU também aconteceu nos anos de 2005, 2006, 2008 e encerrou-se em 2010, cujas participações foram de 0,016%, 0,10%, 0,18% e 8,1%, respectivamente. A análise gráfica dos dados, apresentada na figura 11, permite visualizar a variação entre os principais operadores até 2010 e a estabilização de 2011 a 2020.

Figura 11 - Participação histórica dos operadores



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Ainda de acordo com os dados do SNIS, a quantidade total de RSU gerada nos últimos 17 anos, evoluiu de 853 para 926.182,4 toneladas. E, segundo o histórico e as projeções do IBGE (2021), a população do município cresceu de 1.461.320 para 1.653.461 habitantes no mesmo período. A figura 12 apresenta a análise entre os históricos de quantidade de resíduos e número de habitantes, ambos apresentaram tendência de aumento.

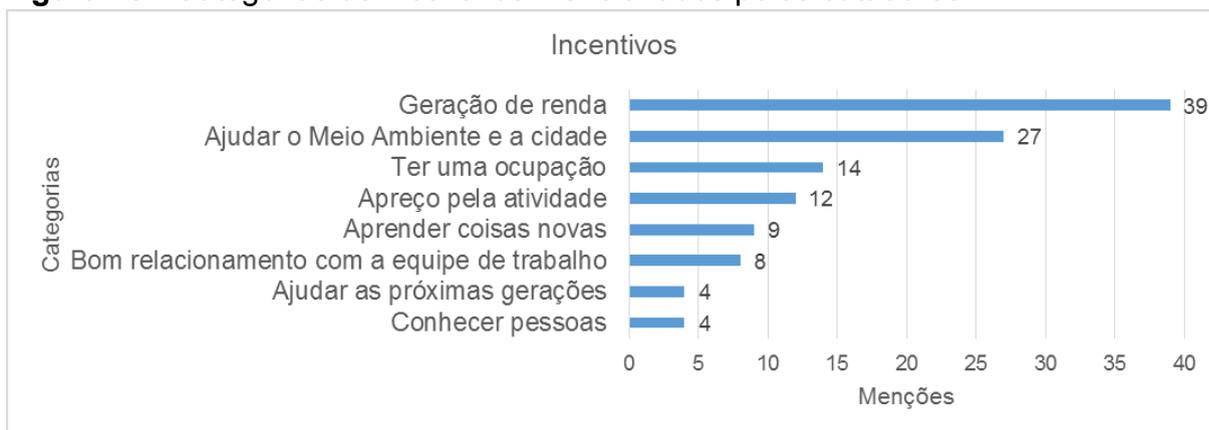
Figura 12 - Quantidade total de resíduos por ano e população estimada

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

4.3 Análise da percepção dos catadores quanto às categorias mais relevantes dos Incentivos e desafios e suas relações

A entrevista semiestruturada possibilitou questionar alguns dos catadores de materiais recicláveis pertencentes às organizações identificadas sobre os incentivos e desafios da profissão. Foram entrevistados 67 (sessenta e sete) catadores organizados, dos 125 (cento e vinte e cinco) total. As entrevistas realizadas resultaram na coleta de 117 impressões sobre os incentivos e 136 sobre os desafios para a prática da profissão de catador. As respostas foram categorizadas de modo a contemplar todas as questões relativas à atividade mencionadas pelos catadores.

Dentre os incentivos mencionados, as categorias mais expressivas foram “Geração de renda”, identificada na resposta de 39 catadores e “Ajudar o meio ambiente e a cidade”, com 27 menções, representando respectivamente 58,2% e 40,3% dos entrevistados. A figura 13 ilustra a representação gráfica.

Figura 13 - Categorias de incentivos mencionados pelos catadores

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Dos desafios mencionados, as categorias mais expressivas foram “Resíduos misturados com rejeitos”, identificada na resposta de 35 catadores e “Materiais e rejeitos descartados incorretamente”, com 28 menções, representando respectivamente 52,2% e 41,8% dos entrevistados. A figura 14 ilustra a representação gráfica.

Figura 14 - Categorias de desafios mencionados pelos catadores

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Observou-se as correlações entre as respostas mencionadas de três formas distintas: a primeira, entre as respostas sobre os incentivos; a segunda, sobre os desafios; por fim, ambas as questões relacionadas à profissão concomitantemente. Os resultados totais das correlações estão dispostos nos apêndices I e II, respectivamente.

Quanto aos **incentivos**, identificou-se correlações significativas entre possuir uma ocupação e ajudar o meio ambiente e a cidade ($\rho = 0,347, 0,01$), o bom

relacionamento com a equipe de trabalho e ajudar o meio ambiente e a cidade (rho $r = 0,303, 0,05$), ajudar o meio ambiente e a cidade e geração de renda (rho $r = 0,291, 0,05$) e aprender nova atividade e ter apreço pela atividade de catador (rho $r = 0,273, 0,05$).

Quanto aos **desafios**, identificou-se correlações significativas entre o materiais e rejeitos descartados incorretamente e resíduos misturados com rejeito (rho $r = 0,628, 0,01$), falta de reconhecimento do poder público e falta de reconhecimento por parte da população (rho $r = 0,508, 0,01$), instabilidade financeira e falta de reconhecimento por parte do governo (rho $r = 0,398, 0,01$), falta de reconhecimento por parte da população e o estigma social relacionado a profissão de catador (rho $r = 0,387, 0,01$), falta de reconhecimento do poder público e resíduos misturados com rejeito (rho $r = 0,383, 0,01$), pouca quantidade de material e baixo retorno financeiro (rho $r = 0,336, 0,01$), baixo retorno financeiro e resíduos misturados com rejeitos (rho $r = 0,324, 0,01$), pouca quantidade de material e falta de reconhecimento por parte da população (rho $r = 0,288, 0,05$) e baixo retorno financeiro e materiais e rejeitos descartados incorretamente (rho $r = 0,245, 0,05$).

Observou-se também a correlação entre os **incentivos e os desafios** identificados pelos catadores. Demonstraram-se significativas as correlações entre o bom relacionamento com a equipe de trabalho e a dificuldade de conseguir material (rho $r = 0,476, 0,01$), ajudar o meio ambiente e a cidade e a instabilidade financeira (rho $r = 0,307, 0,05$), ajudar o meio ambiente e a cidade e falta de reconhecimento por parte da população (rho $r = 0,325, 0,01$), ajudar o meio ambiente e a cidade e o estigma social relacionado a profissão de catador (rho $r = 0,264, 0,05$), ajudar o meio ambiente e a cidade e carência de estrutura/instrumento de trabalho adequados (rho $r = -0,259, 0,05$), ajudar o meio ambiente e a cidade e geração de renda (rho $r = -0,291, 0,05$), o bom relacionamento com a equipe de trabalho e carência de estrutura/instrumento de trabalho adequados (rho $r = 0,362, 0,01$), ajudar as próximas gerações e falta de reconhecimento da população (rho $r = 0,450, 0,01$), ajudar as próximas gerações e falta de reconhecimento do poder público (rho $r = 0,398, 0,01$), ajudar as próximas gerações e o estigma social relacionado a profissão de catador (rho $r = 0,250, 0,05$), ter uma ocupação e baixo retorno financeiro (rho $r = 0,336, 0,01$).

5 Discussão

5.1 Estrutura da EC em Recife

A Economia Circular tem como princípios a redução da extração dos recursos naturais finitos, a ampliação do ciclo de vida do material já extraído e a prevenção de geração de externalidades negativas (EMF, 2015). Por essa razão, é tida como importante estratégia para guiar as civilizações para um desenvolvimento sustentável. Sharma et al (2021), em seu estudo sobre a EC na gestão de resíduos, identificou que a EC deve ser priorizada nas agendas econômicas para que sejam atingidos os objetivos da ONU relativos à produção e o consumo sustentável (SHARMA et al, 2021).

No Brasil, a PNRS de 2010 trouxe a hierarquia de resíduos como um de seus objetivos, ou seja, a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos devem seguir preferencialmente a ordem de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final (BRASIL, 2010). Dessa forma, podemos entendê-la como um instrumento legal próximo da Economia Circular.

Em Recife, a atual estrutura de recuperação dos resíduos sólidos urbanos está fundamentada direta ou indiretamente em diversos instrumentos legais de âmbito federal, estadual e municipal instituídos ao longo de mais de 35 anos. A existência desses instrumentos permitiu o estabelecimento do sistema de gestão pautado na coleta, recebimento, tratamento e disposição final dos RSU em Recife, apresentado no capítulo anterior. Entretanto, o cenário atual se apresenta distante do desejado para alcançar uma perspectiva circular.

Os resultados apresentados no capítulo correspondente demonstram que a cidade de Recife, através do Programa EcoRecife, dispõe de instrumentos para prover a possibilidade de descarte correto dos RSU recicláveis gerados pela população da cidade, sendo eles os ecopontos, as ecoestações e os núcleos. A disposição geográfica dos instrumentos Econúcleo e Ecoestações do EcoRecife se faz presente em todas as Regiões Político-Administrativas do município. Observa-se

a existência de mais de uma unidade de ecoestações nas RPA 4 e 6. Essa configuração permite acreditar que há uma distribuição abrangente de pontos para receber os RSU recicláveis da população.

Entretanto, apenas o caminhão baú da coleta seletiva permite o resgate dos RSU recicláveis pelo EcoRecife. Apesar de existirem ao todo 8 (oito) tipos de instrumentos operados pelo Programa e 4 (quatro) deles estarem relacionados aos RSU recicláveis, apenas 1 (um) promove o resgate dos resíduos sólidos recicláveis direcionando-os para as cooperativas de reciclagem, o que demonstra prioridade para destinação final no aterro sanitário custeado pelo município em detrimento da reciclagem, ou seja, da redução do quantitativo de RSU aterrado e geração de renda para os catadores em condição de vulnerabilidade social.

De acordo com Santos et al (2017), em seu estudo sobre a gestão de resíduos na RMR, a implantação da **coleta seletiva** reduziria a quantidade de resíduos aterrados, **umentando seu tempo de vida útil**, ainda, os autores sugeriram a utilização de dois aterros sanitários privados e sete estações de transferência, triagem e compostagem, como a melhor alternativa para tratar os RSU da região. O estudo de Deus et al (2022), sobre as barreiras para o sucesso da gestão de resíduos sólidos, identificou que o grau de separação de resíduos na fonte, ou seja, no ambiente domiciliar, era maior nos municípios mais ecoeficientes. Assim, permite-se afirmar que a coleta seletiva impulsiona melhorias para a gestão de resíduos.

