



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

DAIANA SOUZA DE LIMA

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: MODELO DE COLETA SELETIVA APLICÁVEL  
AO MUNICÍPIO DE UBERABA - MG

Uberaba

2021

DAIANA SOUZA DE LIMA

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: MODELO DE COLETA SELETIVA APLICÁVEL  
AO MUNICÍPIO DE UBERABA - MG

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica, área de concentração Processos Tecnológicos, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica.

Orientador: Dr. Deusmaque Carneiro  
Ferreira

Coorientador: Dr. Ednilson Viana

Uberaba

2021

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do  
Triângulo Mineiro**

L697g Lima, Daiana Souza de  
Gestão de resíduos sólidos: modelo de coleta seletiva aplicável  
do município de Uberaba - MG / Daiana Souza de Lima. – 2021.  
103 f. : il., graf., tab.

Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) –  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2021  
Orientador: Prof. Dr. Deusmaque Carneiro Ferreira  
Coorientador: Prof. Dr. Ednilson Viana

1. Gestão integrada de resíduos sólidos. 2. Separação de  
Resíduos Sólidos. 3. Coleta seletiva de lixo - Programa. I. Ferreira,  
Deusmaque Carneiro. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro.  
III. Título.

CDU 628.4

**DAIANA SOUZA DE LIMA**

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: MODELO DE COLETA SELETIVA APLICÁVEL AO  
MUNICÍPIO DE UBERABA - MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Inovação Tecnológica da Universidade Federal do Triângulo Mineiro como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Uberaba, 16 de fevereiro de 2021

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Deusmaque Carneiro Ferreira – Orientador  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Profa. Dra. Mônica Hitomi Okura  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Profa. Dra. Sonia Seger Pereira Mercedes  
Universidade Federal de Minas Gerais



Documento assinado eletronicamente por **DEUSMAQUE CARNEIRO FERREIRA, Professor do Magistério Superior**, em 17/02/2021, às 17:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#) e no art. 14 da [Resolução nº 34, de 28 de dezembro de 2017](#).

Documento assinado eletronicamente por **MONICA HITOMI OKURA, Coordenador(a) do Programa de Mestrado Profissional em Inovacao Tecnologica Substituto(a)**, em 17/02/2021, às 17:46, conforme horário

22/02/2021

SEI/UFTM - 0468953 - Folha de Aprovação



oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#) e no art. 14 da [Resolução nº 34, de 28 de dezembro de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sonia Seger Pereira Mercedes, Usuário Externo**, em 22/02/2021, às 11:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#) e no art. 14 da [Resolução nº 34, de 28 de dezembro de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.uftm.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.uftm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0468953** e o código CRC **BE0877BA**.

Dedico esta dissertação aos moradores de Uberaba que tiraram um tempo para ouvir, responder e compartilhar suas decepções e esperanças em relação aos rumos da cidade; aos idosos que vivem sós, àqueles que estão felizes acompanhados, às senhoras que transformam resíduos em vasos para lindas flores, aos insatisfeitos com a gestão pública, àqueles que estão satisfeitos, aos que estão ansiosos por mudança, e àqueles que só queriam conversar mesmo. Que os resultados possam em algum grau contribuir para melhoria da cidade e da vida dessas pessoas.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, para quem são todas as coisas. À minha família, pelo suporte sempre presente, em especial à minha irmã que percorreu mais de 100 km debaixo de sol e chuva para fazer as entrevistas comigo.

Ao professor Deusmaque por me receber como orientanda, sempre ouvir de forma respeitosa e calma minhas argumentações, fazendo pontuações sensatas e garantir a qualidade do trabalho. Ao Professor Ednilson Viana que prontamente concordou em participar como coorientador e com muita paciência e gentileza partilhou conselhos que nortearam o projeto.

Ao Sérgio Antonio Zullo pela ajuda essencial nos cálculos estatísticos, explicações e discussões que guiaram de forma decisiva os rumos da pesquisa. Aos professores Mônica Okura, Sônia Seger, Giovano Candiani e Beatriz Gaydeczka pela receptividade, atenção e contribuições ao projeto.

Aos meus colegas de Secretaria Municipal de Meio Ambiente Ângelo, Bruna, Carolina, Graziella, Joyce, Marcelo e Vinícius que tiraram um tempo para para opinar, corrigir, debater ideias e ampliar minha visão sobre os temas abordados neste estudo. À Solange Sena da Secretaria da Fazenda e à Murille Facure da Secretaria de Planejamento pela colaboração.

Aos cooperados da COOPERU por compartilhar suas lutas, conquistas e vivência diária na tentativa de desviar os resíduos para fins mais nobres, o que sem dúvida enriqueceu este trabalho.

Aos amigos que estavam torcendo por mim e ouvindo as lamúrias nos momentos difíceis. Aos colegas de turma pela colaboração mútua no desenvolvimento das disciplinas.

À Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM e seus colaboradores pela oportunidade e suporte para a realização do projeto. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela viabilização para execução da pesquisa. Por fim, a cada entrevistado que nos cedeu tempo, por vezes sombra, água e até um espaço em seus sofás respondendo pacientemente cada pergunta. Embora tenha sido uma tarefa árdua, agradeço pela oportunidade de conhecer melhor as diversas realidades presentes no município, ouvir as queixas da população, os elogios, e aprender com as histórias de vida que passei, em alguns minutos, a conhecer.

“Depois que todos receberam o suficiente para comer, disse aos seus discípulos: Ajuntem os pedaços que sobraram. Que nada seja desperdiçado”.

Jesus (BÍBLIA, João, 6,12)

## RESUMO

Independente do período histórico, localização geográfica e nível de desenvolvimento das sociedades, em comum todas têm a problemática da destinação dos rejeitos de suas atividades. No Brasil, considera-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos como um marco para o setor, pois inclui a cadeia produtiva e, conseqüentemente, os geradores no grupo de responsáveis pelo gerenciamento dos materiais a serem descartados. A gestão dos resíduos no país é incumbência dos municípios, que devem garantir a correta destinação dos mesmos, sendo uma das ferramentas para seu sucesso a coleta seletiva. Constituiu-se objetivo desta pesquisa identificar o modelo de coleta seletiva mais adequado ao município de Uberaba – MG considerando a preferência da população, além de detectar os fatores que influenciam no engajamento das pessoas, nível de conhecimento em relação à questão de resíduos sólidos e a efetividade da adoção de medidas de cunho monetário. Para tanto, foi aplicado questionário estruturado, sendo a amostra definida por método probabilístico de amostragem aleatória por conglomerado em três etapas. Foram amostrados 874 domicílios, com nível de confiança de 95%, probabilidade de 3% de erro e variabilidade máxima de 78%. Após análise dos dados obtidos concluiu-se que a população uberabense é favorável à implantação do Programa de Coleta Seletiva (PCS), possuindo conhecimento acima da média nacional sobre coleta seletiva, porém menos informada sobre a gestão municipal e sendo desfavorável à aplicação de sanções pecuniárias. Os principais influenciadores na decisão de participação no PCS são idade, qualidade ambiental, infraestrutura residencial e pública, falta de tempo e quantidade de resíduos gerada. Como modelo apropriado para implantação sugere-se que a gestão seja formal, abrangendo todo município, financiamento e operação mistos, segregação na fonte em três tipos, coleta porta a porta com adoção paulatina de Pontos de Entrega Voluntária e centrais de triagem para seleção, armazenamento e venda dos materiais coletados.

Palavras-chave: Intenção de segregação de resíduos. Programa de Coleta Seletiva. Resíduos sólidos

## **ABSTRACT**

Regardless of the historical period, geographical location and societies development level, they all have in common their activities refuse disposal matter. In Brazil, National Policy on Solid Waste is a boundary for the sector as it includes the production chain, and so the producers in the group that is responsible for the waste management. This management in the country is a municipality responsibility, which must ensure their proper disposal, being one of the tools for its success the selective collection. This project objective was to identify the most appropriate selective collection model for Uberaba municipality considering its residences preference, in addition, to detect the factors that influence the population engagement, level of knowledge in relation to the issue of solid waste and the effectiveness of adopting monetary measures. To this end, a structured questionnaire was applied, with the sample defined by a random probabilistic method of three-stage cluster sample. In total 874 households were sampled, with a 95% confidence level, a 3% error probability and a 78% maximum variability. After analyzing the data obtained, it was concluded that the Uberaba residents are for the implementation of the Selective Collection Program (SCP), and that they have knowledge above the national average on selective collection, but they are less informed about municipal management and unfavorable to the application of financial penalties. The main factors in the decision to participate in the SCP are age, environmental quality, residential and public infrastructure, lack of time and amount of waste generated. As an appropriate model for implementation, it is suggested a formal management, covering the entire municipality, mixed financing and operation, segregation at source into three types, door-to-door collection with gradual adoption of drop-off points and sorting centers for selection, storage and sale of collected materials.

Keywords: Selective Collection Program. Solid waste. Waste separation intention.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Diagrama de definições.....	18
Figura 2: Localização do antigo aterro controlado e do atual aterro sanitário. ....	27
Figura 3: Localização da antiga pedreira Jardim Espírito Santo. ....	27
Figura 4: Localização da Pedreira de Léa.....	28
Figura 5: Localização dos ecopontos. ....	29
Figura 6: Disposição inadequada de resíduos .....	30
Figura 7: Composição Gravimétrica dos RSU Uberaba – 2011 .....	31
Figura 8: Coleta Seletiva .....	36
Figura 9: Conhecimento e participação da população em PCS .....	48
Figura 10: Amostragem por Conglomerado. ....	51
Figura 11: Amostragem Sistemática .....	51
Figura 12: Localização do município de Uberaba e UPGs selecionadas .....	53
Figura 13: Dados demográficos da amostra.....	58
Figura 14: Adesão da população.....	60
Figura 15: Comparativo das características socioeconômicas e questões P13 e P14. .....	63
Figura 16: Fatores que influenciam na participação atual (P13). ....	68
Figura 17: Fatores que influenciam na disposição em participar do PCS (P14). ....	69
Figura 18: Conhecimento da população sobre a gestão dos resíduos em Uberaba .	75
Figura 19: Participação e nível de conhecimento.....	76
Figura 20: Estratégias para comunicação .....	78
Figura 21: Preferência do modelo de coleta seletiva.....	80
Figura 22: Posicionamento quanto à aplicação de multa .....	82
Figura 23: Comparação da aceitação de aplicação de penalidade versus faixa etária. .....	83
Quadro 1: Aspectos de classificação da coleta seletiva.....	38
Quadro 2: Barreiras para implantação de PCS no Brasil .....	42
Quadro 3: Agrupamento das respostas.....	56
Quadro 4: Proposta de modelo de coleta seletiva para Uberaba.....	84
Tabela 1: Teste Exato de Fisher e Qui-Quadrado de Fisher para os fatores socioeconômicos.....	62
Tabela 2: Teste exato de Fisher para motivações P13 e P14.....	66
Tabela 3: Teste exato de Fisher para barreiras P13 e P14.....	67

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

AMVALE – Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Rio Grande

ANCAT – Associação Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis

CEE – Comunidade Econômica Europeia

CODAU – Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas

CONVALE – Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional

COOPERU – Cooperativa dos Recolhedores Autônomos de Resíduos Sólidos e Materiais

EC – European Community

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

NBR – Normas Brasileiras

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCS – Programa de Coleta Seletiva

PERS – Política Estadual de Resíduos Sólidos

PEV – Posto de Entrega Voluntária

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

Recicláveis de Uberaba

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SINIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TAC – Termo de Ajustamento de Conduta

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UE – União Europeia

UPG – Unidade de Planejamento e Gestão Urbana

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÕES.....	16
2.2	HISTÓRICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	19
2.2.1	<b>Histórico da Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil</b> .....	<b>23</b>
2.2.2	<b>Histórico da Gestão de Resíduos Sólidos em Uberaba</b> .....	<b>25</b>
2.3	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	32
2.4	COLETA SELETIVA.....	34
2.4.1	<b>Coleta Seletiva e Reciclagem</b> .....	<b>44</b>
2.5	ADESÃO DA POPULAÇÃO .....	46
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>50</b>
3.1	DEFINIÇÃO DA AMOSTRA .....	50
3.2	QUESTIONÁRIO.....	53
3.3	ANÁLISE DOS DADOS.....	55
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>58</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	58
4.2	ADESÃO À COLETA SELETIVA .....	59
4.3	FATORES QUE INFLUENCIAM NA DISPOSIÇÃO A PARTICIPAR .....	61
4.3.1	<b>Fatores Socioeconômicos</b> .....	<b>62</b>
4.3.2	<b>Fatores Intrínsecos e Extrínsecos</b> .....	<b>66</b>
4.4	NÍVEL DE CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO SOBRE E GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS .....	73
4.5	PREFERÊNCIA DE MÉTODO DE COLETA SELETIVA.....	79
4.6	FATORES PECUNIÁRIOS.....	82
4.7	SUGESTÃO DE MODELO DE COLETA.....	84
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>87</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO</b> .....	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>102</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização, a gestão dos resíduos sólidos tem se imposto como desafio a ser superado, já que toda atividade resulta em algum tipo de material a ser descartado.

Especialmente antes da Revolução Industrial, a maior parte dos resíduos gerados era orgânica, sendo, portanto, passível de utilização na agricultura, ou como alimentação animal. Em situações em que ocorria o acúmulo de grandes quantidades, de forma geral se aplicava a queima, ou a disposição em valas, ambos sem os devidos controles ambientais (SANDHU, 2014).

Entretanto, com o aumento das aglomerações urbanas ao longo do tempo, construiu-se um cenário no qual o manejo adequado tornou-se imprescindível para a sustentabilidade das cidades, principalmente levando-se em conta o aumento da complexidade da composição dos materiais dispostos (MELOSI, 2005).

Historicamente, o gerenciamento, quando delegado às municipalidades, se limitou a afastar dos centros urbanos os materiais a serem descartados, acumulando-os em algum local longe da vista dos moradores, até que, pela produção descontrolada e aumento da população, bem como das áreas das cidades, que se uniam até formarem grandes aglomerações urbanas, tornou-se inexecutável a prática do “coleta-esconde” (STRUK, 2017).

Além disso, foram observadas oportunidades econômicas nesses materiais descartados, amplificadas pela maior sensibilização ambiental ocorrida desde o final do século passado. Esse contexto proporcionou o desenvolvimento de estudo e concepção de novas formas de gerir resíduos, incluindo no gerenciamento questões de consumo e produção, além das relativas a manejo pós-geração (IPEA, 2010).

No Brasil, houve a sistematização da gestão de resíduos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS que foi instituída pela Lei Federal n. 12.305 de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010a). Entre os princípios dessa Política está justamente a visão sistêmica, incluindo as diversas componentes pertinentes à convivência em sociedade, bem como o ciclo de vida dos produtos. Entre os objetivos, figuram aspectos que englobam desde a minimização de produção de resíduos até a correta disposição de rejeitos, ou seja, daqueles materiais para os quais não existe ainda tecnologia para aproveitamento.

No município de Uberaba a Política Municipal de Resíduos Sólidos foi estabelecida apenas em 2018, pela Lei municipal n.12.909, seguindo os princípios, diretrizes e objetivos da PNRS. Dessa forma, a normativa municipal reconhece entre seus princípios o valor econômico e potencialidade de geração de renda dos resíduos sólidos. Também se incluem entre seus objetivos, além da redução da quantidade gerada, diferentes destinações até a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos (UBERABA, 2018a).

Reconhece-se que para viabilizar economicamente essas diferentes destinações, além de tornar mais humano o trabalho das pessoas que lidam com os resíduos, esses precisam ser separados na fonte e coletados de forma diferenciada, de acordo com a destinação (GALLARDO et al., 2010). Atualmente, Uberaba conta com iniciativas pontuais para a coleta de resíduos recicláveis e orgânicos, o que resulta em subaproveitamento desses materiais.

Localizada no Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Uberaba possui localização geográfica privilegiada, estando equidistante cerca de 500 km de cidades como São Paulo, Belo Horizonte, Goiânia e Brasília e a elas interligada por meio de rodovias estaduais e federais. Seu desenvolvimento está atrelado ao trânsito de pessoas e negócios entre essas cidades (GOMES, 2015).

Conforme explicitado por Gomes (2015), o município figura entre as cidades que vem recebendo investimentos em função da descentralização econômica e industrial. Aproximadamente 93% dos 4.523,957 mil km<sup>2</sup> do município é considerado zona rural (IBGE, 2010; UBERABA, 2006). A agropecuária, entretanto é o último em termos de contribuição para o PIB do município (4,7%), ficando em primeiro o setor de serviços (53,2%), em segundo a indústria (30,7%) e em terceiro serviços públicos (11,4%), dados de 2018 (IBGE, 2021).

Conforme dados do IBGE, em 2010 o número total de habitantes era de 295.988, com estimativa de 331.092 em 2020 (IBGE, 2010). Considerando a produção média de resíduos 0,92 kg/hab.dia (CONSÓRCIO VITAL, 2020 p.94), estima-se uma produção anual de 11.485,3 toneladas de resíduos em 2020.

Neste cenário, evidencia-se a importância da implantação da coleta seletiva, especialmente nos centros urbanos, que para seu sucesso depende da participação dos geradores. Para tanto é necessário que se conheça as preferências, os fatores motivadores e as barreiras que possam interferir na disposição dos residentes a segregarem os resíduos na fonte. Estudos que identifiquem tanto a situação atual

quanto a predisposição da população em cenários futuros constituem elementos fundamentais para o planejamento desse tipo de programa (GEIGER et al., 2019; KNICKMEYER, 2020).

Por essa razão, propôs-se a realização da presente pesquisa, com o objetivo de identificar um modelo de coleta seletiva adequado às características do município, levando em consideração a percepção da população sobre o assunto.

Como consequência desse objetivo geral, buscou-se: analisar os principais fatores que influenciam a participação nos programas de coleta seletiva; verificar o conhecimento dos munícipes quanto à gestão municipal dos resíduos sólidos; examinar o nível de conhecimento atual da população sobre coleta seletiva, inclusive em relação às iniciativas existentes; averiguar qual método de coleta os moradores do município se mostram mais propensos a adotar, incluindo frequência para recolhimento dos materiais ou distância máxima a ser percorrida para entrega voluntária de resíduos e detectar o impacto de medidas de cunho monetário na adesão ao Programa de Coleta Seletiva (PCS).