Sobre a **reciclagem**, a eficácia dos resíduos coletados na RMR é baixa, dentre os municípios que praticam coleta seletiva, apenas 1% do coletado é reciclado, cenário que estabelece distância para o cumprimento dos ODS relativos aos resíduos, como os ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis e ODS 12 - Consumo e Produção Sustentáveis (JUCÁ; BARBOSA; SOBRAL, 2020). De acordo com Pais-Magalhães et al (2022), em seu estudo sobre a associação entre redução dos gases de efeito estufa e o descarte de resíduos, as taxas de reciclagem desempenham um papel crucial para que haja um avanço no que tange a hierarquia de resíduos.

Ainda, Deus et al (2022) destacou os catadores de materiais recicláveis e as campanhas de **conscientização sobre reciclagem** municipais como dois dos fatores críticos de sucesso de municípios com maior índice de ecoeficiência. Sharma et al (2021) também recomendaram a reciclagem viabilizada por fortes políticas para atingir os ODS da ONU através da EC na gestão de resíduos. Em sua revisão de literatura sobre coleta seletiva e reciclagem, Knickmeyer (2020) corrobora com Deus et al (2022) ao constatar que a melhora da reciclagem é viabilizada também pela educação pública e a comunicação específica.

O estudo de Tong, Yu e Liu (2021) sobre a reciclagem de RSU na China para a EC, relatou a iniciativa chinesa de iniciar um plano piloto “Cidade Lixo Zero” para reestruturar a reciclagem e reduzir o quantitativo destinado à incineração e aos aterros, para atingir a meta de 35% de recuperação dos RSU. Bem como Adeleke et al (2022), em seu estudo sobre a gestão de RSU sustentável na África do Sul relatou que o país promulgou várias legislações e políticas para estimular o desenvolvimento sustentável no setor e afirmou que a intervenção e o envolvimento multissetorial são necessários para que isso ocorra.

Também visando as políticas públicas para a Economia Circular, o estudo realizado em Curitiba, avaliou cenários com e sem intervenções legais. O estudo concluiu que ações contínuas de educação ambiental são importantes, porém, não suficientes isoladamente, fazendo-se necessária intervenções em toda a cadeia para que se alcance uma mudança significativa. Ainda, os autores constataram que investir em reciclagem reduz o custo do descarte, que alternativas como a incineração podem transformar o problema dos RSU em oportunidades para alguns municípios e que o custo de não realizar intervenções, no longo prazo, é maior do que as de realizar no presente (DA SILVA, 2018).

A circularidade dos RSU de Recife acontece, majoritariamente, através dos catadores de materiais recicláveis e dos atravessadores, que são os atores responsáveis por separar e comercializar os materiais, respectivamente. Após a coleta dos RSU recicláveis pelo caminhão de coleta seletiva do EcoRecife, estes são enviados para as cooperativas e a associação de catadores de materiais recicláveis reconhecidas pela prefeitura, as quais realizam a separação e triagem dos materiais recicláveis. De modo parecido, em um município do Sul do Brasil, Santa Cruz do

Sul, a coleta dos RSU recicláveis é feita por uma cooperativa que separa, armazena e comercializa os materiais que são coletados em sua maioria nas residências dos moradores (ALMEIDA, SILVEIRA e ENGEL, 2020).

A **venda dos materiais recicláveis** separados pelos catadores e enviados para a indústria, salvo raras exceções, não ocorre diretamente com os catadores, o que permite a existência de atravessadores para que o ciclo seja fechado. Diversas foram as explicações das cooperativas estudadas para justificar a não comercialização direta com a indústria. Algumas das cooperativas afirmaram não possuir a documentação necessária para conseguir emitir as notas fiscais exigidas pelas indústrias na compra dos materiais. Uma das cooperativas afirmou que já comercializou com a indústria, mas deixou de dar continuidade por conta da ausência de pagamento no momento da entrega dos materiais, preferindo optar pelo intermediário dos atravessadores cujo pagamento é à vista. Duas cooperativas afirmaram que não possuem quantidades suficientes de materiais para conseguir ofertar diretamente para a indústria, tornando-se dependentes dos atravessadores para conseguir sua renda.

Hartmann, Hegel e Boampong (2022), em seu estudo sobre inserção de catadores na EC, identificaram que esses profissionais possuem **dificuldades em praticar autogestão** e manter a sustentabilidade de suas organizações, sendo essa uma das barreiras para inseri-los em uma gestão integrada de RSU. Porém, essa inserção é uma possibilidade real de alcançar uma gestão de resíduos municipais com ganhos econômicos, ambientais e sociais (SAKAMOTO et al, 2021).

Ainda, Sakamoto et al (2021) também afirmam que há uma necessidade de **maior participação financeira do município** na forma de **pagamento dos serviços de limpeza urbana** para ajudar a arcar com os custos de benefícios sociais e outras melhorias operacionais, como mais investimentos na triagem de máquinas e equipamentos. Oliveira, Klafke e Chaerki (2022) corroboram com seu estudo sobre os desafios da gestão de RSU no Brasil, recomendando o aumento do orçamento para melhorar a eficiência tanto na quantidade de RSU coletada, quanto recuperada. Ainda, os autores ressaltam a necessidade de se ter programas de conscientização e orientação da sociedade na destinação e separação de resíduos sólidos, visto que o processo começa com os cidadãos. Entretanto, é preciso

entender a especificidade quanto às questões legais, financeiras e culturais de cada localidade para que se adotem as melhores práticas de gestão (OLIVEIRA, KLAFKE E CHAERKI, 2022).

Dentro dessa perspectiva de recuperação de resíduos, geração de renda e reciclagem, a Prefeitura de Recife criou o programa **Recicla Mais**. Inicialmente, a iniciativa foi implantada em uma das cooperativas da cidade, com o apoio das Secretarias municipais de Inovação Urbana e da Mulher, em razão da cooperativa em questão ser formada apenas por mulheres. No ano seguinte, a iniciativa foi também inserida em outra cooperativa, com o objetivo de oportunizar o empreendedorismo dos cooperados e atrair organizações para investirem nos negócios através de participações em feiras e divulgações em redes sociais (RECIFE, 2020).

Isto posto, percebe-se que há uma intenção, por parte da Prefeitura de Recife, em melhorar a gestão de resíduos sólidos urbanos integrando os catadores de materiais recicláveis no processo de recuperação dos RSU. Porém, nota-se também que existem necessidades de treinamentos sobre gestão para proporcionar aos cooperados tanto a oficialização de suas atividades para emissão de nota fiscal, quanto para aumentar a rede de parceiros para captação de resíduos recicláveis. Além disso, a prefeitura municipal pode incentivar a população a separar seus resíduos e disponibilizar mais instrumentos do EcoRecife para captar os recicláveis e destinar às cooperativas.

Em suma, os catadores têm um papel crucial nas prioridades mundiais relativas à sustentabilidade e já causam impactos positivos valiosos em todo o mundo (ZOLNIKOV et al, 2021). Entretanto, apesar de representarem cerca de 1 a 2% dos trabalhadores em países de baixa e média renda, suas contribuições para a EC são pouco compreendidas (HARTMANN, HEGEL E BOAMPONG, 2022) e sua interação na gestão formal de resíduos é pouco comentada (PORRAS BULLA et al, 2021).

5.2 Gestão de RSU em Recife

A gestão de resíduos sólidos urbanos é um desafio comum a todas as classificações econômicas de nações. Entretanto, o enfrentamento desse desafio

não necessariamente deve seguir os mesmos passos. A gestão de RSU envolve variáveis como características dos resíduos, nível de educação ambiental, disponibilidade financeira e tecnológica, entre outras. A complexidade das relações entre as variáveis envolvidas torna a gestão de RSU um desafio com solução própria, moldada a cada realidade.

Em Recife, pôde-se perceber com a seção anterior deste capítulo, que a gestão de RSU está centrada na disposição final adequada do quantitativo coletado. A prefeitura da cidade colocou à disposição da população ferramentas para coletar os RSU produzidos sendo quase a totalidade do que é coletado é destinado para o aterro sanitário utilizado pelo município - CTR Candeias. Essa destinação final em algum tipo de aterro é comum na região da América Latina e Caribe, onde mais de dois terços do lixo produzido é destinado dessa forma, assim como o lixo de países em desenvolvimento como Índia, China e Indonésia (KAZA et al, 2018).

Apesar de a União Europeia ter fortificado as restrições para destinação em aterros sanitários e concomitantemente fortalecido as regras para reciclagem através da aplicação da hierarquia de resíduos visando avançar em direção a uma Economia Circular (UE, 2018), Pais-Magalhães et al (2022) identificaram que há discrepância na gestão de RSU entre os estados membros da UE. Alguns países da UE possuem maior variedade no tratamento dos RSU, outros ainda fazem uso de aterros sanitários primariamente (PAIS-MAGALHÃES et al, 2022), a exemplo da Bulgária (87%) e Grécia (77%), e em frações significativas, como Suécia (39%) e Espanha (43%), em 2018 (EUROSTAT, 2022).

No Brasil, de modo semelhante, a PNRS também optou por seguir a hierarquia de resíduos como guia para a tomada de decisão referente à gestão de RSU. Entretanto, a situação do país é diferente da UE, e o foco principal da PNRS foi a busca por uma destinação final adequada, ou seja, a extinção dos lixões. Kanojia e Visvanathan (2021) apontaram que a UE atualmente discute os conceitos e aplicações de EC e a Indústria 4.0 para a realização da gestão de resíduos, sendo ambos passíveis de auxiliar também países em desenvolvimento preenchendo algumas lacunas (Anbumozhi e Kimura, 2018).

Deste modo, entende-se que a disposição final em aterros sanitários já não é mais entendida por alguns dos governos de países desenvolvidos como a melhor forma de tratar os resíduos e que a reciclagem deve ser mais incentivada do que a incineração (UE, 2018), promovendo a circularidade do resíduo.

Diante do cenário mundial de geração de RSU e com base no panorama da circularidade dos RSU de Recife apresentado em sessão anterior desta pesquisa, cuja participação dos catadores se faz importante para que a separação dos resíduos destinados à reciclagem ocorra, entende-se que os catadores são importantes agentes para promover a mundialmente almejada circularidade no município brasileiro.

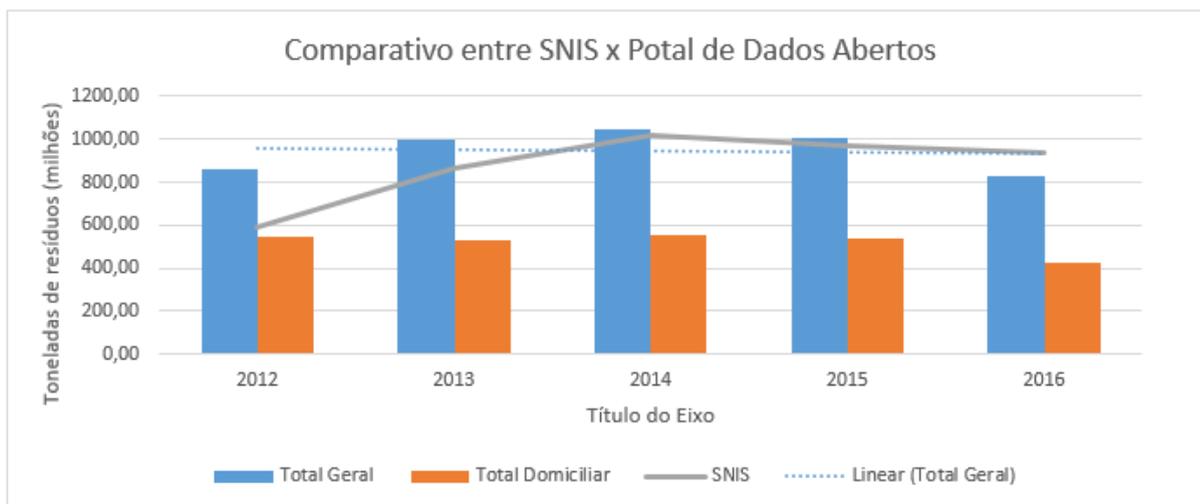
Dessa forma, com vistas a atingir o objetivo segundo desta pesquisa, de relacionar os volumes de RSU recuperados pelas cooperativas de reciclagem com o volume total do município de Recife, para entender a dimensão dessa participação no ciclo, foram solicitados os históricos dos quantitativos de RSU coletados à autarquia responsável pela gestão municipal e às organizações de catadores de materiais recicláveis.

Os dados sobre a geração de RSU do município foram solicitados à Autarquia responsável, a Emlurb, a qual forneceu o painel do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para realizar a devida consulta. Entretanto, os dados extraídos do Painel do SNIS demonstraram uma variação significativa no quantitativo de RSU do município, detalhada neste documento na seção anterior. O fato da redução de 1410,60% no quantitativo de resíduos no ano de 2010 chamou atenção frente ao cenário de aumento de 2,8% da geração de RSU na Região Nordeste, apontado pela ABRELPE (ABRELPE, 2010), naquele ano.

Para entender melhor os dados gerados pelo SNIS, outra fonte foi consultada. O Portal de Dados Abertos da Cidade de Recife (RECIFE, 2022) possui dados detalhados sobre a Pesagem de Coletas de Resíduos Sólidos do município, porém apenas dos anos de 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016. O detalhamento dos dados sobre a classificação da origem dos resíduos obtidos não permitiu identificar quais seriam considerados RSU de fato, portanto, optou-se por comparar os quantitativos de duas classificações utilizadas pelo Portal de Dados Abertos: total geral (todos os

resíduos registrados) e total de coleta domiciliar (os que são diretamente considerados como RSU) de cada ano correspondente. Os quantitativos desses anos foram extraídos e comparados com os do SNIS, como apresentado na Figura 15.

Figura 15 - Comparativo entre dados do SNIS e Portal de Dados Abertos da Cidade de Recife



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Observou-se no comparativo que o comportamento dos dados do SNIS possui mais aderência ao comportamento dos dados anuais gerais do Portal de Dados Abertos da Cidade de Recife. Contudo, os valores anuais do SNIS e do Portal diferem entre si, o que pode ser entendido como ausência de padrão de registro. Diante disso, tentou-se uma segunda vez solicitar à Autarquia os dados necessários para a realização do segundo objetivo da pesquisa através do uso da Lei de Acesso à Informação (Lei Nacional nº 12.527/2011), porém, o retorno foi o mesmo.

Além disso, os dados do SNIS também apresentaram variações significativas no que tange os operadores responsáveis por depositar os resíduos no referido aterro sanitário. Também no ano de 2010, catadores de materiais recicláveis foram responsáveis por depositar quase a totalidade dos resíduos da cidade, prática não adotada formalmente pela prefeitura da cidade em nenhum dos anos. Dadas as inconsistências, não se pôde inferir sobre os operadores responsáveis por contribuir com a colocação dos RSU no aterro sanitário utilizado pelo município.

Quanto aos catadores, das 9 (nove) organizações, apenas 1 (uma) cooperativa alegou possuir o histórico dos dados quantitativos sobre os resíduos

recebidos, entretanto, optou por não fornecê-los para a pesquisa. Outras 4 (quatro) cooperativas possuíam registros do quantitativo histórico dos resíduos e os cederam para a pesquisa, porém, os períodos eram inferiores a 2 anos e não possuíam padrão de registro - alguns possuíam falhas com registros em branco, outros continham registros parciais dos materiais do período. As demais 4 (quatro) organizações alegaram não possuir quaisquer registros históricos, pois trabalhavam apenas com os dados do período, desprezando os registros após o recebimento dos pagamentos. Esse cenário inviabilizou quaisquer análises significativas sobre os resíduos coletados pelas organizações de catadores de materiais recicláveis.

O objetivo específico proposto de identificar e comparar os volumes de RSU recuperados pelas cooperativas de reciclagem com o volume total do município de Recife não foi atingido pela falta de consistência dos dados municipais e pela carência dos registros por parte das organizações de catadores de materiais recicláveis. Em ambos os casos a situação se mostra preocupante para a cidade, visto que nenhuma das duas partes abordadas (catadores e autarquia) conseguiu fornecer os dados básicos sobre o controle da quantidade de resíduos de forma consistente. Ainda, a previsão de dados sobre a geração de RSU, crescimento populacional e PIB per capita são úteis na criação de políticas de gestão sustentável de RSU adequadas (POPLI et al., 2021).

Outro fator importante, além da quantificação dos RSU, é a sua caracterização. A análise gravimétrica dos resíduos identifica a composição do que é descartado, logo, permite que se adote estratégias mais assertivas para o tratamento dos RSU. Em países em desenvolvimento como o Brasil, a composição física dos RSU é de maior proporção materiais biodegradáveis, com cerca de 51% (ALFAIA et al., 2017).

Em Recife, 72,9% dos resíduos são de matéria orgânica e 18,6%, são recicláveis - 11,4% plástico, 5% papel/papelão, 1,5% metais e 0,7% vidro. Entretanto, a análise gravimétrica que permitiu identificar essa composição foi realizada em 2012, pelo CTR Candeias (PERNAMBUCO, 2018). Em consonância com o cenário apresentado, a composição gravimétrica dos resíduos de Recife, fundamental para o entendimento das melhores alternativas de gestão a serem adotadas, também não é feita periodicamente. De acordo com a autarquia

responsável pela gestão de RSU de Recife, nenhuma outra gravimetria foi realizada desde a emissão do PRS da RDM, em 2018.

Diante dos dados apresentados sobre geração de RSU do município, pôde-se observar a tendência de crescimento da população e da geração de resíduos em Recife. Entretanto, como já mencionado no capítulo anterior desta pesquisa, o aterro sanitário CTR Candeias possui vida útil projetada para suportar esses depósitos até 2027 (TCE-PE, 2017) e a prefeitura da cidade ainda não identificou a estratégia nem o próximo local de destinação final dos RSU.

Ikhlayel (2018) encontrou em seu estudo que os cenários nos quais os resíduos são tratados mediante uso da reciclagem possuem melhores desempenhos ambientais quando comparados com os que fazem uso de aterros ou incineração. Ainda, o estudo sugere recolocar materiais como papel, plásticos e alumínio na cadeia de abastecimento para promover uma produção mais limpa em países em desenvolvimento. Entretanto, Ikhlayel (2018) reconhece que a incineração e o aterro podem sim trazer alguns benefícios como redução de impactos adversos na saúde humana e no meio ambiente e auxiliar na transição para sociedades mais limpas, produtivas e sustentáveis.

De modo semelhante, Gutberlet et al (2020) fez um estudo comparativo entre práticas na Suíça e no Brasil, no qual identificou que alternativas de disposição final dos RSU que substituem o aterro sanitário, como a incineração para transformação de resíduo em energia, deve apenas ser adotada quando não houver possibilidade de reutilização ou reciclagem do material, como os resíduos orgânicos que podem gerar o biogás. Assim como cita a mineração de aterros como outra alternativa já reconhecida para recuperar os materiais já depositados. Ainda, o estudo aponta a reutilização e reciclagem como estratégias ligadas à EC, por contribuir com a redução da extração de recursos naturais.

No mesmo sentido, Botello-Alvarez et al. (2018) e Richard et al. (2021), identificaram em seus trabalhos que a reciclagem tem o potencial de atenuar índices de mudanças climáticas em todo o sistema de RSU, podendo ser aumentado com o apoio de coleta e recuperação eficientes, além de reduzir emissões de metano e consumo de diesel, mitigando os impactos ambientais em todos os cenários.

Percebe-se que há uma concordância na literatura científica e nas práticas de governos no que tange a prioridade da reciclagem em detrimento de outras alternativas para uma gestão de RSU mais sustentável. E que, como os países em desenvolvimento tentam acompanhar os padrões das com as nações desenvolvidas (POPLI et al., 2021), devem adotar melhores estratégias de gestão, próximas da hierarquia de resíduos presente na Economia Circular.

Porém, em seu estudo sobre a China, Zhang et al (2019) afirmam que o *status quo* da gestão de RSU está muito longe do proposto pela EC e que existem várias barreiras, das quais citam-se: falta de pressões regulatórias; falta de pressões e demandas do mercado; custos e desafios financeiros; falta de educação ambiental e cultura de proteção ambiental; falta de cooperação das partes interessadas, incluindo cooperação do provedor de serviços; e, a busca da rentabilidade no curto prazo em vez da sustentabilidade no longo prazo.

Da Silva (2018), em seu estudo na cidade brasileira de Curitiba, corrobora ao afirmar que a EC é complexa, mas acrescenta que ela pode transformar problemas em oportunidades para os municípios. Enfatizando também a necessidade de se investir em reciclagem em detrimento do aterramento, dado o custo futuro dessa prática, que tende a se tornar ainda mais elevado ao longo dos próximos anos.

Porém, como dito por Popli et al. (2021) em seu estudo sobre gestão de RSU em Laos, é difícil chegar a uma conclusão útil sobre como gerenciar ou manusear os RSU sem os dados informativos relacionados aos RSU. E, realizar a adaptação do sistema de gestão de RSU ao contexto local é um ponto-chave, e o sistema de EC exige a participação pública (KNICKMEYER, 2020).

Por fim, pode-se compreender que há um entendimento e um esforço mundial para que haja a recuperação dos resíduos por via da reciclagem e que a EC, pela hierarquia de resíduos, é vista como chave para abrir caminhos para uma gestão de RSU verdadeiramente sustentável. Em Recife, percebe-se a existência de uma estrutura que pode viabilizar a reciclagem de materiais de forma mais eficiente.