Para tanto, foi realizada pesquisa estruturada por amostragem probabilística em três etapas, com sorteio aleatório, considerando os domicílios da zona urbana do município. Para garantir que fossem abarcadas as diferentes realidades existentes na cidade, foram adotadas como grupo amostral as Unidades de Planejamento e Gestão já delimitadas pela prefeitura. Os resultados foram processados com o software SPSS<sup>®</sup>, e mostraram as preferências da população em relação à gestão local dos resíduos e os fatores que influenciam a participação na coleta seletiva. Com isso possibilitou-se a proposição de um PCS, consideradas as peculiaridades do município, bem como de estratégias de comunicação e educação ambiental.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico serão referenciadas as bases teóricas da pesquisa, inicialmente tratando da definição do termo resíduo sólido e sua modificação ao longo do tempo. Relevante para a questão tratada no estudo, a gestão de resíduos sólidos será abordada considerando sua evolução. No Brasil, considera-se como marco regulatório a PNRS, por essa razão aborda-se essa Política sob a ótica da coleta seletiva. Por fim, faz-se uma análise dos tipos de coleta seletiva, sua diferenciação em relação à reciclagem e a importância da participação dos municípios em PCS.

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÕES

Proveniente do latim *LIX*, a palavra lixo significa lixívia ou cinzas e o vocábulo resíduo, também do latim, *RESIDUUM*, expressa aquilo que sobra (PINHO, 2011). Ao longo do tempo, entretanto, diversos autores têm se proposto a buscar uma definição mais precisa para o termo Resíduo Sólido, tarefa essa que tem se mostrado árdua. Como pontuado por Pongrácz; Pohjola (2004), A partir da definição proposta, podem ser impostas barreiras à reciclagem, por exemplo, caso nesse delineamento resíduo venha a ser entendido como contaminante, não passível de reaproveitamento.

Quando analisadas as definições já utilizadas pela União Europeia (UE – 1991), pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE – 1994) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA – 1993), constata-se que elas abarcam resíduos que já foram gerados, tratando basicamente daquilo que é descartado ou disposto, ou que se intenta descartar ou dispor, desconsiderando o principal objetivo das legislações pertinentes, qual seja, a não geração. Dessa forma, o rótulo “resíduo” não se refere necessariamente àquilo que em última análise seria de fato resíduo, mas ao que será tratado como tal (PONGRÁCZ; POHJOLA, 2004).

Enquanto que para os órgãos normativos da UE a definição de resíduos consistido em “tudo aquilo que requeira processamento físico ou químico para reaproveitamento, mesmo que ainda conserve um valor econômico residual”, para

Philippi Jr, resíduo diz respeito ao “material rejeitado que não tem aproveitamento econômico imediato” (PHILIPPI JR, 2005 p. 271). Para o autor essas divergências ocorrem em razão justamente da obscuridade entre os termos subprodutos e coprodutos, que decorrem tanto do processo gerador quanto do uso final.

Em termos de normativa, a ABNT NBR 10.004:2004, que trata da classificação de resíduos sólidos, fixa sua interpretação a partir da origem dos resíduos, como segue:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 1).

Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos, disposta na Lei Federal n. 12.305 de 02 de agosto de 2010, leva em conta na sua definição a destinação final, a saber:

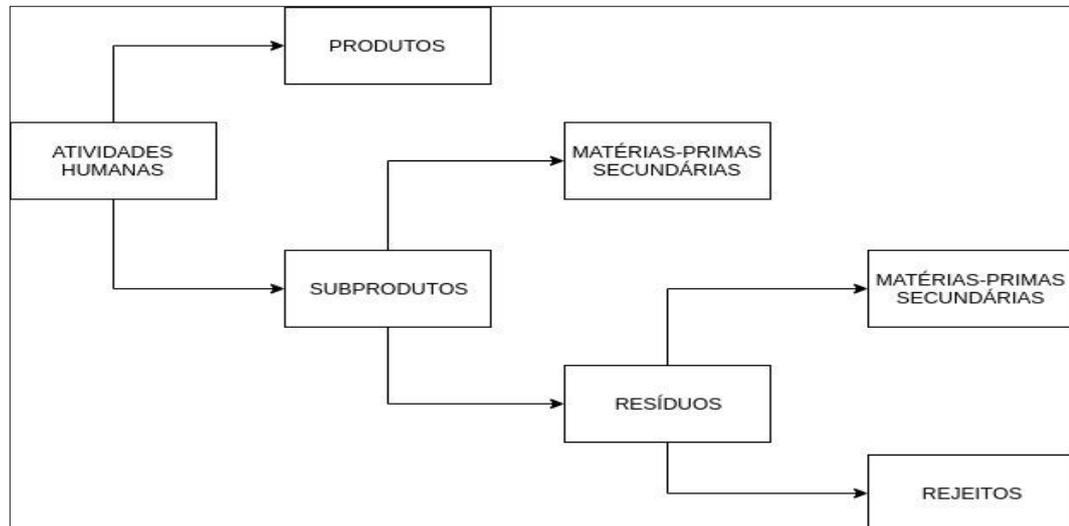
Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010a, Art. 3, inciso XVI).

Seja qual for a definição considerada, os resíduos sólidos são resultado das atividades humanas e estão intrinsecamente a elas ligados, conforme o diagrama proposto por Phillip Jr (Figura 1). Assim, os produtos são o resultado principal de uma atividade enquanto os subprodutos são gerados não intencionalmente. Esses subprodutos podem se constituir matéria-prima para outra atividade ou serem caracterizados como resíduos, quando sem aproveitamento imediato. Quando ainda é possível alguma transformação, esse material pode ainda servir como matéria-prima secundária para outra cadeia ou ser descartado, nesse caso, caracterizado como rejeito.

Outro conceito importante sobre resíduos é o apresentado pelos trabalhadores autônomos, denominados catadores. Para esses, mais do que um termo técnico, há a inclusão do fator social, sendo o lixo um recurso criado pelo ser

humano, com potencial de geração de riqueza, que poderia ser destinado de forma justa, desde que coletado corretamente (BESEN, 2011; LISBOA, 2013).

Figura 1: Diagrama de definições.



Fonte: Philippi Junior, 2005 p. 272

Neste trabalho, será considerada a definição consolidada na PNRS. Essa Lei estabelece duas classificações para os resíduos sólidos, quanto à origem e quanto à periculosidade (BRASIL, 2010a).

Quanto à origem, são identificadas as seguintes fontes, segundo a Lei n. 12.305/2012:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios (BRASIL, 2010a, Art. 13, inciso I, alíneas a - k).

E quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a” (BRASIL, 2010a, Art. 13, inciso II, alíneas a e b).

Conforme considerado por Viana (2018), os resíduos podem ainda ser classificados conforme outros critérios, tais como acondicionamento, estado físico, reciclabilidade, grau de umidade e composição química. Reitera-se que este trabalho se aterá às definições contidas na norma Federal sobre Resíduos Sólidos.

Como pode ser observado, um dos fatores que mais contribuiu para a mudança no significado do termo “resíduo sólido” foi a necessidade de gestão. De acordo com os processos adotados, o material descartado pode deixar de ser algo inútil, para ser matéria-prima de produtos com alto valor agregado. Por conseguinte, faz-se pertinente o entendimento da evolução da gestão de resíduos sólidos para embasamento do contexto atual.

## 2.2 HISTÓRICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Desde que passaram a se fixar no território, a questão dos resíduos gerados pelas populações humanas passou a figurar entre os problemas a serem equacionados, especialmente com a formação das cidades, a partir de 4.000 a.C, com o domínio da agricultura (MELOSI, 2005). Dada a composição dos resíduos gerados, basicamente orgânicos, eram então utilizados na própria agricultura como fertilizantes. Vale ressaltar que nessa época não havia distinção entre dejetos e resíduos, sendo ambos de forma geral, tratados da mesma maneira, sendo ainda os dejetos incorporados às águas servidas e o escoamento se dava pela água pluvial.

Das primeiras civilizações, tem-se notícia de que os responsáveis pela limpeza das cidades sumérias, por exemplo, eram os sacerdotes, evidenciando a

conotação positiva dada à gestão de resíduos nessa época. Existiam toaletes e locais de banhos nas casas, além disso, tubulações de barro serviam para escoamento de águas servidas, que desembocavam em canais principais, sistema parecido com o existente na Babilônia e também Assírio (EIGENHEER, 2009).

Sinais de maior desenvolvimento foram encontrados nas cidades hindus de Harapa e Mohenjo-Daro, que possivelmente contavam com locais parecidos com piscinas para banho, além de canais subterrâneos para escoamento das águas servidas. Nessas, foi ainda identificado sistema de coleta de resíduos, que possivelmente era usado como adubo. Acredita-se que nas cidades egípcias os sistemas de canais serviam tanto para irrigação, como para captação das águas servidas; os resíduos eram utilizados na alimentação animal (MELOSI, 2005; SANDHU, 2014).

Melosi (2005), com base em textos bíblicos do antigo testamento, afirma que os hebreus, enquanto nômades, possuíam diversas regras para a higiene dos acampamentos, tais como provisão de lugar para disposição dos rejeitos fisiológicos, que deveriam ser cobertos, e para queima dos resíduos dos sacrifícios. Depois de estabelecidos em cidades, construíram sistemas de coleta da água servida e separavam lugares fora dos muros das cidades para queima de resíduos e cadáveres. Williams (2005) informa que esses foram os primeiros registros da incineração de resíduos. Há indícios ainda de que utilizassem fezes humanas e de animais para adubação.

Da mesma forma, as cidades gregas possuíam sistemas para coleta da água servida. Em especial, a cidade de Tebas possuía uma estrutura relativamente desenvolvida para a coleta e destinação dos resíduos; tanto que a fez ser conhecida na época como a cidade mais limpa da Grécia, feito atribuído a Epaminondas de Tebas. Em Atenas existiam deliberações a respeito da limpeza pública, possuindo uma “polícia de rua”, responsável pelas posturas da cidade, incluindo aí a limpeza pública. Os limpadores de rua, subordinados à polícia, eram responsáveis ainda por dispor os dejetos a cerca de 2.000 metros fora dos muros da cidade (EIGENHEER, 2009). Ainda em Atenas, em cerca de 500 a.C., foi promulgada uma lei proibindo o lançamento de resíduos nas ruas (WILLIAMS, 2005).

Famosos por seus métodos para abastecimento de água, os romanos também se destacaram no sistema de coleta das águas servidas, embora tenham enfrentado grandes dificuldades na arquitetura urbana. Ainda assim, aos menos

abastados restava a utilização de fossas e tonéis esvaziados por camponeses ou comerciantes de adubos. Os moradores das cidades eram ainda responsáveis pela limpeza da área em frente à sua propriedade até a metade da rua, sendo taxados pelo Estado, caso não zelassem por sua obrigação (MELOSI, 2005).

Com os espetáculos sediados no famoso Coliseu, uma questão de relevância para os cidadãos romanos consistia na destinação dos cadáveres produzidos aos montes. Neste aspecto, segundo Eigenheer (2009), não se pode dissociar a destinação dos corpos, dos resíduos. Ambos eram queimados juntamente com carcaças de animais ou lançados em vazadouros fora dos limites urbanos.

Embora Thorndike (1928) argumente a favor das condições sanitárias da Idade Média, Fo, Tomat & Malucelli (2007) enfatizam o processo de moralização da Igreja como fator desencadeador do desuso das casas de banho, um dos símbolos de salubridade das antigas civilizações. E apesar de Sandhu (2014) descrever algumas conquistas, depreende-se que antes do final dessa era os sistemas de saneamento não apresentaram grande evolução.

Desse período, entretanto, podem ser ressaltadas algumas leis relativas ao saneamento, tais como uma de 1243, da cidade Avignon, França, que proibia lançamento de qualquer resíduo nas ruas. Outra, de 1297, da Inglaterra que obrigava os moradores a manterem limpa a área em frente às suas casas, lembrando a norma existente em Roma. Finalmente em 1408, também na Inglaterra, Henrique IV obrigou os cidadãos a manterem os resíduos dentro de casa até que coletores passassem para retirá-los, levando-os para fora da cidade (MELOSI, 2005; WILLIAMS, 2005).

Ainda segundo Eigenheer (2009), em diversas cidades italianas, normas definiam a destinação de dejetos e cadáveres para além dos muros das cidades, a proibição da destinação inadequada de resíduos pelos carregadores, bem como do lançamento de rejeitos e de excrementos nas ruas, ou aproveitamento da água da chuva para escoamento de dejetos.

Finalmente, o calçamento das ruas e a utilização de carroças estimulou a organização da coleta em diversas cidades europeias, ainda que de forma precária e/ou intermitente, majoritariamente realizada por particulares, sendo passada ao serviço público apenas em caso de fracasso da iniciativa privada. Nesse período, utilizava-se de mão de obra de prisioneiros e judeus na coleta de resíduos (MELOSI, 2005).

Entre os anos de 1760 e 1840, a revolução industrial proporcionou a completa transformação do modo de vida predominante até então, com a migração em massa da população rural para as áreas urbanas (STERNS, 2019). Essa mudança de hábitos resultou em impactos diretos na geração de resíduos, aumentando consideravelmente sua produção, além da sua diversificação, incluindo agora vidros, metais e resíduos industriais perigosos (WILLIAMS, 2005).

Com o surgimento da teoria microbiana das doenças na segunda metade do século XIX, houve avanços no setor de limpeza urbana, com ênfase para a qualidade da água e necessidade de separação dos esgotos e resíduos sólidos. Segundo Sandhu (2014), nesse período foram iniciadas as atividades do primeiro incinerador, em 1870, na Inglaterra, chegando a mais de 200 em 30 anos. Na mesma época, em Bucareste e em Munique entram em operação as usinas de triagem, e tem início a coleta seletiva nos Estados Unidos, chegando à Europa (EIGENHEER, 2009).

Não obstante as inovações citadas, a disposição final ainda permanece precária até a segunda metade do século XX, quando aumentam as preocupações com esta etapa do gerenciamento, e diversas normativas são publicadas a fim de disciplinar e sistematizar a gestão de resíduos (EIGENHEER, 2009; WILLIAMS, 2005).

Williams (2005) assinala dois eventos envolvendo a disposição inadequada de resíduos como gatilhos para a edição de normativas e desenvolvimento da gestão de resíduos. Um deles, em 1972, na Inglaterra, envolveu uma série de incidentes com tambores contendo resíduos tóxicos abandonados, obrigando o Parlamento Inglês publicar a Lei de Disposição de Resíduos Perigosos.

Em 1977, em Niagara City, Estados Unidos, um canal inicialmente projetado para alimentar uma usina hidrelétrica foi usado para disposição de resíduos de produtos químicos e após a venda do terreno, foram construídas uma escola e um loteamento de casas. Alguns anos depois, houve a constatação da contaminação do local, que precisou ser evacuado, havendo relatos de doenças resultantes da contaminação, bem como alterações congênitas. A repercussão do incidente resultou na emissão, pelo Congresso Americano, da Lei de Resposta Ambiental, Compensação e Responsabilidade.

Desde então, não sem percalços, movimentos para aprimorar a gestão dos resíduos sólidos vêm sendo feitos, entre os quais podem ser citados a Convenção

de Basileia sobre o Controle de Movimento Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, concluída em Basileia, na Suíça, em 1989; a Diretriz Europeia n. 75/442/CEE de 1975, que foi substituída por versão mais atualizada em 2008 (2008/98/EC), e no Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, promulgada em 2010.

Demajorovic (1995) resume o desenvolvimento recente da gestão de resíduos sólidos em três períodos: a primeira, em curso até o início da década de 1970, voltada para a disposição dos resíduos; a segunda, focada em recuperação e reciclagem; e finalmente, a terceira, a partir do final da década de 1980 priorizando a redução em todas as etapas do processo produtivo.

### **2.2.1 Histórico da Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil**

No Brasil, a preocupação com registro histórico sobre a gestão de resíduos é recente, portanto as informações sobre o assunto de tempos mais antigos são retiradas de registros sobre o cotidiano da população, tais como cartas, poemas e achados arqueológicos, sobre os quais se inferem como se tratava o saneamento nos primeiros séculos de ocupação europeia (EIGENHEER, 2009).

Soma-se a isso a continentalidade do país e suas diferentes realidades regionais, o que faz com que as dinâmicas sociais e de tecnologia não se processem de forma uniforme e na mesma temporalidade. Assim, existem municípios bastante avançados em termos de gestão de resíduos, enquanto outros ainda não desenvolveram sequer sistema de coleta (SANTIAGO; PUGLIESI, 2016).

Ainda hoje, embora já esteja implantado o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SINIS, as informações não são completas nem precisas, dado que esse sistema é alimentado com autodeclarações dos municípios (BRASIL, 2019). Dessa forma, não há ainda no país a compilação e organização dos dados de forma centralizada e muito do que se conhece hoje em termos de números provém de organizações ou associações como ABRELPE e ANCAT que sistematizam alguns dados e que servem de base para estudo e comparações. Com isso, o histórico aqui apresentado se baseia principalmente em informações das cidades de Rio de Janeiro e São Paulo, que possuem esse histórico um pouco melhor documentado (ABRELPE, 2019; ANCAT, 2019, SANTIAGO; PUGLIESI, 2016).

Sambaquis encontrados na costa brasileira, na porção que vai do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul, apontam a ocupação dessas áreas há cerca de 6500 anos. Conforme pesquisadores da área, esses sítios de forma arredondada localizados em platôs, alguns com 30 metros de altura e 500 m de extensão, formaram-se com a combinação de fenômenos naturais e deposição intencional de corpos e outros restos de atividades humanas. Possivelmente sejam esses locais as primeiras indicações de disposição de resíduos encontradas em território brasileiro (EIGENHEER, 2009; SANTIAGO; PUGLIESI, 2016; WAGNER et al., 2011).