Contudo, como outras cidades de países em desenvolvimento, há necessidade de estabelecer uma educação ambiental para a população e de reestruturar a gestão de RSU incluindo os catadores de materiais recicláveis como

agentes reconhecidos formalmente pelas esferas públicas e privadas. Além disso, faz-se necessário dispor de dados padronizados sobre a coleta e destinação de RSU para que seja possível planejar e estabelecer estratégias e políticas de gestão de RSU adequadas à realidade da cidade e que tragam melhorias significativas.

5.3 Catadores de RSU em Recife dificuldades e incentivos

A atividade de um catador de materiais recicláveis já se mostrou na literatura como fundamental para a gestão de RSU em países em desenvolvimento. No Brasil, os catadores também possuem um importante papel social e econômico para o sistema de gestão de resíduos nacional, não à toa, foram considerados na PNRS.

Existem várias razões para que a profissão de catador seja exercida. Nesta pesquisa, foram identificados os incentivos e desafios dos catadores da cidade de Recife para que suas ações sejam praticadas. A maior parte dos incentivos diz respeito à obtenção de uma fonte de renda, ao desenvolvimento de relacionamentos e reconhecimento do impacto positivo de sua atividade. Quanto aos desafios, os mesmos corroboram com os já relatados por catadores de outras localidades apresentados em estudos e dizem respeito às condições adversas de segurança, obtenção de material e questões financeiras.

O incentivo mais mencionado para desempenhar atividade de catador condiz com os estudos presentes na literatura. O achado do incentivo financeiro corrobora com o estudo de Uddin et al (2020), realizado em Bangladesh, que também identificou a necessidade de geração de renda imediata como fator de entrada de pessoas em vulnerabilidade econômica no mercado de recicláveis como catadores. No Brasil, a atividade é citada como a principal fonte de renda dos 84,1% dos catadores de materiais recicláveis (IPEA, 2017).

Ainda, no mesmo estudo, Uddin et al (2020) relata que a opção é a de menor barreira de entrada, o que a torna atrativa para as pessoas em vulnerabilidade socioeconômica. De acordo com o estudo de Gutberlet et al (2020), a atividade de reciclagem de base, ou seja, a atividade de um catador de material reciclável, beneficia especialmente mulheres, minorias e populações vulneráveis e marginalizadas, dada a baixa barreira de entrada. A importância da atividade para as

mulheres, também foi identificada na presente pesquisa, uma vez que 53,6% dos catadores organizados da cidade de Recife são mulheres. Algumas catadoras entrevistadas afirmaram que a geração própria de renda lhes concedeu autonomia perante seus relacionamentos conjugais e familiares.

Cerca de 40% dos catadores organizados de Recife consideraram um fator de incentivo para o desempenho de sua atividade a importância dela para a sociedade e o meio ambiente. A pesquisa também identificou correlações entre esse incentivo com os de: possuir uma ocupação, ter um bom relacionamento com a equipe de trabalho e geração de renda.

Muitos dos catadores alegaram não conseguir outras oportunidades de trabalho devido ao baixo grau de instrução e que se sentiam bem em possuir um local para se dirigir diariamente para desempenhar uma atividade e receber remuneração, mesmo que pequena. A realidade da baixa escolaridade também se refletiu em um estudo realizado no estado do Paraná, no qual apenas 5% dos catadores entrevistados alegaram ter concluído o ensino fundamental, 68% não chegaram a concluir e 27% são analfabetos (RODE, STOFFEL e MOURA, 2021).

Além disso, aproximadamente 18% dos catadores entrevistados se orgulham da atividade de catador, dados os impactos positivos de seu trabalho e também da forma honesta de conseguir se sustentar através da profissão exercida. Cerca de 13,4% dos catadores informaram que não conheciam a possibilidade de geração de renda dos resíduos e suas diversas classificações e características antes de ingressarem nas respectivas cooperativas, sendo esses aprendizados considerados positivos para eles.

Os 12% satisfeitos com as equipes de trabalho criaram laços de coleguismo e amizade com outros cooperados, proporcionando um ambiente menos hostil para a execução do trabalho árduo e expandindo o ciclo social do catador. De acordo com o estudo de Rode, Stoffel e Moura (2021) sobre o perfil de catadores no Sul do Brasil, eles são excluídos e discriminados pela sociedade por sobreviverem do que é descartado por ela. Marques, Zolnikov e Noronha (2021), afirmam que no Brasil a vulnerabilidade é mais significativa para a população feminina.

Sobre os **onze desafios** mencionados, o mais expressivo foi o relacionado à presença de rejeitos dentre os materiais da coleta dita seletiva. Apesar de receberem o caminhão de coleta seletiva do Programa EcoRecife, os cooperados relataram que os **resíduos recicláveis chegam com muito rejeito**, o que permite interpretar que não há a devida separação na fonte geradora, ocasionando esse tipo de situação.

Rathore and Sarmah (2021) sugerem que deve haver separação dos RSU na fonte geradora para que alguns dos problemas existentes na gestão de RSU sejam enfrentados. Dentre os problemas existentes em uma gestão de RSU, pode-se citar que a não separação resulta na perda de materiais recicláveis por contaminação com os rejeitos, impedindo maior redução do volume destinado ao aterro sanitário utilizado pela cidade de Recife.

Em seu estudo de revisão de literatura, Knickmeyer (2020) identifica que os programas educacionais e a comunicação direcionada sobre triagem de resíduos como norma social são cruciais para que a “cultura da reciclagem” seja estabelecida em uma comunidade. Na Lituânia, a implementação de programas de educação e informação ambiental e diversas iniciativas públicas amigas do ambiente contribuíram positivamente para o reforço da consciência e do comportamento pró-ambiental (MINELGAITĖ e LIOBIKIENĖ, 2021).

O estudo de Rathore and Sarmah (2021) realizou uma análise numérica dos modelos de separação e não separação de resíduos na cidade de Bilaspur, na Índia, e identificou que a separação de RSU proporciona alta taxa de coleta e mais lucro quando comparado a um cenário onde a separação não ocorre. Ou seja, a seletividade dos resíduos é mais favorável para a limpeza e geração de lucro.

Apesar de Rathore and Sarmah (2021) identificarem que a não separação dos resíduos é comum em cidades de muitos países de baixa e média renda, a necessidade da implantação de uma coleta seletiva também foi identificada em países do Leste europeu pelo estudo de Skryhan et al (2018), o que demonstra que há proximidade nos problemas relacionados à gestão de resíduos em diferentes países.

A presente pesquisa também identificou correlação significativa entre os resíduos misturados com rejeitos e o descarte incorreto, segundo desafio mais mencionado pelos catadores. Porém, o **descarte inadequado** mencionado está direcionado aos resíduos perigosos, que possuem potencial significativo de contaminar ou ferir os catadores, dada a forma de disposição. Como exemplo de material descartado incorretamente, os catadores recifenses relataram as seguintes situações: seringas de uso residencial sem a capa de proteção na agulha; fezes de animais e animais mortos em sacos com recicláveis; cacos de vidro em sacos plásticos ou soltos com os demais resíduos; e, máscaras utilizadas durante a pandemia de COVID-19 sem embalagem.

Na revisão sistemática mais recente sobre riscos ocupacionais dos catadores, os riscos mais relatados foram o físico (tropeços, quedas), social (baixa escolaridade, moradias precárias), biológico e químico (devido ao contato com insetos, pesticidas, bactérias, animais, sangue, etc.), de falta de uso de equipamentos de proteção individual (EPI), ergonômico (atividades de levantamento de peso repetitivo) e mecânico (risco de serem atingidos por máquinas e equipamentos), nesta respectiva ordem (ZOLNIKOV et al, 2021).

O estudo bibliográfico de revisão de Madsen et al (2021) avaliou os riscos biológicos associados aos catadores e ressaltou que problemas gastrointestinais, irritação dos olhos e da pele foram relatados em trabalhadores envolvidos na coleta de resíduos. E, trouxe como fatores impulsionadores da contaminação a não vedação dos sacos de resíduos e as baixas frequências de coleta - comuns na prática de separação dos resíduos para coleta seletiva.

A falta de **reconhecimento da população** pelo trabalho do catador, que está atrelado ao também mencionado **estigma social da profissão**, também foram mencionados como desafios. Muitos dos catadores entrevistados acreditam que a falta de reconhecimento de seus trabalhos influencia a não separação por parte dos geradores de resíduos e ainda os fazem sofrer com o estigma social relacionado a sua profissão.

Uma das cooperativas trabalha recolhendo a maior parte de seus materiais em condomínios residenciais do bairro e seus cooperados comentaram que após

uma apresentação para os condôminos sobre a importância do trabalho de reciclagem, a quantidade de materiais recicláveis separados pelos mesmos aumentou significativamente.

Sobre o estigma, o livro “A história do lixo”, de Emílio Eigenheer (2009), retrata a gestão de resíduos das cidades nas civilizações desde a antiguidade até o século XX e, nesta trajetória, o autor ressalta que as atividades de manejo dos resíduos eram quase sempre desempenhadas por excluídos sociais (prisioneiros, estrangeiros, escravos, mendigos, etc.) e que esta prática de direcionar essa atividade para os “socialmente inferiores” permanece até os dias atuais.

Corroborando com o dito por Eigenheer (2009), Porras Bulla et al (2021), em seu estudo sobre o estigma da profissão o hemisfério norte, constatam que nessa parte do globo os catadores tendem a ser rotulados como minorias étnicas ou imigrantes em situação de exclusão social. Nesta pesquisa, os catadores entrevistados relataram a dificuldade de estabelecer relacionamentos com pessoas por conta da sua profissão, ficando muitas vezes com ciclo social reduzido aos demais catadores da cooperativa e suas famílias.

Em outro estudo, Hartmann, Hegel e Boampong (2022) relata que uma das causas para que a atividade de catador não seja considerada uma profissão é a de que não exige formação ou treinamento para ser desempenhada, razão esta que culmina na já mencionada baixa barreira de inserção e atração indivíduos com dificuldades de inserção no mercado formal.

Outro desafio mencionado foi o de haver **pouco material reciclável para vender**. Quase todas as cooperativas alegaram que conseguem uma pequena quantidade de material reciclável e que não conseguem negociar melhores preços para comercialização por essa razão. E, quando questionados sobre a possibilidade de armazenamento dos materiais para aumentar o volume, cada cooperativa argumentou com suas limitações, sendo elas: pouco espaço para juntar todos os resíduos até o volume adequado; inexistência de local coberto para armazenar os resíduos; necessidade de recebimento imediato para garantir a subsistência dos cooperados; e, falta de transporte para o grande volume de resíduos, o que dificulta a comercialização. Corroborando com o abordado pelos catadores, o estudo de

Tong, Yu e Liu (2021) identificou como uma das fraquezas da reciclagem por parte dos catadores a falta de economia de escala.

A **dificuldade de conseguir material**, relatada por alguns dos catadores entrevistados, está relacionada à dificuldade de conseguir parcerias para prover a escala. Os principais geradores de grandes volumes de materiais valorizados pelo mercado de recicláveis (p. ex. alumínio e papelão) geralmente possuem parcerias com empresas especializadas dadas as necessidades periódicas de coleta de resíduos que nem sempre as cooperativas conseguem atender.

Além da já citada fragilidade relativa ao recebimento de pagamento, há também a dificuldade de lidar com as adversidades por escassez de recursos. A exemplo, uma das cooperativas que possuía um caminhão para realizar coleta em um grande gerador e em condomínios residenciais precisou interromper as atividades por algumas semanas para conseguir o valor para reparar o caminhão que havia apresentado problemas. No intervalo de tempo necessário para realizar o reparo, a necessidade de seus então fornecedores foi atendida por outros participantes do ramo, fazendo com que a cooperativa perdesse seus principais fornecedores.

Outra questão desafiadora relatada foi a **falta de reconhecimento do poder público** frente a importante atividade de recuperação de resíduos desempenhada pelos cooperados. Os catadores levantaram ações que, no entendimento deles, o poder público poderia realizar para melhorar a execução de suas atividades, sendo elas: ações recorrentes de educação ambiental para conscientizar a população sobre como e a importância de separar os resíduos corretamente; disponibilizar auxílios como cestas básicas para os catadores de materiais recicláveis não sofrerem com falta de alimento nos períodos de baixo retorno financeiro; viabilizar atendimento especial em unidades de saúde ou custeio de remédios para tratar problemas dermatológicos e gastrointestinais recorrentes entre os catadores; e, por fim, incentivos fiscais e políticos para auxiliar a comercialização das cooperativas diretamente com as indústrias.

As ações mencionadas pelos profissionais podem também ser entendidas como adoção de políticas públicas para incentivar a atividade de catação. Segundo

Hu et al (2021), políticas voltadas para regulamentação e educação ambiental para a comunidade auxiliam na formação de intenções positivas em relação a separação de resíduos para a coleta seletiva. Deus et al (2022) identificou, em seu estudo sobre os fatores críticos de sucesso para a gestão de RSU, que a educação ambiental é fundamental para melhorar os indicadores.

Para Skryhan et al (2018), as políticas nos sistemas de gestão de resíduos devem estabelecer mecanismos econômicos e financeiros para apoiar o processamento dos resíduos e estimular a população a reduzir sua geração e, de acordo com Sakamoto et al (2021), devem integrar os catadores nesses sistemas. Entretanto, Porras Bulla et al (2021) ressalta que as atuais políticas públicas para viabilizar a coleta seletiva tendem a priorizar proibições em detrimento do reconhecimento dos benefícios ambientais dessa atividade. E, que pouco é dito sobre as contribuições ambientais dos catadores e a forma de inseri-los nos sistemas formais de gestão de resíduos.

As dificuldades de organização na ordem política para tratar dos RSU considerando os catadores de materiais recicláveis é um desafio das nações que convivem com esse cenário de não consideração formal desses profissionais. Trinh et al (2021), em seu estudo no Vietnã, identificou que a implementação de políticas é crucial para que a gestão de resíduos sólidos ocorra.

A situação encontrada em Recife não é apenas uma dificuldade local, um estudo realizado em Bangladesh, por Uddin et al (2020), aponta que há evidente falta de infraestrutura e políticas específicas para apoiar os catadores de materiais recicláveis no país, que a profissão não é reconhecida como tal e que não há pagamento pelo serviço prestado.

Ainda, outras questões levantadas estão relacionadas à **estrutura física e instrumentos de trabalho**, nesse quesito, as cooperativas recifenses destoam umas das outras. As cooperativas relataram as seguintes carências: de instrumentos básicos para a atividade como pás, vassouras, sacos de separação de resíduos e luvas; de maquinário como prensa compactadora ou caminhão para transportar resíduos; de estrutura física como cobertura das áreas de separação e armazenamento de materiais; e, também relacionada à estrutura física, a ausência

de corrente de ar no ambiente, de espaço separado para realizar refeições e armazenar documentos.

A ausência de EPIs básicos (luvas, máscaras e sapatos fechados) para lidar com resíduos pode aumentar os potenciais risco à saúde para quem os manipula. Um estudo realizado na cidade do Rio de Janeiro identificou que há uma possível contaminação por Adenovírus humano em pessoas que lidam com resíduos em geral por respingos (58%) e por contato com as mãos enluvadas na boca (33%). E que, em um cenário no qual os catadores não utilizam luvas, o risco de contaminação aumenta para 67% (LANZARINI, et al. 2022).

O já mencionado estudo de (ZOLNIKOV et al, 2021) também identificou que o não uso de EPIs pode aumentar os riscos ocupacionais diários. As atividades do dia a dia de um catador envolvem a triagem e levantamento de sucata pesada, trabalhar ao ar livre no calor ou em galpões com pouca ventilação, sofrer escorregões e quedas trabalhando em terreno instável, entre outros. Um trabalho árduo

Os riscos atrelados a essas atividades podem ser reduzidos através da adoção de medidas de controle simples como a adoção de EPI, redução dos tempos de exposição ao sol, disponibilização de terrenos planos (ZOLNIKOV et al, 2021), uso de equipamento para facilitar triagem (esteira), implantação de coberturas que protegem do sol e da chuva e permitam ventilação para as áreas de triagem e armazenamento, entre outras medidas.

De acordo com o IPEA (2017), a distância geográfica entre as cooperativas e as poucas indústrias que compram materiais recicláveis geralmente costumam ser significativas, exigindo das cooperativas e até mesmo dos atravessadores organização dados os altos custos de transporte e armazenamento. No caso das cooperativas, a aquisição e manutenção de um caminhão para realizar tanto a coleta como o transporte desses resíduos favorece a sua atuação independente, porém, necessita de um nível de organização não alcançado pela maioria das cooperativas entrevistadas. Além dos riscos ocupacionais, a carência de estrutura física e de instrumentos de trabalhos impedem a otimização do trabalho dos catadores.

Outro desafio foi o de **baixo retorno financeiro**. Segundo Gutberlet (2021), a maioria dos catadores não recebe remuneração justa pelos serviços que prestam.

Diversas questões estão atreladas ao preço de venda dos materiais das cooperativas, dentre elas podemos citar volume, venda direta com o consumidor (indústrias), questões legais (regularidade fiscal), periodicidade de fornecimento dos materiais, tipo de material, qualidade dos materiais separados, entre outros. De acordo com Sakamoto et al (2021), apesar de algumas conquistas políticas, as organizações de catadores brasileiras ainda enfrentam muitos desafios, dentre eles a sustentabilidade financeira.

Ainda, de acordo com o IPEA (2017), a renda dos catadores brasileiros também sofre variações com o movimento do dólar americano e os demais preços internacionais relacionados aos produtos coletados, como petróleo, alumínio, celulose, etc., assim como os períodos de crise econômica. No caso da presente pesquisa, as entrevistas foram realizadas durante a crise na pandemia de COVID-19, na qual a moeda local estava desvalorizada perante o dólar americano, tornando os materiais recicláveis mais atraentes para a indústria do que a matéria prima virgem.

Nesse caso, as cooperativas poderiam lucrar mais com os materiais comercializados, na teoria. De acordo com os catadores, as cooperativas ganharam mais concorrentes e a quantidade de material recebida pelos caminhões da coleta seletiva do EcoRecife era maior antes do início da pandemia de COVID-19 no Brasil (março de 2020), além da redução nos preços pagos pelos atravessadores pelos materiais separados. Nesse cenário, apenas uma das cooperativas alegou que conseguiu aumentar sua renda média mensal através do recebimento dos caminhões do EcoRecife. Outras duas cooperativas alegaram que houve redução significativa no recebimento de caminhões do EcoRecife, o que impactou diretamente a renda média mensal de seus cooperados.

Apenas duas cooperativas recifenses demonstraram possuir as competências necessárias para comercializar seus resíduos com melhores preços, ou seja, diretamente para a indústria. Entretanto, ambas as cooperativas abandonaram essa prática durante os anos de 2020 e 2021, alegando que a indústria por vezes não realiza o pagamento imediatamente, o que dificulta a subsistência dos cooperados, fazendo a cooperativa negociar com os atravessadores cujo pagamento é imediato.

A **instabilidade financeira**, também mencionada como um dos fatores desafiadores, diz respeito às questões anteriormente abordadas de não regularidade na coleta de resíduos, na alternância de preços comercializados, nas condições de disponibilidade de instrumentos e estrutura de trabalho adequados e nas necessidades de subsistência de cada catador. O estudo do IPEA (2017) demonstrou que o setor da reciclagem, no Brasil, possui particularidades e desafios em termos de mobilização coletiva para geração de renda dada as características do ramo e das realidades sociais de cada profissional inserido.

Nota-se que a participação dos catadores é delicada ao ponto de que a comercialização com maiores lucros pode não se fazer possível mesmo com as condições ditas favoráveis. Infelizmente essa vulnerabilidade pertence ao ramo, também segundo o estudo de Uddin et al (2020), os catadores de Dacca, capital de Bangladesh, não possuem agência para influenciar os preços dos materiais recicláveis, ficando à mercê dos outros participantes do sistema de resíduos que são mais poderosos que os catadores.

Outro aspecto desafiador mencionado, por poucos catadores, foi o do **trabalho pesado**, fato esse que demonstra a realidade dos catadores e permite inferir que para a maioria deles a geração de renda e a preocupação com meio ambiente é mais importante do que desempenhar um trabalho árduo em condições de pouca ou nenhuma segurança física, biológica, financeira e alimentar.

Os incentivos e desafios relatados pelos catadores da cidade de Recife correspondem com aspectos levantados pelas literaturas local e mundial. As diversas realidades dos catadores de materiais recicláveis convergem na vulnerabilidade social e econômica da profissão.

Além de todas as questões relatadas, ainda há outras problemáticas relacionadas às novas alternativas para gerir os RSU. Um estudo comparativo entre a gestão de RSU do Brasil e da Suíça realizado por Gutberlet et al (2020) identificou que para os catadores de materiais recicláveis do Brasil, a reutilização e reciclagem são melhores do que a incineração, pois esta significa comprometimento de seus empregos.

5 Conclusão

Diante do cenário de crescente população e geração de resíduos sólidos urbanos atrelada a condição de destinação final finita em Recife e as questões sobre desenvolvimento sustentável globais pautadas na proposição da Economia Circular, a presente pesquisa buscou identificar como ocorre a economia circular relativa aos resíduos sólidos urbanos (RSU) da cidade de Recife e analisar a participação dos catadores de materiais recicláveis no referido contexto.