Mais tarde, no início do século XIX, com a ocupação dos Portugueses e construção das aglomerações urbanas, têm-se relatos de que, assim como no restante do mundo, os resíduos sólidos eram destinados juntamente com os efluentes sanitários. No Rio de Janeiro, delegado aos escravos, o trabalho consistia em retirar das casas, em horário específico, tinhas onde se depositavam excrementos e resíduos e lançar nas ruas, para que o conteúdo fosse levado pela água pluvial, nas praias ou ainda em outros locais previamente determinados pelo administrador da cidade. Em razão de não possuir terreno adequado, as cidades litorâneas tinham dificuldade de enterrar os dejetos, sendo estes despejados no mar.

A partir da segunda metade do século XIX, companhias privadas passaram a ser empregadas no saneamento urbano, havendo a separação do esgoto e resíduos sólidos. Destaca-se a contratação da empresa de Aleixo Gary; de seu sobrenome derivou-se o termo "gari" até hoje utilizado para designação de trabalhadores do setor de limpeza pública. Em 1865, iniciou-se a utilização da Ilha da Sapucaia para despejo de resíduos. Desde então, utiliza-se a técnica de disposição no solo como destinação final dos resíduos, sendo durante décadas feita de forma descontrolada (EIGENHEER, 2009; MACHADO, 2012).

Em São Paulo, favorecida pela geografia, até a década de 1850, aproximadamente, os resíduos eram aproveitados como adubo em hortas, alimentação animal e mesmo enterrado nos quintais, assim, a disposição era feita de forma individual. Em 1869, foi iniciado o serviço de limpeza urbana na cidade, sendo em 1892 contratada a primeira empresa privada para a prestação desse serviço. Os chacareiros faziam parte do sistema de limpeza pública, recolhendo resíduos orgânicos para adubo e alimentação animal. Apenas na década de 1970, foram introduzidas como alternativa para tratamento dos resíduos as usinas e

compostagem, considerando o risco de contaminação existente nos métodos empregados até então (SANTIAGO; PUGLIESI, 2016).

Assim como no Rio de Janeiro, os resíduos eram depositados no solo, sendo utilizados lixões até a introdução dos aterros sanitários, também na década de 1970, que aos poucos se tornaram a principal forma de destinação (SANTIAGO; PUGLIESI, 2016).

Há que se incluir no histórico brasileiro a experiência com incineradores da qual se tem notícia ter iniciado em 1888 em Porto Alegre, 1893 em São Paulo, 1895 no Rio de Janeiro e 1896 em Manaus. Entretanto, essa técnica nunca foi largamente empregada, em razão da complexidade técnica e custo de operação (MACHADO, 2012; SANTIAGO; PUGLIESI, 2016).

Vale ressaltar ainda a importante participação de catadores no sistema de limpeza pública, ora formal, como no Rio de Janeiro na década de 1930, ora informalmente, como na maior parte das cidades brasileiras (MACHADO, 2012; SANTIAGO; PUGLIESI, 2016). São eles os responsáveis pela maior parte dos resíduos desviados do aterramento e incluídos novamente no ciclo produtivo (ANCAT, 2019).

Atualmente no país 92%, dos RSU são coletados. Destes, 59,5% têm como destino aterros sanitários, enquanto o restante, correspondendo a 29,5 milhões de toneladas de resíduos, acaba disposto de forma inadequada, segundo dados de 2019 (ABRELPE, 2020).

### **2.2.2 Histórico da Gestão de Resíduos Sólidos em Uberaba**

Conforme informações de Neto; Nishiyama (2005), na década de 1980 foi construída em Uberaba a Usina de Triagem e Compostagem de Resíduos; na década seguinte, a prefeitura adquiriu uma área para disposição de resíduos de forma controlada. Aterros controlados diferenciam-se de lixões apenas em razão de haver a cobertura dos resíduos com solo, porém não há qualquer técnica de impermeabilização do solo ou de captação de gases. Dessa forma, os resíduos ali dispostos contribuem para a contaminação do terreno e possivelmente do lençol freático. Nessa época, os resíduos urbanos da cidade tinham duas destinações

principais, diretamente para o aterro controlado e triagem na Usina com posterior envio de rejeito ao aterro.

Na Usina, os resíduos eram triados, sendo a fração inorgânica enviada para reciclagem, os orgânicos compostados e o produto vendido para uso na agricultura. Entretanto, sem a separação prévia do material, a triagem era difícil, penosa e pouco eficiente, resultando no vazamento de chorume<sup>1</sup> no solo e possível contaminação do Rio Uberaba, que passa próximo à área em questão. Além disso, muitos materiais recicláveis acabavam na área de compostagem, atrapalhando o processo e grande parte dos resíduos recebidos acabava indo para o aterro controlado. Sem atualização tecnológica, em 2004, a Usina processava com dificuldade 40% dos resíduos gerados na cidade. No local era realizada também a incineração de resíduos sólidos de saúde, que conforme a empresa então responsável, se processava em fornos específico; porém, há registros da queima desses resíduos a céu aberto (NETO; NISHIYAMA, 2005).

Em 2005, deu-se início a operação do Aterro Sanitário de Uberaba (Figura 2) e o encerramento do antigo aterro controlado. Após sua desativação, foi feito apenas o recobrimento vegetal, no entanto não há monitoramento do passivo, embora a aproximadamente 4 km do local esteja situado um distrito municipal, a comunidade da Baixa, cujo recurso hídrico é obtido por meio de poço tubular. Também foram encerradas as operações da Usina de Triagem e Compostagem e a área cedida à Cooperativa de Recolhedores Autônomos de Resíduos Sólidos e Materiais Recicláveis de Uberaba (COOPERU) (DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013; MASCARENHAS, 2005; SILVA, 2020).

Desde 2019, a gestão municipal dos RSU passou a ser da Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (CODAU), um Autarquia municipal, conforme Decreto Municipal n. 2885/2018.

Para os resíduos da construção civil, por 12 anos, findando em 2009, foi utilizada a área da antiga pedreira do Jardim Espírito Santo. O local, no entanto, era utilizado para despejo de resíduos de diversos tipos, ficando conhecida como “lixão” da cidade (Figura 3). O local também fica às margens do Rio Uberaba, do qual é retirada água para abastecimento do município. Após assinatura de Termo de

---

<sup>1</sup> Chorume: líquido de cor escura resultante da decomposição dos resíduos orgânicos (MOREIRA; BRAGA; HANSEN, 2011).

Ajustamento de Conduta (TAC), o local passou por ações corretivas, estando recuperada (DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013).

Figura 2: Localização do antigo aterro controlado e do atual aterro sanitário.



Fonte: DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013

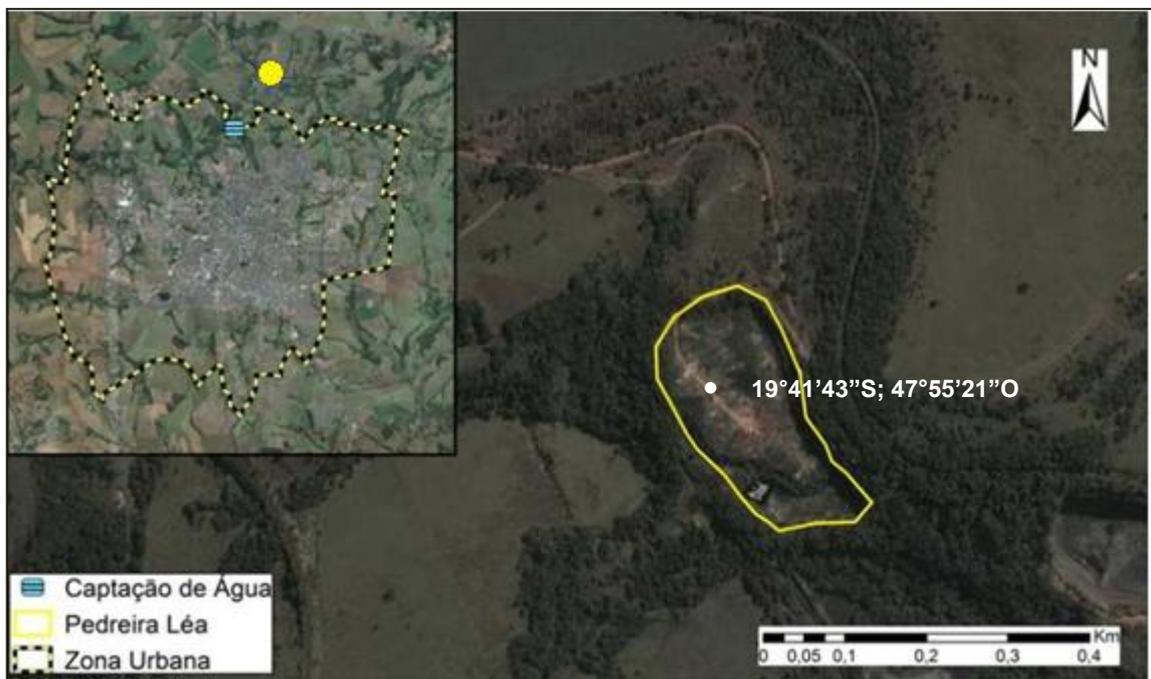
Figura 3: Localização da antiga pedreira Jardim Espírito Santo.



Fonte: DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013

Nesse período, o município passou a utilizar outra antiga pedreira, a Pedreira de Léa (Figura 4), para disposição de resíduos de demolição e construção civil. Porém, igualmente à área anterior, houve no local depósito de diversos tipos de resíduos, resultando na contaminação do solo por chorume. Além disso, em razão do acúmulo desse efluente, na área ocorreu também a contaminação do Córrego Lageado. Foi elaborado um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para recuperação do local (DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013).

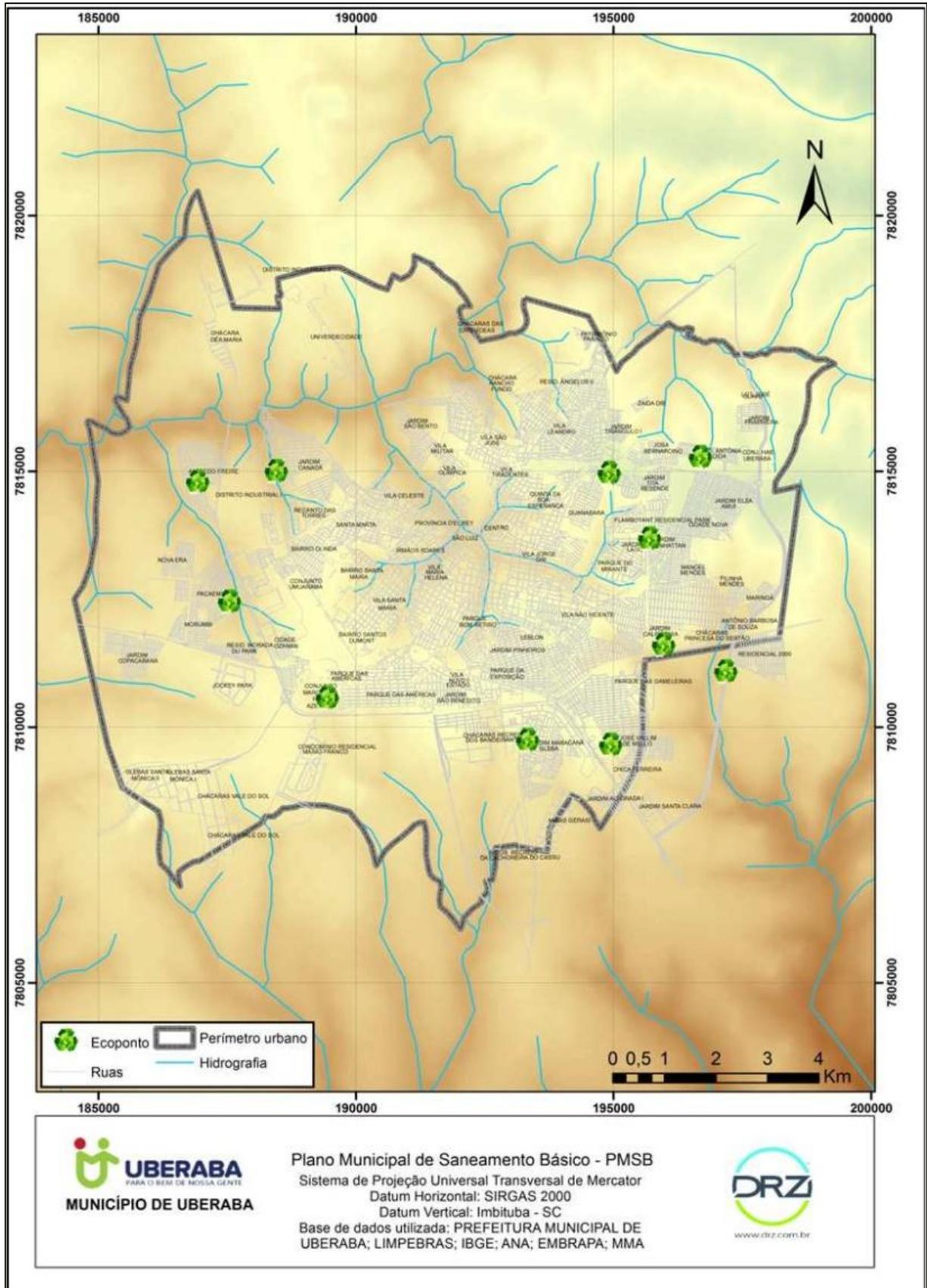
Figura 4: Localização da Pedreira de Léa.



Fonte: DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013

Em 2007, foram instalados 11 ecopontos em diversos bairros para a disposição dos resíduos da construção civil (Figura 5). Apesar da existência desses locais, a população ainda deposita resíduos em áreas de Proteção Permanente, terrenos baldios, às margens de rodovias e mesmo próximo às instalações dos ecopontos, nos horários em que estão fechados ou resíduos que não são recebidos, como os eletroeletrônicos (Figura 6) (SILVA; TEIXEIRA, 2012).

Figura 5: Localização dos ecopontos.



Fonte: DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013

Figura 6: Disposição inadequada de resíduos



Fonte: a autora, 2020

Em 2012, entrou em operação um aterro privado, com área para disposição de resíduos industriais, além de resíduos classe IIA e da construção civil, operado pela empresa SOMA Ambiental Ltda (SEMAT, 2012).

Recentemente, foram instaladas no município diversas empresas que recebem e beneficiam resíduos da construção civil, retornando-os como matéria-prima ao ciclo produtivo, como a Uberaba Eco Ambiental Ltda. (não publicado) e Diego Galvão Soluções Eireli (Uberaba, 2019).

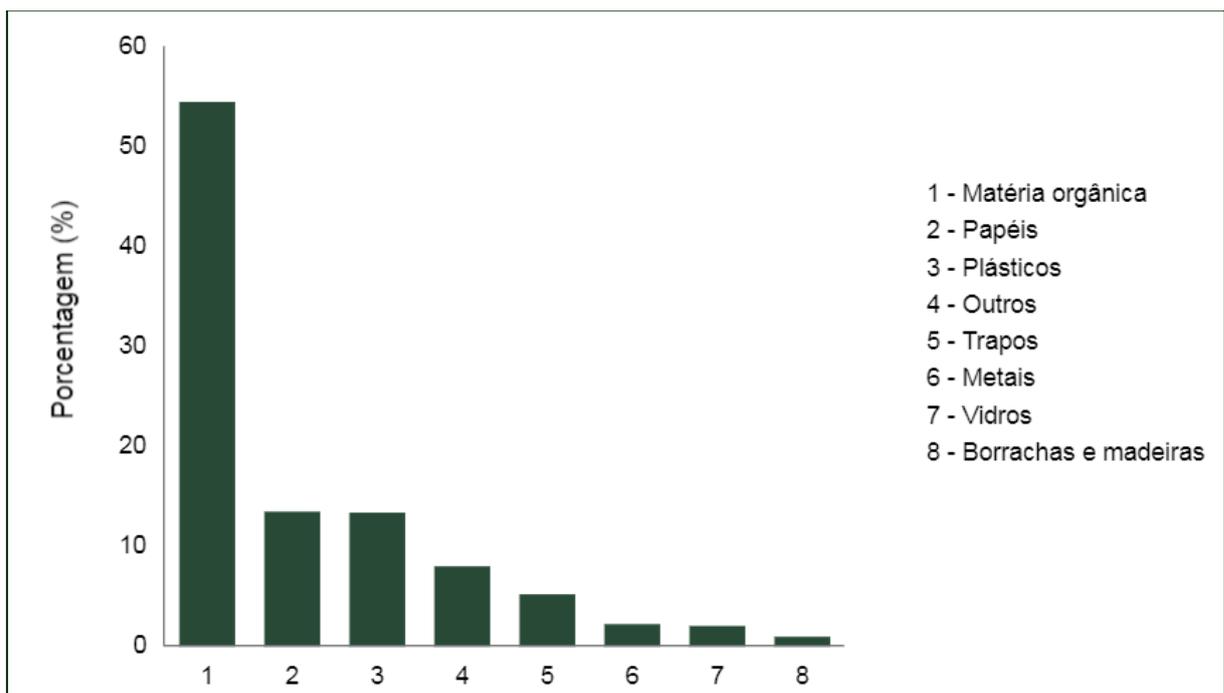
Além da COOPERU, estão instaladas em Uberaba diversas empresas de compra e venda de materiais recicláveis provenientes de resíduos urbanos e industriais, que os negociam diretamente com os catadores autônomos e com os setores produtivos.

Atualmente, o município conta ainda com pontos de descarte de pilhas e lâmpadas fluorescentes provenientes de usuários domésticos como parte do sistema de logística reversa desses setores, operacionalizado pela Reciclus e Green Eletron,

respectivamente. Para coleta de embalagens de agrotóxicos, está instalada no município uma unidade do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV) (GREEN ELETRON, 2020; INPEV, 2020; RECICLUS, 2020).

Em 2011, foi realizada a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no município. Na época, eram enviadas ao aterro municipal 280 toneladas de resíduos, diariamente. Foram coletadas amostras em duas semanas no mês de setembro, obtendo-se o resultado mostrado na Figura 7 (DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013). Conforme esses dados, 81,45% dos RSU produzidos em Uberaba eram compostos por matéria orgânica, papel e plástico. Em 2013, foi estimada a geração per capita de resíduos em Uberaba de 0,987 kg.hab/dia e população de 305.666 habitantes (DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013).

Figura 7: Composição Gravimétrica dos RSU Uberaba – 2011



Fonte: Adaptado de DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013

Em 2019, em razão de convênio do município com a CONVALE – Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional, foi elaborado o Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, porém não houve atualização dos dados (CONSÓRCIO VITAL, 2020).

Pode-se observar pelo histórico apresentado que a existência de algum arcabouço legal em que se baseiem as ações de gestão de resíduos é

imprescindível para sua efetividade. Dessa forma, a evolução de legislação relativa a essa temática tende a proporcionar ambiente propício ao correto manejo de resíduos.

### 2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Embora de atribuição de todas as instâncias de poder, no Brasil a gestão de resíduos é entendida como de responsabilidade dos governos locais, ou seja, das prefeituras, sendo a atenção do Governo Federal voltada mais para o tratamento de água e esgoto (ARAÚJO, 2013). Dessa forma, com menos recursos e menor capacitação técnica, os municípios consideravam em seu escopo, quando muito, a coleta dos resíduos, dispendo-os em algum local, em geral desfavorável ambientalmente, longe dos olhares dos munícipes (PHILIPPI JR, 2005).

Em razão dessa descentralização, diversas regulações de diferentes órgãos e instâncias de poder definiam normas, por vezes conflitantes entre si, provocando uma situação legal caótica (GODOY, 2013). Além disso, a falta de um marco regulatório para o setor proporcionava dificultava ainda mais a existência de um panorama dos resíduos sólidos no país, já que cada municipalidade, quando registrava seus dados, o fazia conforme lhes parecia conveniente. Um dos instrumentos da PNRS é o Sistema de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), cujo um dos objetivos é a coleta e sistematização de dados sobre a gestão dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b; SANTIAGO, 2016).

A urgência em se fazer a correta gestão dos resíduos sólidos foi ressaltada em diversos eventos internacionais, tal qual a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Rio 92, da qual resultou um documento denominado Agenda 21 com metas em diversos setores a serem atingidas pelos países signatários, visando o desenvolvimento sustentável.

Com três capítulos abordando a problemática dos resíduos, capítulos 20 ao 22, a Agenda 21 enfatiza o manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos, sólidos e radioativos, trazendo à evidência a necessidade de gerenciamento dos diversos aspectos relacionados, incluindo a mudança dos padrões de consumo (CNUMAD, 1992).

Como pontuado por Fonseca (2015), outro documento que alertava quanto à importância do correto manejo de resíduos foi o relatório do Grupo

Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, publicado em 2007, que incluía entre as medidas a serem adotadas para frear o impacto das ações humanas sobre o ambiente natural, a adoção de políticas para gestão de resíduos sólidos e gestão municipal de resíduos.

Nesse mesmo ano, foi publicada a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei Federal n. 11.445 de 5 de janeiro de 2007, incluindo a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos nos serviços públicos de saneamento básico. Nessa oportunidade, foram instituídos os Planos Nacional e Regionais de Saneamento Básico, devendo ser incluso o manejo de resíduos sólidos. Entretanto, como consta na definição, esse manejo ficou restrito ao lixo doméstico e de varrição (BRASIL, 2007).

Desde 1989, estava em tramitação no Congresso Nacional uma proposta que seria a precursora da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa proposta relacionava-se apenas com resíduos hospitalares e foi feita no Senado Federal em 1989, com encaminhamento à Câmara dos Deputados em 1991. Ao longo desse tempo, mais de 150 emendas foram juntadas ao processo (ARAÚJO, 2013).

Finalmente, em 02 de agosto de 2010, foi sancionada a Lei Federal n. 12.305 dispondo sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, com regulamento publicado em 23 de dezembro de 2010 no de Decreto Federal n. 7.494.

Essa normativa definiu o marco legal regulatório em matéria de resíduos sólidos no Brasil, incluindo em seu bojo princípios, objetivos, instrumentos, metas e ações a serem adotadas por diferentes atores, além da definição das responsabilidades, tanto do poder público quanto dos geradores na gestão e gerenciamento dos materiais rejeitados (BRASIL, 2010a).

Vale ressaltar a atuação das associações de catadores quanto ao texto da PNRS. Após congressos, fóruns e outras iniciativas, conseguiram que demandas como erradicação dos lixões, divisão universal de responsabilidades, minimização da geração de resíduos, cobrança pelos serviços, reciclagem, coleta seletiva, entre outros, fossem incluídas na Política (MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS, MNCR, 2012).

Como ressaltado por Santiago (2016), diversos autores destacaram a inovação e modernidade contida nos princípios que norteiam tal legislação, entre eles o poluidor-pagador e o protetor recebedor, o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Em 12 de janeiro de 2009, antes da sanção da Lei Federal, foi publicada a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) de Minas Gerais, a Lei Estadual n. 18.031. Essa lei já englobava diversos conceitos imbuídos na normativa federal, incluindo em seus princípios diferentes formas de destinação anteriores à disposição final. Uma das diretrizes dessa norma é “a integração, a responsabilidade e o reconhecimento da atuação dos catadores nas ações que envolvam o fluxo de resíduos sólidos, como forma de garantir-lhes condições dignas de trabalho” (MINAS GERAIS, 2009 Art. 7, inciso VII).

Com vistas ao alcance dos objetivos propostos, a PERS impõe ao poder público implementar a coleta seletiva nos municípios. Essa Lei pressupõe que os resíduos sejam segregados nas fontes geradoras, para que haja o recolhimento diferenciado, a fim de serem encaminhados ao tratamento/disposição adequados (MINAS GERAIS, 2009).

Em consonância com as leis federal e estadual, o município de Uberaba publicou sua Política Municipal de Resíduos Sólidos em 07 de agosto de 2018, através da Lei n. 12.909. Com esse instrumento jurídico, o município estabeleceu como um de seus princípios de gestão o "reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania" e a coleta seletiva, como um dos instrumentos para que os objetivos da Política sejam alcançados (UBERABA, 2018a).

Quando se analisa toda a fundamentação sobre o assunto, nota-se que um dos primeiros passos para a eficiência de qualquer programa de gestão de resíduos é a coleta diferenciada dos materiais. Essa etapa é fundamental para que cada um tenha a destinação mais ambiental e economicamente sustentável, evitando que sejam aterrados, juntamente com o valor neles contido.

#### 2.4 COLETA SELETIVA

Destaca-se entre os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos a necessidade de minimização da quantidade de resíduos gerados, com a seguinte ordem de prioridade: “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010a Art 7. II).

Agrupando tais ações em dois eixos, podem-se classificar não geração e redução como ações a serem tomadas antes da produção efetiva dos resíduos, ou seja, pré-geração, enquanto que as demais serão levadas a efeito após o material ter-se tornado descartável, dessa forma, pós-geração. Especialmente atividades relacionadas à mudança de hábitos de consumo devem ser desenvolvidas quando se quer atingir metas de pré-geração. Já para finalidades de pós-geração, o primeiro passo consiste na coleta diferenciada. Essa é a forma mais eficiente para encaminhar os resíduos para reutilização, reciclagem ou outros tratamentos (GALLARDO et al., 2010).

Definida pela PNRS como a “coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição”, a coleta seletiva, de acordo com o artigo 9 do Decreto de regulamentação da referida Lei, deve ser “implantada pelo titular do serviço público de limpeza urbana e deverá estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, progressivamente, ser estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas, segundo metas estabelecidas nos respectivos planos” (BRASIL, 2010a. Art 3, V; BRASIL, 2010b. Art 9 §2º.).

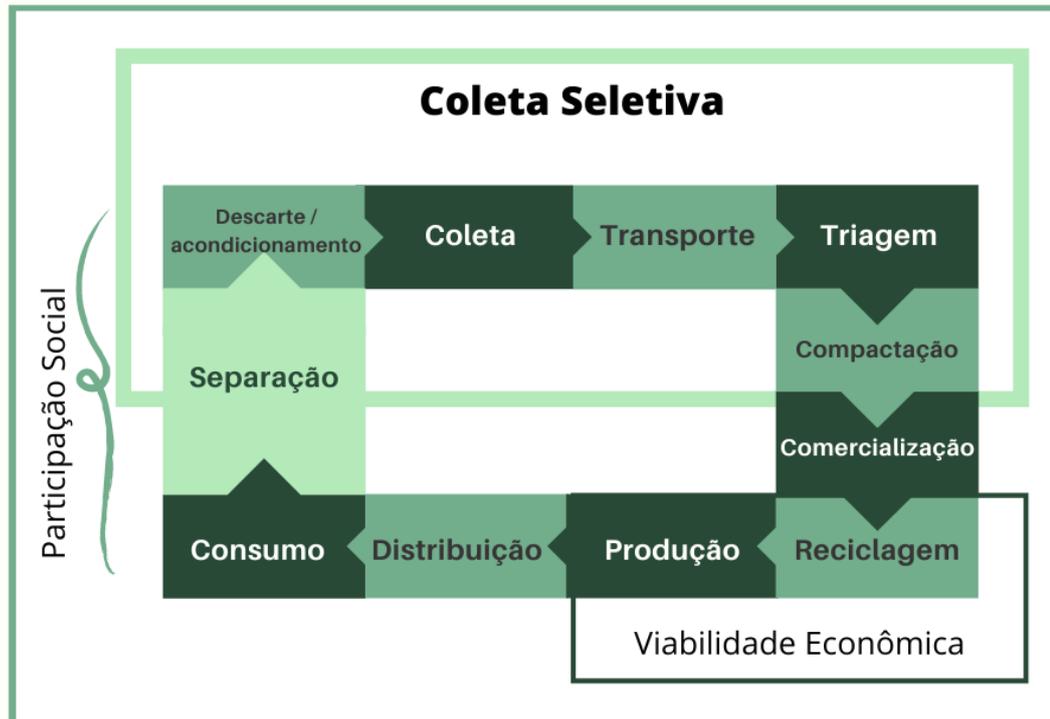
Eigenheer e Ferreira (2015) entendem a coleta seletiva como “recolhimento diferenciado de materiais separados já nas fontes geradoras, visando facilitar o seu reaproveitamento, bem como assegurar a qualidade deles”. Os autores informam ainda que esse tipo de coleta, de forma organizada, surgiu no início do século XX, na Europa e Estados Unidos, muito embora a catação tenha ocorrido desde a Roma antiga. Apenas em 1985, foi implantado no Brasil o primeiro sistema de coleta seletiva, no bairro de São Francisco, em Niterói (RJ).

Embora não haja legislação específica em relação a PCS, a Resolução CONAMA 275 de 2001 “Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva” (BRASIL, 2001).

De forma mais abrangente, a coleta seletiva compreende um sistema constituído por diversas etapas (Figura 8), como proposto por Viana (2020) e Conke; Nascimento (2018) e se apresenta composta por elos interdependentes, que formam um ciclo. Cada parte, bem como o conjunto, pode ser gerida, implementada e operada por diferentes agentes e de formas variadas. A depender desses fatores, têm-se diferentes classificações. Com base em estudos anteriores sobre o tema, são

apresentados os seguintes aspectos que podem diferenciar o PCS implantado: gestão, abrangência, financiamento, operacionalização, segregação, coleta, tipo de seleção e triagem. O Quadro 1 apresenta cada um deles, com suas possíveis classificações, cidade ou localidade que as adotam.

Figura 8: Coleta Seletiva



Fonte: Adaptado de Conke; Nascimento (2018) e Viana (2020)

Dois fatores cooperam para o êxito ou insucesso desse tipo de programa, quais sejam, participação social e viabilidade econômica. Este trabalho tem o foco na participação social, e maior detalhamento será apresentado no tópico 2.5. Em se tratando de saúde financeira, para que o sistema de coleta seletiva seja eficaz, a indústria de beneficiamento e comércio dos materiais precisa estar presente.

Pelas características intrínsecas do setor produtivo privado, de competitividade e inovação, já existem no mercado internacional tecnologias capazes de reprocessar parte considerável dos produtos consumidos. Entretanto, no Brasil, dada a extensão territorial, além da grande diferença demográfica e econômica, esse mercado torna-se restrito a alguns tipos específicos de materiais, como alumínio, papelão/papel, plástico e vidro. Mesmo entre esses, a depender da especificidade do material, da separação e da coleta realizada, fatores como

distância do centro beneficiador ou preço de mercado e preço da matéria-prima virgem podem inviabilizar a reciclagem, e assim interferir no sistema de coleta seletiva (PEIXOTO, 2006; BATISTA, 2015; MOHAMED SULTAN; LOU; MATIVENGA, 2017; CONKE; NASCIMENTO, 2018; SILVA, 2018; ANCAT, 2019; MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO, 2019).

Quadro 1: Aspectos de classificação da coleta seletiva.

Aspecto	Classificação	Características	Exemplo	Referência
Gestão/ Implementação	Formal/ centralizada	Fomentada e gerida pela administração pública municipal ou regional.	Belo Horizonte; Pequim, China	FUSS; BARROS; POGANIETZ (2018) pg 4. CUDJOE; YUAN; HAN (2020) pg 1.
	Informal/ descentralizada	Implementada por associações da sociedade civil, como organizações sem fins lucrativos, entidades religiosas, cooperativas de catadores, institutos, etc.	Bairro São Francisco; La Paz, Bolívia	EIGENHEER; FERREIRA (2015) pg 2. FERRONATO et al., (2020) pg 3.
Abrangência	Regional	Programa de coleta seletiva com objetivo de atingir vários municípios consorciados.	Cariri, Ceará	BATISTA (2015) pg 153
	Municipal ou local	Realizada em âmbito municipal ou em ambientes privados ou de abrangência limitada, como condomínios, empresas, escolas, igrejas, entre outros.	Bairro São Francisco; Niigata, Japan	EIGENHEER; FERREIRA (2015) pg 2. TAKAHASHI (2020) pg 7
Financiamento	Público	Feito com fundos públicos destinados à gestão de resíduos, saneamento, meio ambiente, limpeza pública, coleta seletiva, taxas específicas cobradas da população, ou outras fontes públicas de financiamento.	São Lourenço, Minas Gerais; Barcelona, Espanha	BERNARDO; LIMA (2017) pg 6. TAKAHASHI (2020) pg 7
	Privado	Financiada por entidades sem fins lucrativos, cooperativas, associações de entidades civis, outras fontes do setor privado.	Bairro São Francisco; Malmö, Suécia	EIGENHEER; FERREIRA (2015) pg 2. TAKAHASHI (2020) pg 6

Continua...

Continuação

Aspecto	Classificação	Características	Exemplo	Referência
Operacionalização*	Administração pública	Realizada diretamente pelo órgão público ou empresas por ele contratadas e fiscalizadas. Pode ainda ser feita em parceria com organizações da sociedade civil.	Porto Alegre; Niigata, Japão	EIGENHEER; FERREIRA (2015) p. 4. TAKAHASHI (2020) p. 10
	Sociedade civil	Implementada por associações da sociedade civil, como organizações sem fins lucrativos, entidades religiosas, cooperativas de catadores, institutos, etc, ou catadores autônomos independentes do poder público.	Itaúna, Minas Gerais; Suécia	SILVEIRA; SOUSA; TEIXEIRA (2019) p. 4. TAKAHASHI (2020) p. 6
Segregação*	Segregação na fonte	O gerador dos resíduos promove a segregação dos recicláveis. Como vantagens destacam-se redução de custos nas etapas de triagem, lavagem, secagem, entre outros. A segregação na fonte pode ser apenas em secos e úmidos, muito comum no Brasil; em secos, úmidos e rejeitos, para melhor aproveitamento do potencial dos resíduos orgânicos; ou ainda multisseletiva, na qual os materiais são separados em diversas categorias.	Garibaldi, Rio Grande do Sul; Esmirna, Turquia	MERSONI; REICHERT (2017) p. 4, 5. (SORKUN, 2018) p. 5
	Separação em centrais de triagem	Os resíduos são transportados indiscriminadamente para galpões onde ocorre a separação, operacionalizada pelo poder público ou sociedade civil organizada, ou ainda setor privado.	Campo Grande	LIMA (2019) p. 2

Continua...

Continuação.

Aspecto	Classificação	Características	Exemplo	Referência
Coleta *	Porta a Porta	Após a segregação os geradores dispõem os resíduos nas calçadas e estes são recolhidos pelos agentes responsáveis. De forma geral são utilizados veículos com pouca tecnologia agregada como "caminhões gaiolas" ou outros adaptados, inclusive os compactadores. Quando a coleta seletiva é operacionalizada por catadores autônomos, essa forma de coleta é amplamente aplicada, sendo então utilizados veículos movidos à tração humana ou somente armazenamento em sacos. Esse é o tipo de coleta mais comum no Brasil por apresentar menor custo inicial para implantação, além de depender menos da sensibilização ambiental/ disposição dos cidadãos (Figura x).	Campo Grande; República Tcheca	LIMA (2019) p. 2. STRUK (2017) P. 3
	Postos de Entrega Voluntária - PEV's	São contêineres dispostos em locais pré-determinados nos quais a população deposita os resíduos previamente separados. Apresenta a vantagem de economia com a coleta, porém seu sucesso depende do nível de sensibilização da população. Uma variação desse sistema é a implantação de postos de recebimento ou troca, onde a população recebe algum benefício (Figura x). Nesse caso, para transporte, podem ser empregados veículos com maior tecnologia e que exigem menor esforço humano. Pode ser utilizado ainda o método por sucção, no qual os contêineres são parcialmente subterrâneos, e por meio de sensores, após atingirem determinado volume de ocupação ou em horários específicos, os resíduos são transferidos para centrais de triagem por tubulações.	Vitória; Nanjing, China	BRINGHENTI; GÜNTHER (2011) p. 3. LI et al. (2020) p. 3

Continua.