Para tal, foram trabalhados os três objetivos específicos: a) descrever a estrutura da economia circular dos RSU da cidade de Recife; b) identificar e comparar os volumes de RSU recuperados pelas cooperativas de reciclagem com o volume total do município de Recife; e, c) identificar os desafios e incentivos para a realização das atividades por parte das cooperativas de reciclagem da cidade de Recife.

Ao descrever a **estrutura da EC** referente aos RSU da cidade, percebeu-se que os catadores de materiais recicláveis são responsáveis por permitir o fechamento do ciclo dos RSU ao triarem, armazenarem e permitir a comercialização desses resíduos por vias dos atravessadores (intermediários) ou de forma direta. Percebeu-se também que existe uma intenção da prefeitura municipal em melhorar a gestão de RSU no que tange a hierarquia de resíduos integrando os catadores de materiais recicláveis no EcoRecife, uma vez que o instrumento de transporte da coleta seletiva possui como destino de despejo as organizações de catadores reconhecidas pela Prefeitura. Ainda, há uma iniciativa recente de fomentar a reciclagem do plástico coleta através da produção de utensílios artesanais, possibilitada pelo maquinário e treinamento concedido pela Prefeitura às cooperativas.

Sobre o **quantitativo de resíduos**, os dados sobre a geração de RSU do município foram extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Entretanto, os dados extraídos do SNIS demonstraram uma variação significativa no quantitativo de RSU do município em comparação com outras fontes

também oficiais, o que demonstrou inconsistência. Quanto aos catadores, apenas 1 (uma) cooperativa alegou possuir o histórico dos dados quantitativos sobre os resíduos recebidos, entretanto, optou por não os fornecer para a pesquisa. Outras 4 (quatro) cooperativas possuíam registros do quantitativo histórico dos resíduos e os cederam para a pesquisa, porém, os períodos eram inferiores a 2 anos e não possuíam padrão de registro. As demais 4 (quatro) organizações alegaram não possuir quaisquer registros históricos, pois trabalhavam apenas com os dados do período, desprezando os registros após o recebimento dos pagamentos. Esse cenário inviabilizou quaisquer análises significativas sobre os resíduos coletados pelas organizações de catadores de materiais recicláveis, **não permitindo atingir o objetivo específico proposto.**

Quanto aos **incentivos e desafios**, a entrevista semiestruturada permitiu identificar que os mais considerados foram os aspectos relacionados à geração de renda, contribuição para a preservação do meio ambiente e a manutenção da limpeza da cidade e temas relacionados ao descarte incorreto e inadequado dos RSU e a falta de reconhecimento da sociedade perante o trabalho de catador de resíduos, respectivamente.

O **estudo permitiu observar** a atual configuração da gestão de resíduos sólidos urbanos da cidade e Recife e refletir sobre suas limitações e potencialidades, assim como buscou entender as perspectivas dos principais atores responsáveis pela recuperação dos RSU para seu retorno ao ciclo, provendo a Economia Circular. Dessa forma, acredita-se que o entendimento das necessidades de melhoria possam contribuir para que os tomadores de decisão e a sociedade possam contribuir ativamente de forma mais assertiva para alcançar o desenvolvimento sustentável baseado no cumprimento de importantes Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU atrelados ao setor de RSU.

A **pesquisa se limitou** ao município de Recife, as cooperativas e associação de catadores reconhecidas pela prefeitura municipal e a questionar os desafios e incentivos apenas na perspectiva de um dos atores do processo (catadores). Para **pesquisas futuras, sugerem-se:** a) a ampliação das entrevistas para outros catadores pertencentes a cooperativas e associações não reconhecidas pela prefeitura ou não organizados, para identificar se os aspectos levantados

corresponde a realidade desses profissionais como um todo; b) a expansão da pesquisa para demais municípios da Região Metropolitana de Recife, responsáveis pela mais expressiva geração de RSU do estado de Pernambuco; c) questionar outros atores envolvidos no processo sobre as limitações na execução de ações no ciclo da EC de RSU, como os cidadãos geradores de RSU e os profissionais participantes dos diversos instrumentos do Programa EcoRecife.

REFERÊNCIAS

ABILA, Beatrice; KANTOLA, Jussi. Waste management: relevance to environmental sustainability. **International Journal of Environment and Waste Management**, v. 23, n. 4, p. 337-351, 2019.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama 2015**. 2015. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2015/>. Acesso em 21 de maio de 2020.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama 2020**. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em 19 de maio de 2020.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama 2021**. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em 21 de dezembro de 2021.

ADELEKE, Oluwatobi et al. Towards sustainability in municipal solid waste management in South Africa: a survey of challenges and prospects. **Transactions of the Royal Society of South Africa**, p. 1-14, 2020.

ANBUMOZHI, Venkatachalam et al. **Industry 4.0: Empowering ASEAN for the circular economy**. 2018.

ANBUMOZHI, Venkatachalam; KIMURA, Fukunari. **Industry 4.0: Empowering ASEAN for the circular economy**. Economic Research Institute for ASEAN and East Asia. 2018. Disponível em: <https://think-asia.org/handle/11540/9381> Acesso em: 25 de junho de 2021.

APA - Agência Portuguesa do Ambiente. Relatório Anual Resíduos Urbanos 2019. Agência Portuguesa do Ambiente—Departamento de Resíduos: Lisboa, Portugal, 2020.

BAULI, Mariana Rodrigues; PIÃO, Roberta de Castro Souza. **Economia circular: uma análise das estruturas de governança**. 2020. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-12042021-155758/pt-br.php>.

BENYUS, Janine M. **Biomimética: inovação inspirada pela natureza**. Editora Cultrix, 2003.

BOTELLO-ÁLVAREZ, José Enrique; RIVAS-GARCÍA, Pasiano; FAUSTO-CASTRO, Liliana; ESTRADA-BALTAZAR, Alejandro; GOMEZ-GONZALEZ, Ricardo . Informal collection, recycling and export of valuable waste as transcendent factor in the

municipal solid waste management: A Latin-American reality. **Journal of cleaner production**, v. 182, p. 485-495, 2018.

BRASIL. Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. **Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis**, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** (PNRS), Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Lei nº 2.312, de 3 de setembro de 1954. **Normas Gerais sobre Defesa e Proteção da Saúde**. Rio de Janeiro, RJ, 1954.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Lei nº 5.318, de 26 de setembro de 1967. **Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento**. Brasília, DF, 1967.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DF, 1981.

BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Série histórica: resíduos sólidos**. Brasília: SNIS, 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>

CE - Comissão Europeia. **A Economia Circular: interligação, criação e conservação de valor**. Bruxelas: Comissão Europeia. 2014. Disponível em: <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/c8cfd1ae-6285-40ba-879f-f2e78e4c2b6e> Acesso em: 22 de junho de 2021.

CE - Comissão Europeia. **Para uma economia circular: programa para acabar com os resíduos na Europa**. Bruxelas: Comissão Europeia. 2015. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/PT/1-2014-398-PT-F1-1.Pdf> Acesso em 10 de junho de 2021

CHARTER, Martin. **Designing for the circular economy**. Routledge, 2018.

COSENZA, José Paulo; DE ANDRADE, Eurídice Mamede; DE ASSUNÇÃO, Gardência Mendes. A circular economy as an alternative for Brazil's sustainable growth: Analysis of the national solid waste policy [Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: Análise da política nacional de resíduos sólidos]. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. 16147, 2020.

DA SILVA, Christian Luiz. Proposal of a dynamic model to evaluate public policies for the circular economy: Scenarios applied to the municipality of Curitiba. **Waste Management**, v. 78, p. 456-466, 2018.

DE ALMEIDA, Giovana Goretti Feijó; DA SILVEIRA, Rosí Cristina Espindola; ENGEL, Vonia. Coleta e reciclagem de resíduos sólidos urbanos: contribuição ao debate da sustentabilidade ambiental. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 2020, 12.2: 289-310.

EIGENHEER, E. M. **A história do lixo**: a limpeza urbana através dos tempos. Porto Alegre: Gráfica Pallotti, 2009. v. 1. 144p.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Rumo à economia circular**: o racional de negócio para acelerar a transição. 2015. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf. Acesso em: 16 de junho de 2021.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Uma economia circular no Brasil**: uma abordagem exploratória inicial. 2017. Disponível em: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf. Acesso em: 16 de junho de 2021.

EUROSTAT - Statistical Office of the European Union. **Waste generation and treatment**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/data/database>. Acesso em: 9 de junho de 2022.

EXPOSITO, Alfonso; VELASCO, Francisco. Municipal solid-waste recycling market and the European 2020 Horizon Strategy: A regional efficiency analysis in Spain. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 938-948, 2018.

GEISSDOERFER, Martin; SAVAGET, Paulo; BOCKEN, Nancy M.P.; HULTINK, Erik Jan. The Circular Economy - A new sustainability paradigm?. **Journal of Cleaner Production**, 2017, 143, 757-768. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOSC - General Office of the State Council. Work plan on “Zero-waste city” pilot program in China. Disponível em: <http://www.mee.gov.cn/home/ztbd/2020/wfcsjssd gz/dcsj/wfcszcyj/201906/P020190606505202335490.pdf>. Acesso em: 29 de junho de 2021.

GUTBERLET, Jutta et al. Participatory solid waste governance and the role of social and solidarity economy: experiences from São Paulo, Brazil. **Detritus**, n. 13, p. 167, 2020.

GUTBERLET, Jutta. Grassroots waste picker organizations addressing the UN sustainable development goals. **World Development**, v. 138, p. 105195, 2021.

GUTBERLET, Jutta; BRAMRYD, Torleif; JOHANSSON, Michael. Expansion of the waste-based commodity frontier: insights from Sweden and Brazil. **Sustainability**, v. 12, n. 7, p. 2628, 2020.

GUTBERLET, Jutta; CARENZO, Sebastián; KAIN, Jaan-Henrik; AZEVEDO, Adalberto Mantovani Martiniano de. Waste picker organizations and their contribution to the circular economy: Two case studies from a global south perspective. **Resources**, v. 6, n. 4, p. 52, 2017.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, H. L. **Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution (BackBay)**. 2008.

HOMRICH, Aline Sacchi; GALVÃO, Graziela; ABADIA, Lorena Gamboa; CARVALHO, Marly M. The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. **Journal of Cleaner Production**, v. 175, p. 525-543, 2018.

HU, Jiarong et al. Behavioral change in waste separation at source in an international community: An application of the theory of planned behavior. **Waste Management**, v. 135, p. 397-408, 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>. Acesso em 25 de maio de 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama>. Acesso em 25 de maio de 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB por Município**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-inter-no-bruto-dos-municipios.html?t=pib-por-municipio&c=2611606>. Acesso em 25 de maio de 2021.