Continuação

Aspecto	Classificação	Características	Exemplo	Referência
Tipo de seleção	Recicláveis secos e resíduos mistos	Bastante comum nas cidades brasileira nesse tipo de seleção são separados os resíduos recicláveis com maior potencial de venda (plástico, papel, papelão, alumínio) enquanto todos os outros tem destinação final comum, no caso brasileiro, normalmente aterramento.	João Pessoa; La Paz	IBÁÑEZ-FORÉS et al.(2018b) p. 6. ERRONATO et al., 2020) pg 3.
	Recicláveis (secos e úmidos) e rejeitos	Quando há a separação não somente dos recicláveis secos, mas também os orgânicos são utilizados em alguma tecnologia de aproveitamento de resíduos (compostagem, digestão anaeróbia com geração de gás, entre outros).	São Paulo (em pequena escala)	LIIKANEN et al.(2018) p 2.
	Multiseletiva	Mais comum em países mais desenvolvidos, nesse sistema os resíduos são separados em inúmeras categorias, por exemplo, tipo de vidro ou plástico, diferentes tipos de embalagens, etc.	Espanha Japão	GALLARDO (2010), p. 10. TAKAHASHI (2020) p. 10
Triagem*	Centrais de triagem	Nos casos de separação na fonte em dois ou três tipos, os resíduos seguem ainda para centrais de triagem para agrupamento dos materiais em um número maior de classes, que viabilize o envio para a indústria de reciclagem. Pode ser responsabilidade do poder público, ou feita em organizações da sociedade civil, especialmente por cooperativas de catadores.	João Pessoa	IBÁÑEZ-FORÉS et al.(2018b) p. 6
	Catadores autônomos	Quando a coleta é realizada por trabalhadores de forma individual, o próprio catador já realiza a triagem dos materiais no local em que coleta. São selecionados os materiais com maior valor de venda que são negociados diretamente com os atravessadores.	São Paulo; Chennai, Índia	LIIKANEN et al. (2018) p 2. KNICKMEYER (2020) p. 12

\*Pode ser feito no formato misto

Fonte: autora, 2020

Assim, cada etapa desse sistema consiste em alavanca ou entrave para seu funcionamento. Conke (2018) elenca os principais desafios da realidade brasileira para a implementação de programas de coleta seletiva em diferentes etapas. Esses desafios estão sumarizados no Quadro 2

Quadro 2: Barreiras para implantação de PCS no Brasil

<b>Geração, manejo e disposição</b>
- A população não conhece os aspectos operacionais dos programas de coleta seletiva, tais como reciclabilidade dos materiais, cronograma da coleta, destinação dos resíduos segregados
- Falta de retorno das consequências relativas às práticas ambientais (recompensa, punição, feedback)
- Aversão dos residentes aos resíduos à presença de equipamentos de coleta
- Disposição ilegal
- Número insuficiente de aterros e localização questionável de PEVs
<b>Coleta, transporte e recuperação</b>
- Resistência dos catadores autônomos às exigências do trabalho formal e atitude de trabalho não compatível com valores de cooperativas
- Inadequação das instalações, dos veículos de coleta e balanças
- Inexistência de pagamento por serviços ambientais
<b>Venda e reciclagem</b>
- Inconsistência no fornecimento de material
- Concentração geográfica da indústria de reciclagem
- Déficit de incentivos fiscais para a indústria de reciclagem e para produtos compostos por material reciclado
- Embalagens e partes recuperáveis dos produtos não são valoradas de forma correta
<b>Gestão do Programa</b>
- Divisão de custos e responsabilidade de forma não igualitária
- Expectativas ilusórias sobre comportamento humano e resultados o programa
- Direcionamento errado da comunicação dos programas de coleta seletiva (foco em por que separar em vez de como fazer a separação)
- Método de pagamento insustentável para empresas de coleta terceirizadas
- Ausência de legislação adequada relativa aos resíduos

Fonte: adaptado de CONKE, 2018.

Importante ressaltar que a coleta seletiva não deve servir para alimentar o mercado produtivo, estimulando o consumo. No entanto, para cumprir seu papel de promotora de práticas cidadãs, propulsora do desenvolvimento sustentável e auxiliar na redução de extração de matérias-primas, a viabilidade econômica dos insumos gerados precisa ser garantida (BATISTA, 2015).

Nesse sentido, valer ressaltar as diferenças entre coleta seletiva e reciclagem, já que por diversas vezes os termos são usados como sinônimos, porém, embora associados, possuem significados diferentes, especialmente do ponto de vista social (WANG, et al., 2019). Maior detalhamento será feito no tópico 2.4.1.

Entre os benefícios do recolhimento diferenciado dos materiais descartados, podem ser citados: a redução de custos com a disposição final, com a remediação

de áreas degradadas e com a limpeza pública; o aumento da vida útil dos aterros sanitários, aspecto a ser especialmente considerado, já que se torna cada vez mais limitada a disponibilidade de áreas para implantação dessa tecnologia, sobretudo nos grandes centros urbanos; a redução de resíduos a serem transportados e armazenados até sua disposição final; o aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos materiais recuperados e conseqüente uso racional de recursos naturais; a melhoria de condições de trabalho e renda dos catadores; o estímulo à participação cidadã na gestão de resíduos e redução de consumo (BATISTA, 2015; CONKE, 2018; PIVETTI et al., 2020; SANTANA, 2013; VILHENA, 2014).

Na maior parte dos países europeus, que conforme a Diretriz 2008/98/EC deveriam atingir a meta de 50% dos resíduos seguindo para reutilização ou reciclagem até 2020, a separação dos resíduos é feita na fonte e para a coleta, de forma geral, emprega-se o método de Ecopontos (AVFALL SVERIGE, 2018, FERREIRA et al., 2017, STRUK, 2017). Cada país, e mesmo cidade, adota o sistema mais conveniente dadas as suas particularidades e enquanto em alguns locais podem ser encontrados contêineres separando os diversos recicláveis secos, em outros, a separação ocorre apenas entre secos e úmidos.

Outros países, como Austrália, Canadá, Reino Unido e Estados Unidos, adotam a coleta porta a porta. Neste caso, os residentes devem depositar seus resíduos em contêineres plásticos específicos, que são colocados para coleta nos dias preestabelecidos. Na República Checa, a coleta é feita porta a porta, com os resíduos separados em sacos plásticos coloridos. Em algumas municipalidades, há a leitura de um código de barras colado nos sacos e, a depender da quantidade separada, o gerador recebe um incentivo financeiro (STRUK, 2017).

No Japão, a gestão eficiente de resíduos tornou-se urgente no período pós guerra, em razão da quantidade gerada ser inversamente proporcional aos locais disponíveis para disposição. Embora 80,3% dos resíduos coletados tenham como destino a incineração e cada localidade adote seu próprio sistema de coleta, os geradores domiciliares devem seguir regras rígidas e complexas de separação, existindo diversas categorias de materiais (TAKAHASHI, 2020).

Em Uberaba, a responsabilidade pela gestão dos RSU é da autarquia municipal responsável pelos demais serviços de saneamento, a CODAU. Atualmente, a recolha dos resíduos é realizada porta a porta, de forma indiferenciada, e a coleta de recicláveis fica a cargo da cooperativa de catadores e

de catadores não associados. Essa descentralização da gestão desses resíduos proporciona baixos índices de aproveitamento (JERONIMO; FERREIRA; LUZ, 2019; SILVA, 2018; UBERABA, 2018b).

Em maio de 2020, foi aprovado o Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do consórcio para gestão dos resíduos sólidos formado por parte dos municípios da Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Rio Grande (AMVALE). De acordo com edital de licitação, a coleta dos materiais recicláveis deverá ser realizada porta a porta pela empresa contratada, com posterior destinação às cooperativas (CONSÓRCIO VITAL, 2020).

Conforme salientado por Ferreira et al. (2017), a maior parte do custo dos sistemas de manejo de reciclagem de resíduos está concentrada nas atividades de coleta e transporte dos materiais (70%). Em contrapartida, maior qualidade do material, e consequentemente maior eficácia da coleta seletiva, se dá quando ocorre a separação na fonte geradora (GALLARDO et al., 2010). Por essa razão, a identificação da forma que obterá maior adesão dos munícipes é um dos critérios para que o sistema adotado seja financeiramente sustentável.

Em razão da maior comodidade, o sistema porta a porta tende a ser o mais aceito pela população; por outro lado, o sistema de entrega voluntária pode ser o mais vantajoso em termos de retorno financeiro (XIAO et al., 2017, STRUK, 2017). Dessa forma, a investigação da realidade local é imprescindível para a determinação de um modelo, ou mesmo pela adoção de uma combinação e adaptação dos métodos existentes.

#### **2.4.1 Coleta Seletiva e Reciclagem**

Muito embora alguns autores utilizem, nas definições de seus trabalhos, reciclagem como separação dos resíduos (ESCARIO; RODRIGUEZ-SANCHEZ; CASALÓ, 2020; GEIGER et al., 2019; LI et al., 2020), de forma geral, é comum a utilização dos termos de forma indistinta, causando prejuízo quanto ao entendimento do processo. Assim sendo, considera-se oportuno destacar a diferença entre eles.

A coleta seletiva se refere ao procedimento de recolha de resíduos de forma segregada, como mostrado nas definições anteriores, enquanto a reciclagem consiste no processo de transformação física ou química dos materiais (BRASIL,

2010a). O recolhimento em separado dos materiais permite que esses estejam disponíveis como matérias-primas secundárias para os processos de transformação industrial (WANG, et al., 2019).

De maneira geral, o setor privado se encarrega da reciclagem, que exige certo capital de investimento, e que forma uma cadeia produtiva própria, absorvendo mão de obra com maior grau de especialização e maior know how tecnológico. Além disso, as empresas de reciclagem trabalham com materiais específicos, e ditam o valor dos resíduos que recebem (COELHO; CASTRO; GOBBO JR., 2011; SILVA, 2018).

Esses empreendimentos adquirem a matéria-prima secundária (resíduos) bruta e, com a transformação proporcionada, agregam valor ao produto final, que pode ser insumo de outro setor produtivo.

Já a coleta seletiva fica a cargo do setor público local, que pode contratar uma empresa privada, ou, como na maioria dos municípios brasileiros, é feita por trabalhadores autônomos, às vezes organizados em associações ou cooperativas. Embora seja necessário investimento para a implantação de programas consistentes, a coleta seletiva ainda é realizada com nenhum ou pouquíssimo capital e mão de obra sem qualquer formação especializada (LIMA; MANCINI, 2017; ANCAT, 2019).

Nesse contexto, vale ressaltar a importância social e econômica desse serviço. Conforme a ANCAT – Associação Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis, entre 800 mil a 1 milhão de pessoas sobrevivem da atividade de catação. A renda média desses trabalhadores é de um salário mínimo, aproximadamente (ANCAT, 2019).

Quando realizada por trabalhadores não organizados, apenas os materiais de maior valor de venda são coletados, enquanto que, quando feita por meio de cooperativas uma gama maior de resíduos é recolhida para posterior destinação. Em razão da pouca ou nenhuma transformação nessa etapa, os materiais possuem baixo valor de venda e estão mais susceptíveis às variações do mercado (SILVA, 2018; LIMA; MANCINI, 2017).

A desigualdade entre os processos em questão fica ainda mais evidente quando observada a movimentação financeira de cada área. Em 2012, a cadeia de coleta, triagem e processamento de materiais recicláveis em indústrias recicladoras alcançou a cifra de R\$ 10 bilhões em lucro, com previsão de crescimento (TIPA JR,

2019). Entretanto, dados de 2018 mostram que a coleta seletiva obteve ganho de R\$ 32 milhões (ANCAT, 2019). Ou seja, desconsiderando as variações desse período, a coleta seletiva não chega a atingir 1% do faturamento global da cadeia.

A discrepância se torna ainda maior quando observados os valores movimentados pelo mercado de limpeza urbana, que atingiu em 2018 R\$ 28,1 bilhões. Considerando que apenas 22% dos municípios brasileiros possuíam alguma iniciativa de coleta seletiva nesse (ABRELPE, 2019), a maior parte do valor investido foi para o aterramento. A cifra poderia ser ainda maior, não fosse a economia gerada pela segregação, R\$ 30 milhões deixaram de ser gastos (ANCAT, 2019).

Cabe destacar ainda que a coleta seletiva não deve ser utilizada apenas para alimentar o mercado da reciclagem, conforme observado por Batista (2015). Os programas de coleta segregada devem ter uma visão holística do sistema, tendo em foco a minimização da geração, que proporciona 9,2% a mais de economia em relação à reciclagem anualmente (CALDERONI, 2003). Além disso, não se deve negligenciar o desenvolvimento de tecnologia para aproveitamento de resíduos que continuam a ser desperdiçados ocupando lugar em aterros.

Toda essa conjuntura mostra que a coleta seletiva pode ser economicamente vantajosa para a sociedade, entretanto faz-se necessária a transposição de duas barreiras: a primeira no âmbito político, para fomentar a coleta seletiva por meio de cooperativas ou associações, preterindo os contratos milionários com empresas privadas cujo objetivo se concentra em coletar e aterrar, e a segunda, a falta de conhecimento, educação ambiental e participação da população (BATISTA, 2015).

## 2.5 ADESÃO DA POPULAÇÃO

Conforme estudo apresentado por Miranda; Mattos (2018), o processo de implantação de um PCS possui cinco fases: diagnóstico, planejamento, implantação, operação e análise dos benefícios. Em todas essas etapas entender as preferências e necessidades da população é essencial para o sucesso do programa.

Até a década de 1980, prevalecia o conceito de administração racionalista, que conforme Takahashi (2020), preteria a participação popular, dando ênfase para decisões técnicas. Contudo, esse procedimento se mostrou ineficiente para lidar com as questões ambientais, vindo a surgir o conceito de racionalismo econômico e responsabilidade estendida ao produtor, iniciado na Suécia. Nesse novo modelo, os

custos de todo ciclo de vida dos produtos devem ser pagos pelo produtor, que os repassa ao consumidor e também busca soluções alternativas para uma produção mais sustentável. Com isso, a atitude dos consumidores, e, portanto, dos geradores de resíduos, passa a ter maior relevância para a tomada de decisões. Com financiamento privado, a coleta seletiva na Suécia é feita de acordo com a escolha dos residentes que pagam diretamente ao operador do sistema. O país apresenta altas taxas de resíduos enviados à reciclagem.

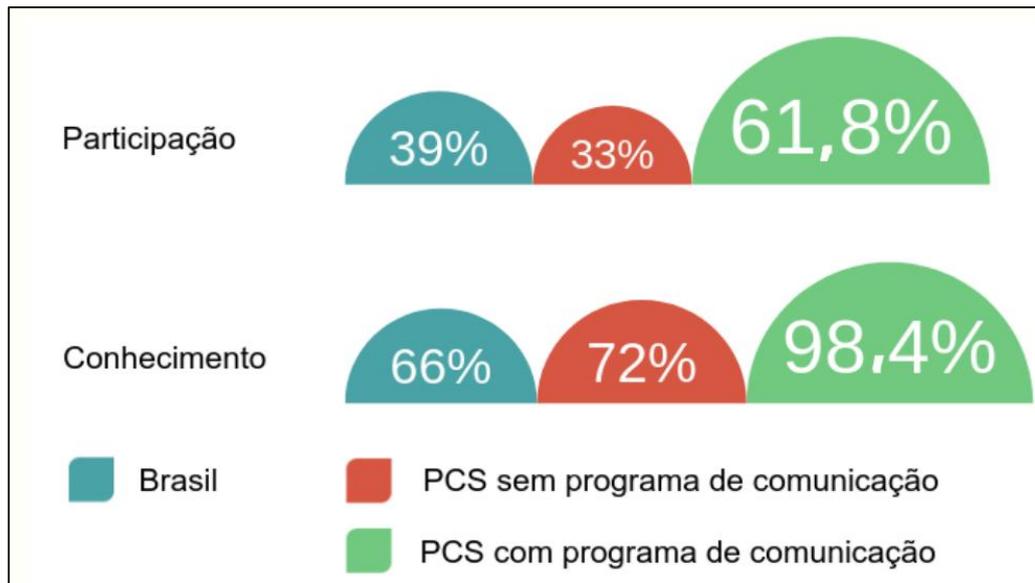
Nesse sentido, um dos grandes avanços da PNRS foi a inserção da responsabilização dos geradores na gestão de resíduos sólidos. Assim, toda a sociedade está de alguma forma implicada na destinação dos materiais descartados. No que diz respeito aos resíduos sólidos domiciliares, o gerador é responsável pela disponibilização correta para a coleta ou devolução, em caso de logística reversa (BRASIL, 2010a).

Considerando a grande quantidade de resíduos gerados nas zonas urbanas, a segregação dos resíduos na fonte se torna essencial para a redução de contaminação dos materiais recicláveis e garantia de melhor aproveitamento. Dessa forma, as políticas públicas somente serão eficazes caso haja mudança no comportamento da população e adesão às práticas propostas de forma voluntária, entendendo a responsabilidade pessoal (CONKE, 2018; EIGENHEER; FERREIRA, 2015; KNICKMEYER, 2020).

Entretanto, para que essa alteração de hábitos aconteça, é necessário que a população tenha conhecimento da sua obrigação e da forma como deve proceder. Em estudo realizado pelo IPEA, verificou-se que 66% da população brasileira sabe pouco ou nada sobre coleta seletiva e 39% não separa os resíduos orgânicos dos recicláveis (ANCAT, 2019). Esses dados variam entre as municipalidades, especialmente entre aqueles que possuem ou não algum tipo de coleta apoiada pelo poder público, além de comunicação, e aqueles sem iniciativas formais (Figura 9).

Comparando os estudos realizados por Batista (2015), na região metropolitana do Cariri - Ceará e de Santana (2013), na Microrregião de Ouro Preto - Minas Gerais, podem ser notados os resultados advindos da aplicação de educação ambiental. Em ambos os casos, a disposição final dos resíduos é feita de forma inadequada em aterros controlados ou lixões.

Figura 9: Conhecimento e participação da população em PCS



Fonte: Adaptado de ANCAT (2019), Batista (2015) e Santana (2013).

No primeiro estudo, a coleta seletiva é feita por trabalhadores autônomos, de forma individual ou organizados, porém sem apoio municipal, e sem comunicação/educação ambiental para a população, com exceção do município de Crato, onde o programa de coleta segregada se deu por iniciativa governamental. A pesquisa mostrou que 72% dos municípios têm conhecimentos sobre coleta seletiva e apenas 33% realizam algum tipo de separação de seus resíduos, embora cerca de 59% dos entrevistados disseram ter interesse em participar do programa (BATISTA, 2015).

Já no estudo realizado em Minas Gerais, as cidades amostradas possuem algum tipo de programa de coleta seletiva apoiado pela prefeitura e algum grau de informação sendo passada para a população. Nesse cenário, a pesquisa mostrou que 98,4% dos entrevistados possuem conhecimento sobre coleta seletiva e 61,8% dos municípios participam dos programas; 96,9% demonstraram interesse em participar (SANTANA, 2013).

Comprometimento do setor público e adesão dos municípios ao programa, tendo em vista que a participação implica em mudança de comportamento, consistem nas barreiras para o sucesso do PCS implantados no Brasil observadas por LIMA et al. (2019). Os autores ressaltam ainda a importância de dar retorno aos participantes sobre os resultados de seus esforços de separação e disseminação de informações para reduzir as taxas de contaminação dos resíduos recicláveis.

Struk (2017), analisando estudos em diversos países sobre as razões para adesão ou não da população aos sistemas de coleta seletiva, resume os fatores mais citados a serem considerados pelos tomadores de decisão quando da escolha de uma metodologia em distância e conveniência, ou seja, a disponibilidade e distância de locais para disposição dos resíduos e a facilidade da separação. Resultado similar foi encontrado por Xiao et al. (2017). Além disso, fatores como renda, escolaridade, idade e existência de incentivo podem, a depender do contexto, influenciar no comportamento da população (STRUK, 2017).

Há ainda que se enfatizar a análise de custo-benefício feita quando da decisão de participar ou não de um PCS; conforme afirmam Escario; Rodriguez-Sanchez; Casaló (2020), a atitude das pessoas pode se basear nessa análise de forma individual. Por essa razão, fatores demográficos, como renda, podem não mostrar significância na análise, já que a separação pode não ser compensadora ou pelo baixo retorno associado, ou pelo alto custo envolvido.

Estudos realizados no Reino Unido, Suécia e Estados Unidos sobre pagamento por serviços de coleta seletiva mostraram que a baixa disposição da população em pagar requer políticas públicas que incluam incentivos e informação (KIRAKOZIAN, 2016). Prioritariamente, para que se atinjam maiores níveis de participação popular, deve-se investir em informação aos potenciais participantes, na coleta, nos locais de disposição, marketing e regulamentação (XIAO et al., 2017).

Wilson e Williams (2007) recomendam que pesquisas anuais devem ser feitas pelos órgãos responsáveis pelo manejo de resíduos para que sejam levantados indicadores para melhoria dos serviços prestados, entendimento esse compartilhado por Knickmeyer (2020), quando enfatiza a importância de pesquisas preliminares para caracterização da população e adaptação do sistema a ser implantado, como a identificação de resultados e custos através do monitoramento na alteração de comportamento.

Dessa análise depreende-se que há uma predisposição da população em aderir aos programas de coleta seletiva. Porém, para que essa participação se efetive, é crucial a disseminação de informações de forma consistente, com persistência e constância do PCS. A intenção dessa pesquisa é determinar a disposição da população uberabense em aderir a um PCS e qual melhor meio para implantação conforme a percepção dos munícipes.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração do projeto, realizou-se pesquisa quantitativa quanto à abordagem, e aplicada quanto à natureza, já que a partir dos resultados são propostos modelos executáveis. Em relação aos objetivos, pode ser caracterizada como exploratória, e considerando os procedimentos adotados, foram realizadas pesquisas bibliográficas e com *survey*, ou seja, dados obtidos diretamente com a população alvo do estudo (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). A seguir, está o detalhamento das etapas metodológicas, compreendendo a definição da amostra, questionário aplicado e análise dos resultados.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

Neste estudo, buscou-se encontrar uma amostra representativa para que os dados pudessem ser estatisticamente extrapolados para a população como um todo, considerando margem de erro e nível de confiança específicos (GALLARDO et al., 2010).

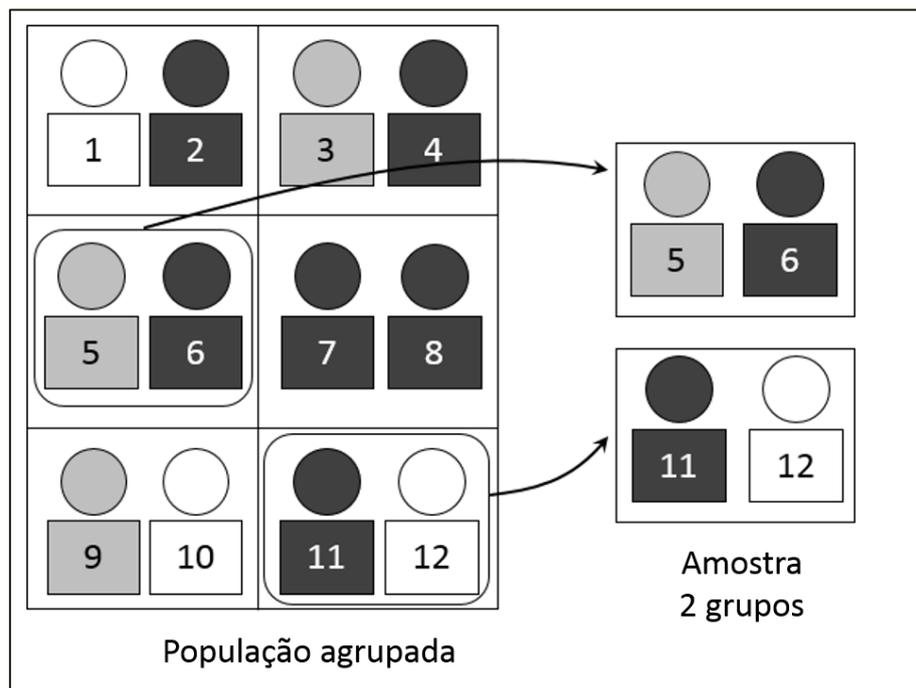
Para o cálculo da amostra, foi adotado o método probabilístico de amostragem aleatória por conglomerados, em três etapas, sendo uma delas a amostragem sistemática. O método de amostragem por conglomerado consiste em dividir a população em N grupos chamados conglomerados, então, um número x de conglomerados é incluso na amostra. Cada elemento da população pertence somente a um único conglomerado. Quando em uma etapa, todos os elementos dos conglomerados selecionados são amostrados. Já quando ocorre em dois ou mais estágios, como nesta pesquisa, um subgrupo de elementos dentro dos conglomerados selecionados são sorteados de forma aleatória (STAT TREK, 2019).

Na amostragem sistemática, apenas o primeiro elemento é escolhido de forma aleatória, os demais são selecionados conforme um critério predefinido; será inserido no conjunto amostral o enésimo indivíduo conforme o padrão adotado (LIMA FILHO, 2019). As Figuras 10 e 11 ilustram os dois tipos de amostragens utilizadas.

Nesta pesquisa, o objeto de estudo consiste nos domicílios residenciais da área urbana do distrito sede do município de Uberaba, Minas Gerais, excluindo-se os distritos industriais e parques tecnológico e empresarial, além dos condomínios tanto de prédios como de casas. O município está situado no Triângulo Mineiro

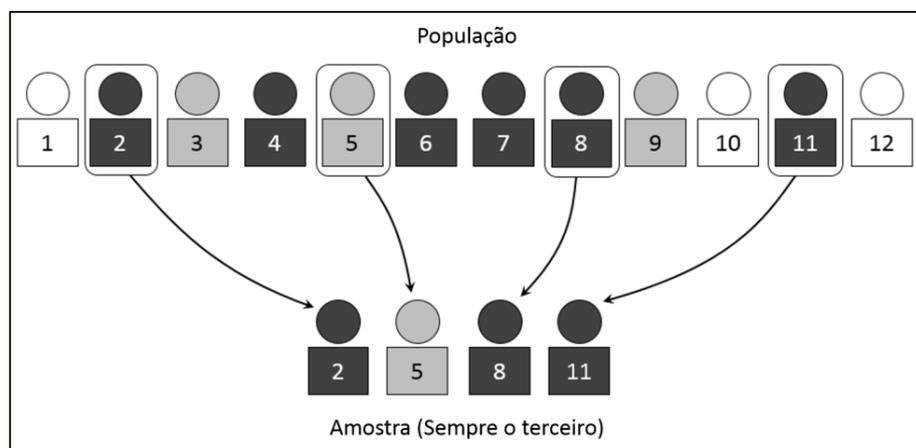
(Figura 12) e possui extensão territorial total de 4.523,957 km<sup>2</sup>, porém, a zona urbana compreende apenas cerca de 7% desse total, perfazendo 310 km<sup>2</sup>, inclusa a zona de transição definida no Plano Diretor do município (UBERABA, 2006). Os dados do censo do IBGE mostram que a população total da cidade em 2010 era de 295.988. Desse total, 285.662 residiam na zona urbana da sede municipal (IBGE, 2010).

Figura 10: Amostragem por Conglomerado.



Fonte: Ochoa, 2015a.

Figura 11: Amostragem Sistemática



Fonte: Ochoa, 2015b.

Como para coleta dos dados foi definido como grupo focal os domicílios da zona urbana do distrito sede, obteve-se na Secretaria de Fazenda o número de imóveis cadastrados para pagamento do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU); assim, o número total de residências na área de estudo foi calculado em 157.411 (2019, dado não publicado). A partir desses dados, definiu-se o número de domicílios que comporiam a amostra, considerando um nível de confiança de 95% ( $p=0,95$ ), margem de erro de 3% ( $E=0,03$ ) e variabilidade máxima de 78% ( $Z=0,78$ ), segundo a equação 1 (SANTANA, 2013).

$$n_0 = (q.p.Z^2)/E^2 \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde  $n_0$  = amostra inicial e  $q = 1-p$

Como refinamento, considerando que a população-alvo possui número definido, foi aplicado ainda a equação 2, onde  $N$  é o número total de residências a ser estudado, resultando em 730 domicílios a serem amostrados. Como margem de segurança, adotou-se 5% a mais desse resultado, portanto 767 domicílios.

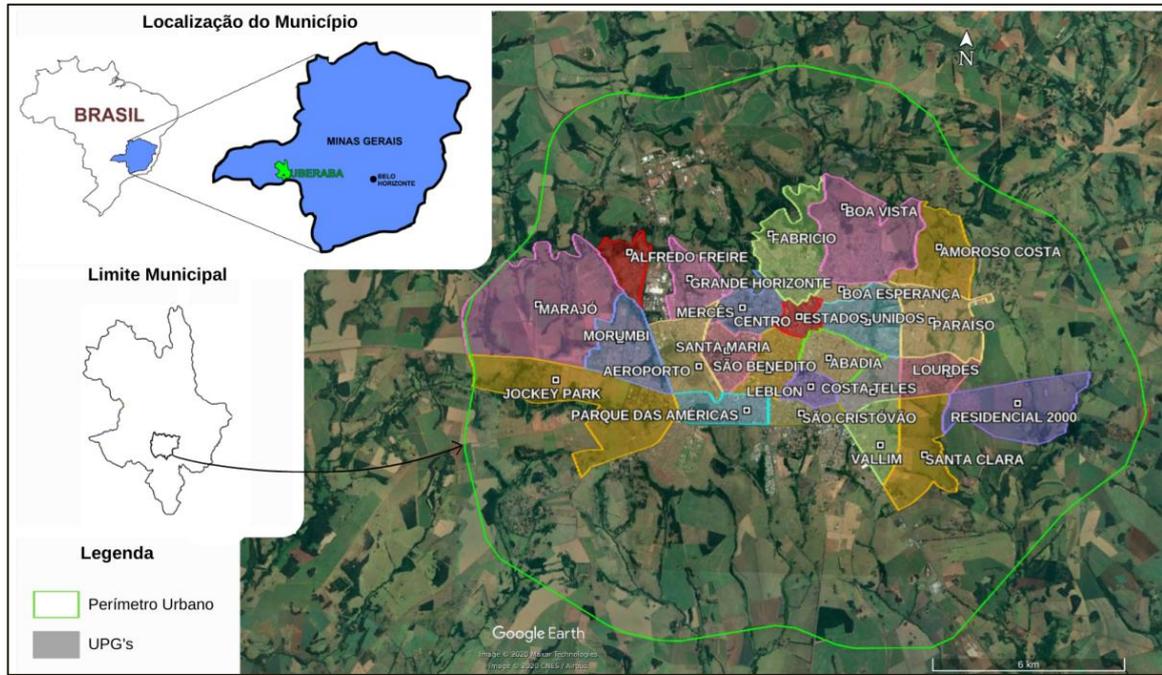
$$N = n_0 / (1 + ((n_0+1)/N)) \quad \text{(Equação 2)}$$

Com base no Decreto n. 80 de 15 de outubro de 2009, que regulamenta os Artigos 375 e 376 do Plano Diretor (UBERABA, 2009), os bairros foram agrupados em subdistritos, conforme a Unidade de Planejamento e Gestão Urbana (UPG) a que pertencem. Portanto, dentro da amostragem por conglomerados, os grupos são os subdistritos. Assim, foi feito sorteio aleatório de amostras para 25 subdistritos (Figura 12), dos 33 ocupados residencialmente; o tamanho da amostra para cada um foi arredondado considerando uma margem de 5% de segurança, resultando no número total de 863 entrevistas a serem realizadas.

Na última etapa desse método, os quarteirões de cada UPG receberam numeração com base nas imagens disponibilizadas no Google Earth®, e foram sorteados aleatoriamente formando os subgrupos, e então aplicada a amostragem sistemática para escolha das residências a serem incluídas na amostra. Após a escolha aleatória da primeira casa, a vizinha era excluída, sendo entrevistada uma casa sim e outra não. Quando, por quaisquer impedimentos, a residência escolhida

não pôde participar da pesquisa houve a substituição pela casa imediatamente posterior.

Figura 12: Localização do município de Uberaba e UPGs selecionadas



Fonte: Adaptado de DRZ GESTÃO AMBIENTAL, 2013; Google Earth®, 2020; Ribeiro et al., 2011.

Quanto ao entrevistado, quando possível, foi escolhido o responsável pelo gerenciamento de resíduos no ambiente domiciliar, quando não, a pessoa que atendeu o pesquisador respondeu à pesquisa, desde que maior de 18 anos.

Por segurança, durante a coleta de dados, foram realizadas entrevistas extras, considerando o fator de exclusão “nível de engajamento” demonstrado pelo entrevistado. Em caso de desinteresse, por exemplo, falta de atenção às perguntas, respostas dadas às pressas ou respostas incompletas, tal entrevista foi excluída da amostra. Dessa forma, foram amostrados 874 domicílios.

### 3.2 QUESTIONÁRIO

Na etapa *survey* foi utilizado o questionário estruturado apresentado no Apêndice I, e para tanto, o estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (Protocolo nº 27850620.1.0000.5154), incluindo o Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido (TCLE) apresentado no Apêndice II. A ferramenta supracitada foi aplicada aos residentes da zona urbana do município de Uberaba.

O instrumento de pesquisa utilizado foi elaborado com base em diversos estudos similares (BRINGHENTI; GÜNTHER, 2011; CONKE, 2018; SANTANA, 2013; WANG, et al., 2020a). Após a estruturação inicial, o questionário foi apresentado à representante da cooperativa dos catadores de materiais recicláveis de Uberaba, para profissionais da Secretaria de Meio Ambiente e três munícipes residentes do município com intuito de identificar possíveis falhas na elaboração, objetividade das perguntas e tempo médio de resposta. Esse refinamento foi importante, pois, como afirma Gallardo et al. (2010), nesse tipo de pesquisa a objetividade e tamanho do questionário devem ser observados, mantendo-o o mais curto possível, sem perder, porém, o foco nos objetivos traçados.

Com base nos resultados dos testes e contribuições dos respondentes, chegou-se à versão final do questionário, que é apresentado no Apêndice I, e está estruturado em três partes. A primeira refere-se aos dados pessoais do entrevistado, tais como, idade, escolaridade e renda. Essas questões tinham como objetivo identificar se esses fatores influenciam na participação da coleta seletiva, além de caracterizar a amostra comparando-a com a demografia de Uberaba.

A segunda parte contém questões relativas ao conhecimento dos munícipes sobre a gestão dos resíduos em Uberaba, bem como sobre coleta seletiva, e motivações para engajamento. Com isso pôde ser checado o nível de conhecimento da população em relação ao atual sistema de gerenciamento de resíduos formal realizado pela Prefeitura Municipal, a situação e como é feita a coleta seletiva (cooperativa/catadores) e a disposição em entregar os resíduos em PEVs, em caso de adoção deste modelo.

Finalmente, na terceira parte estão questões concernentes às preferências da população em relação à coleta e à aplicação de incentivos e de sanções pecuniárias. Com isso foi possível a identificação do impacto de medidas dessa natureza na opinião popular.

Tendo em vista os aspectos de viabilidade temporal, de recursos humanos e econômicos, optou-se pela utilização do questionário e do TCLE no formato on-line. Assim, utilizando a plataforma Google Forms® foi criado um formulário contendo as questões mostradas no Apêndice I, e disponibilizado link de acesso para os pesquisadores. Todas as perguntas eram obrigatórias, ou seja, não era possível

passar para a próxima sem ter respondido à anterior. Vale ressaltar que foram disponibilizados formulários em papel, para o caso de falha do equipamento, ou indisponibilidade de rede móvel, entre outras, sendo que algumas dessas situações ocorreram e tais formulários foram utilizados, sendo esses dados imediatamente digitalizados ao final do período diário de coleta.

Foi franqueado aos participantes deixarem registrados dados de contato para posterior envio dos resultados do estudo, não havendo, entretanto, link de identificação com as respostas.

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Com a utilização do formulário eletrônico, as respostas foram automaticamente planilhadas, porém, para realização dos cálculos estatísticos foi necessário o tratamento dos dados, sendo as respostas qualificadas numericamente, procedimento realizado em duplicidade, para validação dos resultados.

Para a questão 13, foi considerada como positiva qualquer separação realizada na residência, com exceção do óleo de cozinha usado. Assim, também constou como “sim” as respostas dos moradores que informaram fazer a separação de resíduos orgânicos para alimentação de animais domésticos, ou a separação de plásticos e latas de alumínio para os catadores autônomos.