IKHLAYEL, Mahdi. Development of management systems for sustainable municipal solid waste in developing countries: a systematic life cycle thinking approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 180, p. 571-586, 2018.

IKHLAYEL, Mahdi. Development of management systems for sustainable municipal solid waste in developing countries: a systematic life cycle thinking approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 180, p. 571-586, 2018.

ILIC, Danica Djuric; ERIKSSON, Ola; ÖDLUND, Louise; ÅBERG, Magnus. No zero burden assumption in a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 352-362, 2018.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária**. Brasília: Ipea, 2017. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29271&Itemid=424. Acesso em 24 de março de 2022.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. Brasília: Ipea, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/tTVr>>. Acesso em: 17 de junho de 2021.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Situação Social das Catadoras e dos Catadores de Material reciclável e reutilizável**. Brasília: Ipea, 2013. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/situacao_social/131219_relatorio_situacaosocial_mat_reciclavel_brasil.pdf. Acesso em: 17 de junho de 2021.

JUCA, J. F. T.; BARBOSA, K. R. M.; SOBRAL, M. C. **Sustainability indicators for municipal solid waste management: A case study of the Recife Metropolitan Region, Brazil**. *Waste Management & Research*, v. 38, n. 12, p. 1450-1454, 2020. DOI: 10.1177/0734242X20941088. Acesso em: 23 de agosto de 2021.

KANOJIA, Abhishek; VISVANATHAN, Chettiyappan. Assessment of urban solid waste management systems for Industry 4.0 technology interventions and the circular economy. **Waste Management & Research**, p. 0734242X21992424, 2021.

KAZA, Silpa; YAO, Lisa C.; BHADA-TATA, Perinaz; VAN WOERDEN, Frank. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Urban Development;. Washington, DC: World Bank. © World Bank. 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Acesso em 19 de maio de 2020.

KNICKMEYER, Doris. Social factors influencing household waste separation: A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. **Journal of cleaner production**, v. 245, p. 118605, 2020.

KORHONEN, Jouni; NUUR, Cali; [FELDMANN, Andreas](#); [BIRKIE, Seyoum Eshetu](#). Circular economy as an essentially contested concept. **Journal of cleaner production**, v. 175, p. 544-552, 2018.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LANZARINI, Natália Maria et al. Human adenovirus in municipal solid waste leachate and quantitative risk assessment of gastrointestinal illness to waste collectors. **Waste Management**, v. 138, p. 308-317, 2022.

LIFSET, Reid; GRAEDEL, Thomas E. **Industrial ecology**: goals and definitions. A handbook of industrial ecology, p. 3-15, 2002.

MADSEN, Anne Mette et al. Review of biological risks associated with the collection of municipal wastes. **Science of The Total Environment**, v. 791, p. 148287, 2021.

Marques, C. P., Zolnikov, T. R., Noronha, J. M. D., Angulo-Tuesta, A., Bashashi, M., & Cruvinel, V. R. N. (2021). Social vulnerabilities of female waste pickers in Brasília, Brazil. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 76(3), 173-180.

MARTI, Luisa; PUERTAS, Rosa. Influence of environmental policies on waste treatment. **Waste Management**, v. 126, p. 191-200, 2021.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. Towards a sustaining architecture for the 21st century: the promise of cradle-to-cradle design. **Industry and environment**, v. 26, n. 2, p. 13-16, 2003.

MHUD - Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. On further promotion of the household waste sorting http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/202012/t20201204_248315.html (2020)

MINELGAITĖ, Audronė; LIOBIKIENĖ, Genovaitė. Changes in pro-environmental behaviour and its determinants during long-term period in a transition country as Lithuania. **Environment, development and sustainability**, v. 23, n. 11, p. 16083-16099, 2021.

MIRANDA, Isabella Tamine Parra; FIDELIS, Reginaldo; FIDELIS, Dayanne Aline de Souza; PILATTI, Luiz Alberto; PICININ, Claudia Tania. The Integration of Recycling Cooperatives in the Formal Management of Municipal Solid Waste as a Strategy for the Circular Economy—The Case of Londrina, Brazil. **Sustainability**, v. 12, n. 24, p. 10513, 2020.

MUNARO, Mayara Regina; TAVARES, Sérgio Fernando; BRAGANÇA, Luís. Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 260, p. 121134, 2020.

OLIVEIRA, Marta Chaves Vasconcelos de; KLAFKE, Renata; CHAERKI, Sérgio Filipe. The Challenge of Urban Solid Waste Management in Brazil. **Economía**,

Sociedad y Territorio, Toluca , v. 22, n. 68, p. 177-206, 2022 . Disponível em http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212022000100177&lng=es&nrm=iso. Acesso em 20 de junho de 2022. <https://doi.org/10.22136/est20221738>.

PANCHAL, Rohit; SINGH, Anju; DIWAN, Hema. Does circular economy performance lead to sustainable development?—A systematic literature review. **Journal of Environmental Management**, v. 293, p. 112811, 2021.

PAULI, Gunter A. **The blue economy**: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs. Paradigm publications, 2010.

PEMAR - Plan Estatal Marco De Gestión De Residuos 2016-2022. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE, Madrid, Espanha. Disponível em: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pe-maraprobado6noviembrecondae_tcm30-170428.pdf Acesso em: 10 de junho de 2022.

PEREIRA, Felipe dos Santos; MONCUNILL, Marcos Ferran; MONTEIRO, Sharisse de Almeida Teixeira. Projetos alinhados com os preceitos da economia circular. In: LUZ, Beatriz Visconti (Org.). **Economia circular Holanda - Brasil**: da teoria à prática. Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, 2017. p. 89-95.

PERNAMBUCO, Secretaria das Cidades. **Plano de resíduos sólidos**: Região de Desenvolvimento Metropolitana de Pernambuco - RDM/PE. Secretaria das cidades, 2ed, Recife. Caruso Consultoria Jr., 2018. 108 p. Disponível em: http://www.seduh.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=12899&folderId=134505&name=DLFE-340201.pdf. Acesso em: 01 de junho de 2021

PERNAMBUCO. Lei nº 14.532, de 9 de dezembro de 2011. **Plano Plurianual do Estado, para o período 2012-2015**. Recife, PE, 2011.

PERSU - Plano Estratégico Para os Resíduos Urbanos. Plano Estratégico Para os Resíduos Urbanos (PERSU) 2014–2020. Portaria n.o 187-A/2014, Publicada em DR (I Série) n.o 179. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/56928479/details/maximized> acesso em: 21 de abril de 2022

PMI – Project Management Institute. **Guia PMBOK**: um guia para o conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos. 6. ed. Pennsylvania: PMI, 2017.

POPLI, Kanchan et al. Prediction of solid waste generation rates in urban region of Laos using socio-demographic and economic parameters with a multi linear regression approach. **Sustainability**, v. 13, n. 6, p. 3038, 2021.

RATHORE, Pradeep; SARMAH, S. P. Modeling and identification of suitable motivational mechanism in the collection system of municipal solid waste supply chain. Waste Management, v. 129, p. 76-84, 2021.

RECIFE - Portal de dados abertos de Recife. Pesagem de Coletas de Resíduos. Recife, Brasil. Disponível em: <http://dados.recife.pe.gov.br/dataset/pesagem-de-coletas-de-residuos> Acesso em: 20 de maio de 2022.

RECIFE, Prefeitura do. Prefeitura do Recife transforma Cooperativa Ecovida Palha de Arroz em primeira célula de reciclagem criativa do programa Recicla Mais. Recife, Pernambuco. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/23/12/2020/prefeitura-do-recife-transforma-cooperativa-ecovida-palha-de-arroz-em-primeira> Acesso em 14 de dezembro 2021.

RECIFE. DECRETO N° 18.082 DE 13 DE NOVEMBRO DE 1998. Regulamenta a Lei n° 16.377/98 no que tange ao transporte e disposição de resíduos de construção civil e outros resíduos não abrangidos pela coleta regular. Recife, PE, 1998. Disponível em: http://ecorecife.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/imce/arquivos/decreto_n_18082_-_res_construcao_civil.pdf. Acesso em 21 de março de 2022.

RECIFE. Decreto nº 27.399 de 27 de setembro de 2013. **Regulamenta as unidades de recebimento de resíduos sólidos oriundos de pequenos geradores, no âmbito do município do Recife.** Recife, PE, 2013.

RECIFE. **EcoRecife:** vamos juntos reduzir, reutilizar e reciclar. Prefeitura do Recife, Recife, PE, 2021. Disponível em: <http://ecorecife.recife.pe.gov.br/>. Acesso em: 12 de dezembro de 2021.

RECIFE. Lei nº 14091 de 12 de dezembro de 1979. ESTABELECE DIRETRIZES BÁSICAS PARA OS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA DO MUNICÍPIO DO RECIFE. Recife, PE, 1979. Disponível em: http://ecorecife.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/imce/arquivos/lei_14091_limp_eza_urbana.pdf. Acesso em 21 de março de 2022.

RECIFE. Lei nº 14903 de 03 de outubro de 1986. DISPÕE SOBRE AS SANÇÕES APLICÁVEIS AOS ATOS OFENSIVOS À LIMPEZA URBANA. Recife, PE, 1986. Disponível em: http://ecorecife.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/imce/arquivos/lei_14903_atos_ofensivos_a_limpeza_urbana.pdf. Acesso em 21 de março de 2022.

RECIFE. Lei nº 16.293, de 03 de fevereiro de 1997. **Dispõe sobre as regiões político-administrativas do município do recife e dá outras providências.** Recife, PE, 1997.

RODE, Grasieli de Fátima; STOFFEL, Janete; MOURA, Gabriela Silva. Análise do perfil de catadores de materiais recicláveis do município de Laranjeiras do Sul, Paraná. **Interações (Campo Grande)**, v. 22, p. 609-621, 2021.

RODRIGUEZ-ANTON, J.M.; RUBIO-ANDRADA, L.; CELEMÍN-PEDROCHE, M.S.; ALONSO-ALMEIDA; M.D.M. Analysis of the relations between circular economy and sustainable development goals. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, 26 (2019), pp. 708-720, 10.1080/13504509.2019.1666754

SANTOS, Simone Machado; SILVA, Maisa Mendonça; MELO, Renata Maciel; GAVAZZA, Savia; FLORENCIO, Lourdinha; KATO, Mario T. Multi-criteria analysis for municipal solid waste management in a Brazilian metropolitan area. **Environmental monitoring and assessment**, v. 189, n. 11, p. 1-14, 2017.

SCHROEDER, Patrick; ANGGRAENI, Kartika; WEBER, Uwe. The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 77-95, 2019.