No caso das questões 18 e 19 (itens que desmotivam e motivam a participação no PCS), houve respostas diferentes daquelas predeterminadas. Nesses casos, as informações prestadas foram agrupadas de três formas: incluídas em categorias já existentes, incluídas na categoria “outros”, ou criada nova categoria. Esse último caso ocorreu quando tal resposta foi obtida repetidamente.

Na questão 20, foram agrupadas as razões pelas quais as pessoas concordaram ou não com a aplicação de multa. Embora não tenha uma questão inicialmente incluída no questionário, foi recorrente o interesse dos participantes em justificar seu posicionamento; dessa forma, esse resultado em específico apenas mostra alguns motivos, sem, contudo poder ser extrapolado para todo município, já que não foi colhida de todos os participantes. O Quadro 3 mostra a categorização das respostas agrupadas.

Quadro 3: Agrupamento das respostas.

<b>Questão 18: Faz algum tipo de separação dos resíduos?</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Respostas englobadas</b>
<i>Categorias existentes</i>	
Falta de espaço físico para armazenar na residência	Falta de organização na casa
<i>Categoria "outros"</i>	
Outros	Não soube responder
	Não separa por problemas de saúde ou dificuldades de ordem física
	Separa em razão da importância social, prefeitura ficaria com os recursos dos catadores,
	Falta de organização na coleta regular de resíduos, não passa nos horários corretos.
	Problemas com acumulação de resíduos orgânicos (fauna sinantrópica)
	Falta conscientização
	Não tem incentivo
	Falta paciência para separar
	Falta de comprometimento da prefeitura, poucas empresas trabalham na coleta, existência de lobby
	Já paga para fazerem o serviço
	Produz muito resíduo
	Falta de participação das pessoas
	Falta informação, não sabe como fazer a coleta
<i>Categorias incluídas</i>	
Não tem programa implantado	Falta de organização na coleta
	Dificuldades para coleta dos orgânicos
	Não quer acumular resíduos em casa
Produz pouco resíduo	Reutiliza os materiais
Não tem motivo para não participar	
Falta hábito	
Não tem interesse em participar	
<b>Questão 19: Separaria em três tipos?</b>	
<i>Categorias existentes</i>	
Presença de coletores específicos para a coleta	Precisa de local apropriado para dispor
	Falta local para levar os resíduos separados
	Instalação de pontos de descarte
<i>Categoria "outros"</i>	
Outros	A separação não apresenta melhoria da qualidade ambiental.
	Não soube informar
	Se houvesse fiscalização, por obrigação legal
	Incentivo da prefeitura, desconto em serviços de internet, outros que não dos citados no questionário
	Se houvesse premiação
	"Lixeira" apropriada em casa
	Não acredita nos incentivos, haveria outro tipo de aumento de impostos
	Problemas com descarte de resíduos eletrônicos, resíduos volumosos, resíduos da construção civil, outros resíduos
	Benefícios compatíveis com custos
	Separa pelos benefícios sociais

Continua...

## Continuação

<b>Questão 18: Faz algum tipo de separação dos resíduos?</b>	
<i>Categoria "outros"</i>	
Outros	Separaria se todos participassem
	Deveria haver mais informação,
	Separaria se o programa for implantado
<i>Categorias incluídas</i>	
Não depende de incentivo	
Produz pouco resíduo	
Não tem interesse em participar	
<b>Justificativa para concordar ou não com multas</b>	
Falta informação	Multa não conscientiza Conscientizar em vez de multar Advertência em vez de multa
Informar antes de multar	Tempo de informação, adaptação ou advertência e depois multa
Impossibilidade de separar	Falta de condições físicas/saúde para fazer separação Algumas pessoas não têm tempo para separar Algumas pessoas não têm dinheiro para pagar a multa
Não tem programa implantado	Não tem política pública relacionada à coleta seletiva Multar se houver programa implantado
Falta de sensibilidade	Precisa multar para conscientizar/sensibilizar/educar a população
Somente para quem não separar	Multar apenas quem não separar, colocar no lugar errado ou dia/horário errado
Outros	Já se pagam altas taxas e impostos, tem que ter investimento governamental, o dinheiro é mal utilizado Não resolve o problema Prefeitura deve fornecer os recipientes para disposição Prefeitura não faz uma boa gestão dos resíduos
	Falta fiscalização

Fonte: autora, 2020

Para cálculo das porcentagens das respostas foi utilizado o software SPSS®. Na identificação de associações entre respostas, fatores demográficos e participação, por exemplo, foram calculadas tabelas de contingência ou cruzada, ou seja, comparadas as respostas de uma questão em relação à outra.

Foram aplicados o teste exato de Fisher e o Qui Quadrado de Pearson para identificar a associação entre duas variáveis. Ambos os testes têm objetivo de mostrar a significância da associação entre os dados em análise, que resta evidenciada quando o resultado é menor que 0,05. O primeiro teste foi desenvolvido para amostras pequenas, embora possa ser utilizado em amostras maiores e fornece um valor p exato, enquanto o teste de Pearson é feito por aproximação, e melhor aplicado em amostras maiores (AGRESTI, 1992). Na presente pesquisa foi dada preferência para o resultado do exato de Fisher; caso esse teste não apresentasse resultado, em razão de limitações computacionais, foi utilizado o valor mostrado pelo Qui Quadrado de Pearson. Graficamente os dados estão apresentados em plotagens realizadas nas plataformas Visme® e Canva®.

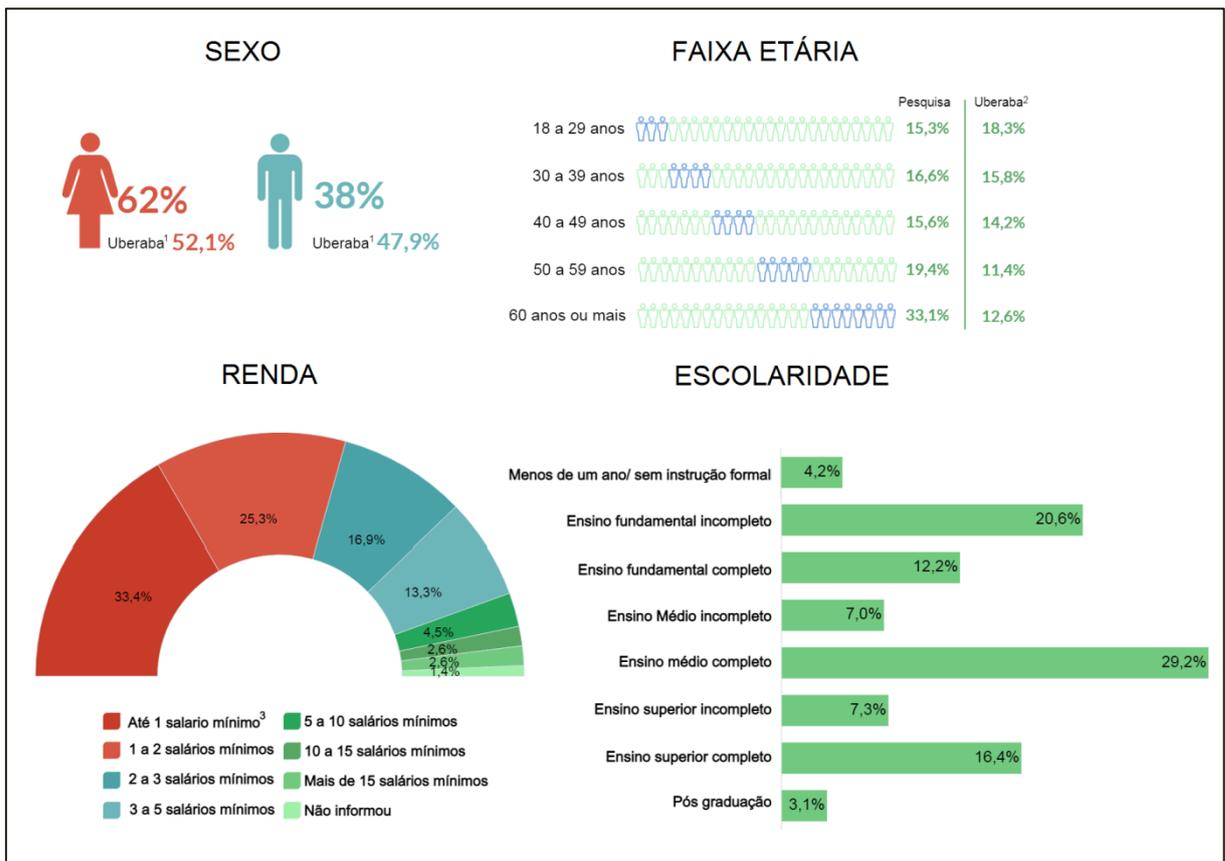
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados e discutidos os resultados da pesquisa, com relação à caracterização da amostra, adesão da população à coleta seletiva, os fatores que influenciam na participação, nível de conhecimento da população em relação à gestão municipal dos resíduos, método de coleta seletiva preferencial, impacto dos fatores pecuniários e finalmente, sugestão de um modelo de coleta seletiva.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Após análise e tratamento dos dados, observa-se que as características demográficas da amostra, quando comparadas aos dados do IBGE (2010), se mostram relevantes para o município de Uberaba (Figura 13), composto em sua maioria por mulheres (62%), e com proporções próximas às da amostra para as demais faixas etárias consideradas.

Figura 13: Dados demográficos da amostra.



Fonte: a autora, 2020

**Observação 1:** Dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE considerando a faixa etária a partir de 20 anos.

**Observação 2:** Dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE considerando a faixa etária a partir de 20 anos, com porcentagem em relação à população total.

**Observação 3:** 1 salário mínimo correspondendo à R\$1.045,00 vigente à data de aplicação da pesquisa, conforme Lei n. 14.013 de 2020.

Possivelmente, em razão da forma de organização domiciliar predominante no Brasil, houve uma proporção mais elevada de entrevistados do sexo feminino (IBGE SIDRA, 2019), assim como da população idosa. Ocorre ainda um lapso temporal de 10 anos em relação ao censo realizado pelo IBGE, o que pode explicar as diferenças entre os dados, além de serem relativos à população total do município.

Em relação à renda familiar, a maior parte dos entrevistados declarou receber até dois salários mínimos, compatível com as informações do IBGE que mostram média salarial em Uberaba de 2,8 salários mínimos em 2018 (IBGE, 2010). Cerca de 70% dos participantes declararam ter estudado até o ensino médio completo, um pouco abaixo da média nacional que é de 78,5% (IBGE, 2020), indicando uma população com nível de escolaridade levemente superior.

Embora ainda em discussão, as características demográficas de determinada região podem ser mais ou menos relevantes como fatores estimuladores ou desestimuladores da segregação de resíduos no domicílio (ROUSTA et al., 2015). Buscou-se analisar neste estudo o impacto desses elementos na disposição da população em participar do PCS e os resultados são mostrados nos tópicos a seguir.

#### 4.2 ADESÃO À COLETA SELETIVA

Para identificar a proporção de domicílios com algum hábito de separação e a disposição em participar de um PCS foram avaliadas as respostas das perguntas “faz algum tipo de separação na residência” (P13) e “separaria em três categorias” (P14).

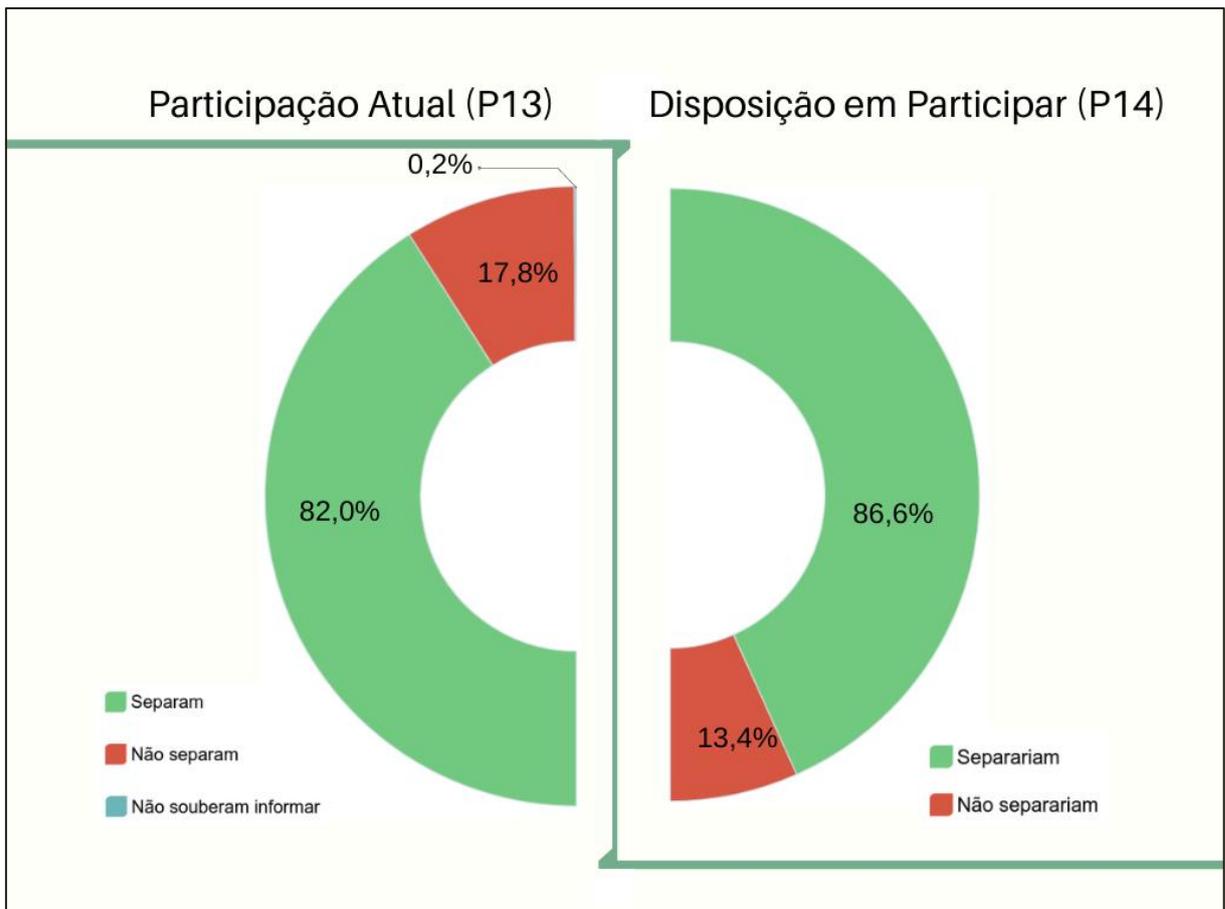
Como explicitado anteriormente, para P13 foi considerada a como resposta positiva a utilização de resíduos orgânicos para alimentação de animais domésticos, já essa ação, ainda que informal e pontual, caracteriza o desvio dos resíduos do aterro sanitário ou de outras formas de disposição menos sustentáveis, bem como a

segregação para os catadores autônomos, muito comuns em todos os distritos pesquisados. Tal situação também foi encontrada em Xiamen, Xangai (China) e Cingapura, evidenciando recorrência dessa separação informal em países em desenvolvimento (FAN; YANG; SHEN, 2019; XIAO et al., 2017).

Já a questão P14 intencionou identificar a propensão dos munícipes a segregar os resíduos domiciliares em recicláveis secos, orgânicos e rejeitos; um modelo um pouco mais complexo, com maior demanda de tempo, espaço e conhecimento para sua correta realização.

Neste aspecto, a maior parte dos moradores de Uberaba (82%) realiza algum tipo de separação dos seus resíduos, e há um pequeno aumento no número de pessoas (4,6%) que se prontificaram a tomar parte no PCS, caso implantado no modelo proposto (Figura 14).

Figura 14: Adesão da população.



Fonte: autora, 2020

Destaca-se ainda que, do total de entrevistados, apenas 17,8% afirmaram não fazer nenhuma separação de resíduos no domicílio, número bem inferior à média nacional de 39% (ANCAT, 2019). Isto significa que há um reconhecido potencial de segregação dos materiais recicláveis por parte da população, o que pode ser um ponto muito positivo para a implantação de programas de coleta seletiva no município, mesmo sabendo que nem todos participam de fato.

Em estudo realizado na cidade chinesa de Xiamen, Xiao et al. (2017) encontraram resultados parecidos, com mais de 80% dos respondentes mostrando interesse em participar de programas de separação de resíduos. Importante frisar que a intenção de realizar determinada ação não se concretiza em 100% dos casos, conforme Wang et al. (2020b) enfatizam em sua pesquisa. Embora haja uma alta taxa de resposta positiva quanto à participação em PSC, Tong et al. (2018) mostram que 70% das pessoas dispostas a participar, se tornam efetivamente participantes dos programas.

Logo, conclui-se que existem fatores que podem impulsionar ou desestimular a separação de resíduos nos domicílios, isto é, condições que irão ajudar ou não a converter a intenção em ação (WANG et al., 2020b). Assim, um dos propósitos desse estudo consiste em investigar esses elementos para que soluções adequadas sejam tomadas de forma a atingir altos índices de participação no PCS. A seguir, esses fatores são detalhados com base nos resultados da pesquisa.

#### 4.3 FATORES QUE INFLUENCIAM NA DISPOSIÇÃO A PARTICIPAR

Considerando os estudos realizados por Aprile; Fiorillo (2019); e Geiger et al. (2019), os prováveis elementos que atuam para maior ou menor participação da população nos programas de coleta seletiva podem ser agrupados em fatores socioeconômicos, intrínsecos, ou individuais e extrínsecos ou contextuais. Conforme Conke (2018) e Tong et al. (2018), esses elementos podem constituir ainda barreiras para a adesão ao sistema de segregação. Nos próximos tópicos discorre-se sobre a influência desses elementos sobre a decisão da população, com base nos resultados obtidos.

### 4.3.1 Fatores Socioeconômicos

Neste estudo, foram considerados quatro fatores socioeconômicos, quais sejam, sexo, faixa etária, escolaridade e renda. Para identificar a influência desses fatores, foi realizada a comparação das questões P13 e P14 com as características demográficas já citadas. A Tabela 1 mostra os valores do teste Exato de Fisher e Qui-Quadrado de Pearson resultantes das comparações. Considerando que valores maiores que 0,05 (5%) significam não associação entre as variáveis, para a pergunta P13, apenas a faixa etária apresenta associação; enquanto que para a P14, faixa etária e escolaridade denotam influência na disposição dos munícipes em participar.