SHARMA, Hari Bhakta; VANAPALLI, Kumar Raja; SAMAL, Biswajit; CHEELA, V.R. Sankar; DUBEY, Brajesh K.; BHATTACHARYA, Jayanta. Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery. **Science of The Total Environment**, v. 800, p. 149605, 2021.

SKRYHAN, Hanna; SHILOVA, I.; KHANDOGINA, O.; ABASHYNA, K.; CHERNIKOVA, O. Waste management in post-soviet countries: how far from the EU?. **Detritus**, v. 3, p. 193-203, 2018.

STAHEL, Walter R. **The performance economy**: Business models for the functional service economy. In: Handbook of performability engineering. Springer, London, 2008. p. 127-138.

SUÁREZ-EIROA, Brais; [FERNÁNDEZ, Emilio](#); [MÉNDEZ-MARTÍNEZ, Gonzalo](#); [SOTO-OÑATE, David](#). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. **Journal of cleaner production**, v. 214, p. 952-961, 2019.

TCE-PE - Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. **Ficha de Inspeções - Diagnóstico Destinação Final de Resíduos Sólidos do Estado de Pernambuco**. Disponível em: https://www.tce.pe.gov.br/internet/docs/tce/Destino%20Final%20de%20Res%C3%A9duos%20S%C3%B3lidos_2017_Ficha%20de%20Inspe%C3%A7%C3%A3o_171219_CRT%20Candeias.pdf Acesso em: 16 de junho de 2021

TERRAZA, H.; STURZENEGGER, G. **Dinámicas de Organización de los Recicladores Informales: Tres Casos de Estudio en América Latina**. Banco

Interamericano de Desarrollo, Sector de Infraestructura y Medio Ambiente. Nota Técnica n.º 117. 2010. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Din%C3%A1micas-de-organización-de-los-recicladores-informales-Tres-casos-de-estudio-en-América-Latina.pdf>. Acesso em: 28 de maio de 2021.

TONG, Xin; YU, Haofan; LIU, Tao. Using weighted entropy to measure the recyclability of municipal solid waste in China: Exploring the geographical disparity for circular economy. **Journal of Cleaner Production**, p. 127719, 2021.

TRINH, Lien Thi Kim; HU, Allen H.; PHAM PHU, Song Toan. Situation, Challenges, and Solutions of Policy Implementation on Municipal Waste Management in Vietnam toward Sustainability. *Sustainability*, v. 13, n. 6, p. 3517, 2021.

TSAI, F.M.; BUI, T.-D.; TSENG, M.-L.; LIM, M.K.; HU, J. Municipal solid waste management in a circular economy: a data-driven bibliometric analysis. **Journal of Cleaner Production**, 275 (2020), p. 124132

UDDIN, Sayed Mohammad Nazim; GUTBERLET, Jutta; RAMEZANI, Anahita; NASIRUDDIN, Sayed Mohammad. Experiencing the everyday of waste pickers: A sustainable livelihoods and health assessment in Dhaka city, Bangladesh. **Journal of International Development**, v. 32, n. 6, p. 833-853, 2020.

UE - União Europeia. Diretiva (UE) 2018/850 do parlamento europeu e do conselho de 30 de maio de 2018 que altera a Diretiva 1999/31/CE relativa à deposição de resíduos em aterros. Jornal Oficial da União Europeia. Estrasburgo, em 30 de maio de 2018. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0850&from=EN> Acesso em: 9 de junho de 2022.

UN HABITAT – United Nations Human Settlements Programme. **Solid waste management in the world's cities**: Highlights from the UN-Habitat 2018 book. 2010. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2019/02/Indicator-11.6.1-Training-Module_Solid-waste-in-cities_23-03-2018.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

WEI, F.; ZHU, Q.; POURHEJAZY, P.; LIU, C. Contract vs. recruitment: integrating an informal waste merchant to a formal collector for collection of municipal solid waste. **Journal of Cleaner Production**, 287 (2021), p. 125004

Apêndice I

Correlações entre desafios

| | | | Misturado | Baixo_retorno | Trabalho_pesado | Conseguir_material | Quantidade_material | Descarte_incorreto | Instabilidade | Reconhecimento_populacao | Reconhecimento_governo | Estigma | Carencia_Estrutura |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------|--------------------------|------------------------|---------|--------------------|
| rô de Spearman | Misturado | Coefficiente de Correlação | 1,000 | -,324** | -,137 | -,183 | -,023 | ,628** | -,137 | -,235 | -,383** | -,226 | -,186 |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,007 | ,267 | ,137 | ,853 | ,000 | ,267 | ,055 | ,001 | ,065 | ,131 |
| | | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| | Baixo_retorno | Coefficiente de Correlação | -,324** | 1,000 | ,085 | -,069 | ,336** | -,245** | -,099 | -,015 | -,056 | -,085 | -,165 |
| | | Sig. (bilateral) | ,007 | . | ,492 | ,578 | ,005 | ,046 | ,424 | ,902 | ,650 | ,493 | ,182 |
| | | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| | Trabalho_pesado | Coefficiente de Correlação | -,137 | ,085 | 1,000 | -,044 | ,025 | -,214 | -,063 | -,141 | -,112 | -,055 | -,106 |
| | | Sig. (bilateral) | ,267 | ,492 | . | ,722 | ,838 | ,083 | ,610 | ,255 | ,368 | ,661 | ,395 |
| | | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| | Conseguir_material | Coefficiente de Correlação | -,183 | -,069 | -,044 | 1,000 | -,090 | -,149 | -,044 | -,098 | -,078 | -,038 | ,173 |
| | | Sig. (bilateral) | ,137 | ,578 | ,722 | . | ,468 | ,230 | ,722 | ,429 | ,532 | ,760 | ,162 |
| | | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| | Quantidade_material | Coefficiente de Correlação | -,023 | ,336** | ,025 | -,090 | 1,000 | -,138 | -,130 | -,288** | -,228 | -,111 | -,009 |
| | | Sig. (bilateral) | ,853 | ,005 | ,838 | ,468 | . | ,266 | ,296 | ,018 | ,064 | ,370 | ,941 |
| N | | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Descarte_incorreto | Coefficiente de Correlação | ,628** | -,245** | -,214 | -,149 | -,138 | 1,000 | ,042 | -,191 | -,212 | -,183 | -,100 | |
| | Sig. (bilateral) | ,000 | ,046 | ,083 | ,230 | ,266 | . | ,736 | ,122 | ,085 | ,137 | ,420 | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Instabilidade | Coefficiente de Correlação | -,137 | -,099 | -,063 | -,044 | -,130 | ,042 | 1,000 | ,007 | ,398** | -,055 | -,106 | |
| | Sig. (bilateral) | ,267 | ,424 | ,610 | ,722 | ,296 | ,736 | . | ,958 | ,001 | ,661 | ,395 | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Reconhecimento_populacao | Coefficiente de Correlação | -,235 | -,015 | -,141 | -,098 | -,288** | -,191 | -,007 | 1,000 | ,508** | ,387** | -,038 | |
| | Sig. (bilateral) | ,055 | ,902 | ,255 | ,429 | ,018 | ,122 | ,958 | . | ,000 | ,001 | ,759 | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Reconhecimento_governo | Coefficiente de Correlação | -,383** | -,056 | -,112 | -,078 | -,228 | -,212 | ,398** | ,508** | 1,000 | ,099 | -,154 | |
| | Sig. (bilateral) | ,001 | ,650 | ,368 | ,532 | ,064 | ,085 | ,001 | ,000 | . | ,426 | ,215 | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Estigma | Coefficiente de Correlação | -,226 | -,085 | -,055 | -,038 | -,111 | -,183 | -,055 | ,387** | ,099 | 1,000 | -,091 | |
| | Sig. (bilateral) | ,065 | ,493 | ,661 | ,760 | ,370 | ,137 | ,661 | ,001 | ,426 | . | ,465 | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Carencia_Estrutura | Coefficiente de Correlação | -,186 | -,165 | -,106 | ,173 | -,009 | -,100 | -,106 | -,038 | ,154 | -,091 | 1,000 | |
| | Sig. (bilateral) | ,131 | ,182 | ,395 | ,162 | ,941 | ,420 | ,395 | ,759 | ,215 | ,465 | . | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |

Correlações entre incentivos

| | | | Renda | Meio_ambiente | Relacionamento | Conhecer_pessoas | Aprender | Ajudar | Ocupacao | Apreco |
|------------------|----------------------------|----------------------------|---------|---------------|----------------|------------------|----------|--------|----------|--------|
| rô de Spearman | Renda | Coefficiente de Correlação | 1,000 | -,291* | -,061 | -,042 | -,110 | -,170 | -,011 | -,078 |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,017 | ,622 | ,736 | ,376 | ,170 | ,929 | ,532 |
| | | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| | Meio_ambiente | Coefficiente de Correlação | -,291* | 1,000 | -,303* | -,079 | -,145 | ,178 | -,347** | -,146 |
| | | Sig. (bilateral) | ,017 | . | ,013 | ,527 | ,241 | ,149 | ,004 | ,239 |
| | | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| | Relacionamento | Coefficiente de Correlação | -,061 | -,303* | 1,000 | ,101 | -,145 | -,093 | -,076 | ,188 |
| | | Sig. (bilateral) | ,622 | ,013 | . | ,414 | ,242 | ,455 | ,541 | ,127 |
| | | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| | Conhecer_pessoas | Coefficiente de Correlação | -,042 | -,079 | ,101 | 1,000 | ,085 | -,063 | ,025 | ,047 |
| Sig. (bilateral) | | ,736 | ,527 | ,414 | . | ,492 | ,610 | ,838 | ,708 | |
| N | | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Aprender | Coefficiente de Correlação | -,110 | -,145 | -,145 | ,085 | 1,000 | ,085 | -,095 | ,273* | |
| | Sig. (bilateral) | ,376 | ,241 | ,242 | ,492 | . | ,492 | ,445 | ,026 | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Ajudar | Coefficiente de Correlação | -,170 | ,178 | -,093 | -,063 | ,085 | 1,000 | ,025 | -,118 | |
| | Sig. (bilateral) | ,170 | ,149 | ,455 | ,610 | ,492 | . | ,838 | ,343 | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Ocupacao | Coefficiente de Correlação | -,011 | -,347** | -,076 | ,025 | -,095 | ,025 | 1,000 | -,240 | |
| | Sig. (bilateral) | ,929 | ,004 | ,541 | ,838 | ,445 | ,838 | . | ,050 | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |
| Apreco | Coefficiente de Correlação | -,078 | -,146 | ,188 | ,047 | ,273* | -,118 | -,240 | 1,000 | |
| | Sig. (bilateral) | ,532 | ,239 | ,127 | ,708 | ,026 | ,343 | ,050 | . | |
| | N | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | |

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