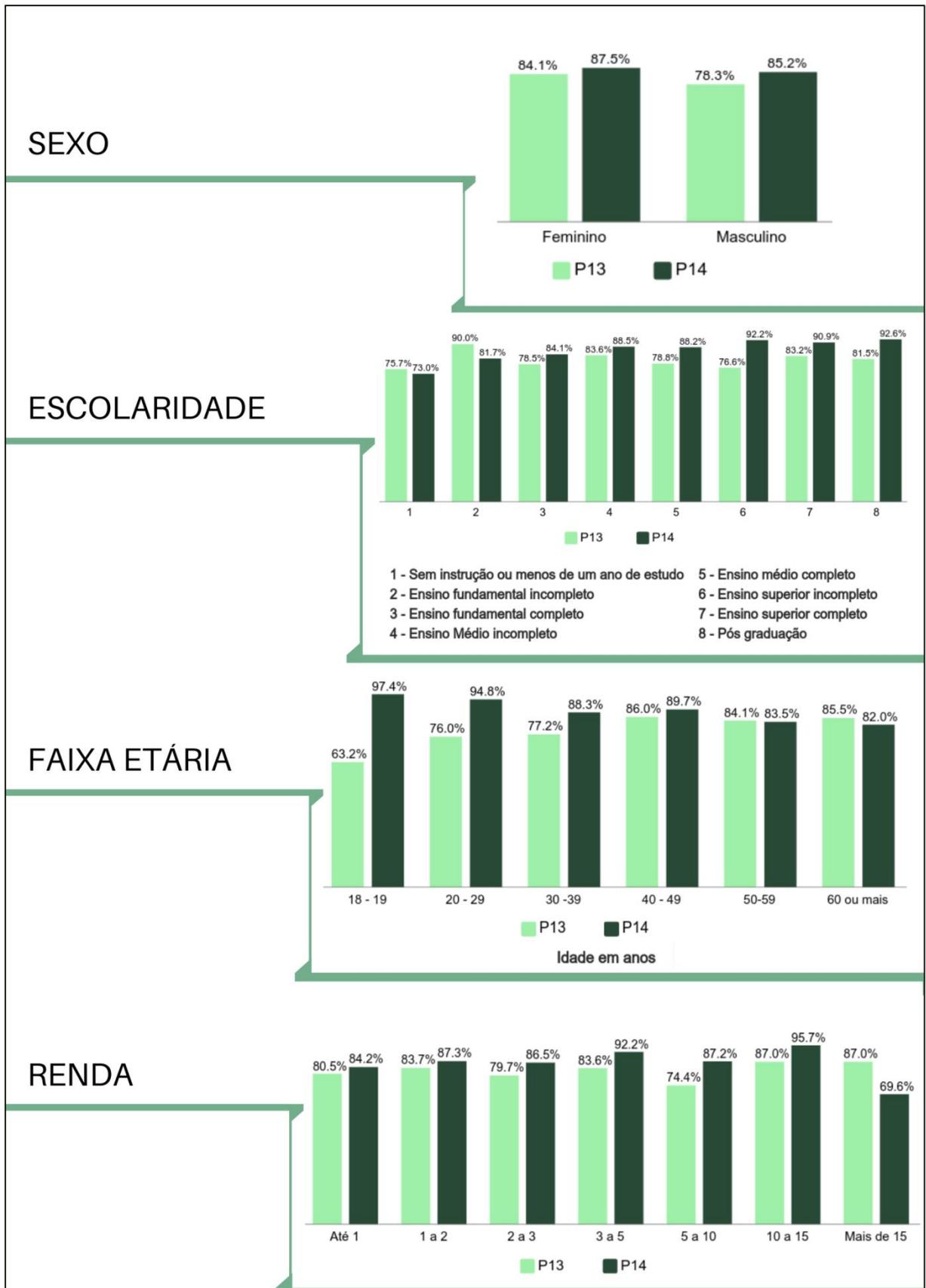
Tabela 1: Teste Exato de Fisher e Qui-Quadrado de Fisher para os fatores socioeconômicos.

	Fatores socioeconômicos	Teste Exato de Fisher	Teste Qui-quadrado de Pearson
P13	Sexo	0,052	
	Renda	0,675	
	Faixa Etária		<b>0,022</b>
	Escolaridade		0,099
P14	Sexo	0,358	
	Renda	0,113	
	Faixa Etária		<b>0,003</b>
	Escolaridade		0,026

Fonte: autora, 2020

A Figura 15 mostra o comparativo dos dados considerando os entrevistados que responderam “sim” para as perguntas P13 e P14. Em relação ao sexo, para ambas as questões as mulheres mostraram maior propensão à participação nos programas de coleta seletiva. Estudos realizados na Espanha, Cingapura e Índia obtiveram resultados parecidos (ESCARIO; RODRIGUEZ-SANCHEZ; CASALÓ, 2020; FAN; YANG.; SHEN, 2019; WADEHRA; MISHRA, 2018). Por serem responsáveis pelas tarefas domésticas, a princípio o pressuposto seria de que as mulheres se sentiriam mais sobrecarregadas em ter que separar os resíduos, porém, como indicam Escario; Rodriguez-Sanchez; Casaló (2020) em sua pesquisa sobre compra de produtos verdes, justamente por realizarem com frequência essas atividades, as mulheres estariam mais propensas a tomar atitudes ambientalmente favoráveis, pois já possuem o conhecimento necessário.

Figura 15: Comparativo das características socioeconômicas e questões P13 e P14.



Fonte: a autora, 2020

Cabe pontuar também que esse comportamento pode se dever à intenção de assegurar um ambiente mais seguro para a família. Assim, como argumenta Knickmeyer (2020), as campanhas educativas devem abranger todos os membros da família, porém, as mulheres devem estar fortemente envolvidas em todo o processo, pois elas produzem os resultados principalmente a curto prazo.

Pelo gráfico de “faixa etária” (Figura 15) é possível observar que as pessoas com idade superior a 40 anos são mais engajadas na separação de resíduos (P13). Resultados similares foram encontrados por Ibáñez-Forés et al (2018a) e Wadehra; Mishira (2018). Escario; Rodriguez-Sanchez; Casalo (2020) argumentam que pessoas com idade mais avançada têm maior senso de urgência em relação às questões ambientais, enquanto os mais jovens acreditam que os problemas serão solucionados no futuro; já Fan; Yang; Shen (2019) defende que a falta de recursos e tempo são as razões para a menor participação do público mais jovem.

Por outro lado, pessoas mais jovens mostraram maior disposição em participar da coleta com separação em três categorias (P14), enquanto que, houve uma pequena redução na participação da população maior de 50 anos. Uma das possíveis análises que pode ser feita a partir desses dados, é a correlação com a dificuldade de realização da tarefa e de alteração de hábitos, em especial da população mais idosa (SETIAWAN; KANEKO; KAWATA, 2019; STRUK, 2017). Em razão de já separarem seus resíduos, os mais velhos conhecem os obstáculos, tais como disponibilidade de tempo, espaço, estrutura para disposição, entre outros. Dessa forma, ao serem provocados à separação em mais de dois tipos, essas barreiras podem ter constituído impedimento à mudança. Em contrapartida, os indivíduos mais jovens, em especial aqueles que não têm familiaridade com a gestão dos resíduos domésticos, podem ter colocado maior peso nas questões ambientais e essas terem sido propulsoras para a adesão à nova forma de segregação sugerida.

Pelo exposto, cabe assumir que os programas de educação ambiental precisam ter foco específico nos indivíduos mais jovens da sociedade, para garantir que a intenção se transforme em participação efetiva, e que esses indivíduos tenham conhecimento suficiente para contornar obstáculos que venham porventura a surgir no processo de segregação de resíduos. Por outro lado, é preciso informar os cidadãos mais idosos, além de implantar um sistema simples, pelo menos até que todos estejam familiarizados com as inovações, para evitar a perda de

engajamento. Tendo em vista que esse fator apresentou associação com a disposição atual e futura de participação em programas de coleta seletiva, deve ser cuidadosamente observado.

Em se tratando de “renda e escolaridade”, para a P13 os resultados não mostraram correlação com a participação na coleta seletiva (valor exato de Fisher e Qui Quadrado de Pearson maiores que 0,05). Ambos os fatores apresentarem esse comportamento é coerente já que, em geral, pessoas com maior escolaridade possuem maior renda.

Outros estudos apontam que os elementos econômicos e de educação não possuem relação direta com a gestão domiciliar dos resíduos (GALLARDO et al., 2010; VALENZUELA-LEVI, 2019a; WADEHRA; MISHRA, 2018; WANG; DONG; YIN, 2018). Este resultado pode ser explicado pelo custo de oportunidade embutido na ação de separação. À medida que tempo e esforços gastos nessa tarefa custam mais para o indivíduo do que a terceirização, a tendência é a menor disposição a participar (KIRAKOZIAN, 2016). Além disso, conforme assinalado por Roustia et al. (2015), o hábito, identificado pela P13, sobrepõem-se a outros fatores demográficos.

Vale ressaltar, entretanto, que, Aprile; Fiorillo (2019); Escario; Rodriguez-Sanchez; Casaló (2020); Fan; Yang; Shen (2019); Ibáñez-Forés et al (2018a); Sorkun, (2018) identificaram em suas pesquisas correlação positiva entre valor de renda e nível educação e segregação de resíduos, enquanto Cudjoe; Yuan; Han (2020); Wang et al. (2020a) encontraram relação negativa, ou seja, indivíduos com menor renda e escolaridade apresentaram maior propensão a separar os resíduos na fonte. Essas variações indicam que outros fatores mais relevantes para a população local podem estar se sobrepondo à influência da renda e da educação, por exemplo, a necessidade de obtenção de renda através da venda de recicláveis leva a população de menor renda e tempo de estudo a realizar a separação com maior frequência. Cooper para essa conclusão o fato de que, para a pergunta P14 houve correlação com a disposição em participar para o fator escolaridade. Nesse caso, por aumentar a complexidade da atividade, e não haver um retorno monetário imediato, novamente o custo-benefício tem influência, e a educação pode ter um papel mais predominante.

Com isso em mente, conforme advoga Kirakozian (2016), devem ser introduzidos na equação elementos que aumentem o benefício para compensar os custos. No caso da população de maior renda, uma das opções seria a adoção de

medidas punitivas de cunho pecuniário, enquanto que para a população com menor poder aquisitivo, incentivos econômicos. Recomenda-se, no entanto, precaução quanto à implementação dessas práticas, já que estudiosos do tema alertam para efeitos adversos, como será discutido mais adiante.

Depreende-se da análise apresentada que o fator socioeconômico que mostrou associação com a participação da população em um programa de coleta seletiva foi a faixa etária, indicando que a ele deve ser dada maior atenção quanto às medidas interventivas. O nível de educação se mostrou relevante para a participação futura, portanto, essa informação precisa ser considerada quando da elaboração do PCS.

Como demonstrado nos estudos citados anteriormente, esses elementos passam a ter menor influência quando fatores individuais e contextuais estão presentes, os quais são tratados a seguir. Estes dados são importantes para se dosar adequadamente os programas de educação ambiental e as medidas de gerenciamento dos resíduos a serem tomadas envolvendo a população alvo.

#### 4.3.2 Fatores Intrínsecos e Extrínsecos

Em relação aos fatores individuais (intrínsecos) e contextuais (extrínsecos) que influenciam o engajamento atual dos munícipes na gestão dos resíduos (P13), apenas 3 foram identificados como relevantes para tal comportamento (teste exato de Fisher  $< 0,05$ ), sendo dois deles contextuais e um individual.

Tabela 2: Teste exato de Fisher para motivações P13 e P14.

	Motivações	Teste Exato de Fisher <sup>1</sup> - P13	Teste Exato de Fisher <sup>1</sup> - P14
<b>Fatores individuais</b>	Melhoria da qualidade ambiental	0,100	<b>0,005</b>
	Não tem motivo para não participar	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
	Não depende de incentivo	0,188	0,417
<b>Fatores contextuais</b>	Redução do IPTU	0,276	0,477
	Descontos em serviços públicos	0,426	0,913
	Descontos em compras	0,198	0,262
	Presença de coletores específicos	0,258	<b>0,000</b>
<b>Outros</b>	Outros	0,676	0,441

Fonte: a autora, 2020

Esse resultado foi obtido por meio da comparação das questões P18 (item que não motiva a participação) e P19 (item que motiva a participação) com as questões de participação (P13 e P14, Tabelas 2 e 3).

Tabela 3: Teste exato de Fisher para barreiras P13 e P14

Barreiras		Teste Exato de Fisher - P13	Teste Exato de Fisher - P14
Fatores individuais	Falta hábito	0,111	0,400
	Não tem interesse em participar (11.10)	0,550	0,080
	Não tem interesse em participar (12.9)	0,116	<b>0,000</b>
Fatores contextuais	Falta de espaço na residência	<b>0,003</b>	0,343
	Falta de tempo	<b>0,001 (Q<sup>2</sup>)</b>	<b>0,000</b>
	Falta de local para pôr o resíduo separado	0,110	0,800
	Falta de resultados com programas de coleta seletiva	1,000	1,000
	Produz pouco resíduo reciclável (11.8)	0,192	<b>0,000</b>
	Produz pouco resíduo reciclável (12.8)	0,600	<b>0,000</b>
	Não ter o programa implantado	0,258	<b>0,002</b>
Outros	Outros	0,850	1,000

Fonte: a autora, 2020

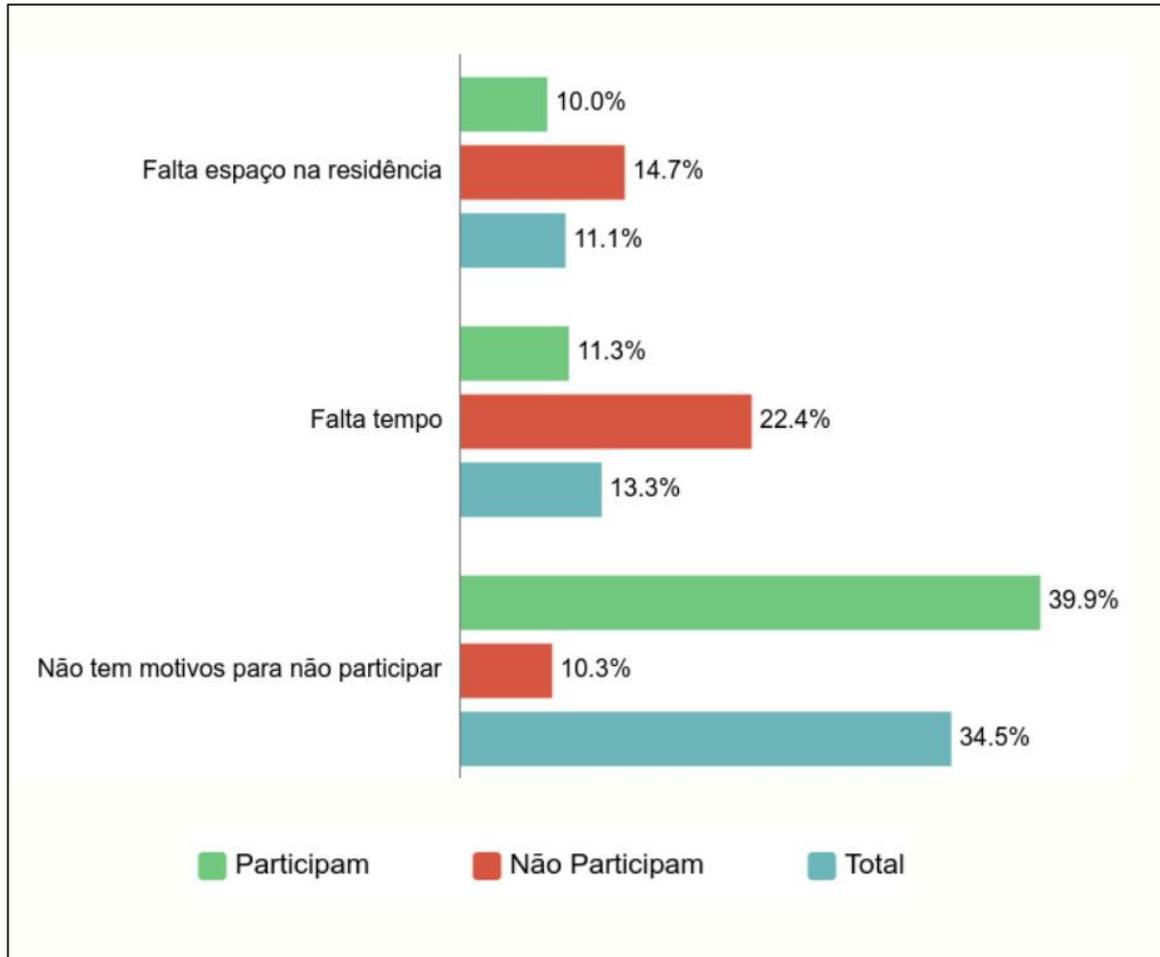
Entre os entrevistados que afirmaram já realizar alguma separação (P13) para 10% falta de espaço adequado na residência é um problema e 11,3% alegaram falta de tempo; quase 40%, entretanto, não listaram qualquer razão para não participarem do programa.

Quanto a um possível programa de coleta seletiva a ser implantado no município com segregação na fonte em resíduos recicláveis secos, orgânicos e rejeito (P14), foi sensivelmente maior o número de fatores associados à decisão da população, sendo três de motivação e quatro de barreira. Entre os fatores de motivação, dos três, dois são individuais, enquanto os de barreira, os contextuais apareceram em maior número (Figura 16).

Entre os que disseram que não participariam do programa, 29,5% alegam não ter tempo, e 23,9% alegam produzir pouco resíduo. Outros 6,8% disseram não ter interesse em participar, enquanto 12,8% disseram não ter motivos para não participar. Esses participantes indicaram “melhoria da qualidade ambiental” (20,5%)

e “presença de coletores específicos” (8,5%) como possíveis motivadores para a participação.

Figura 16: Fatores que influenciam na participação atual (P13).



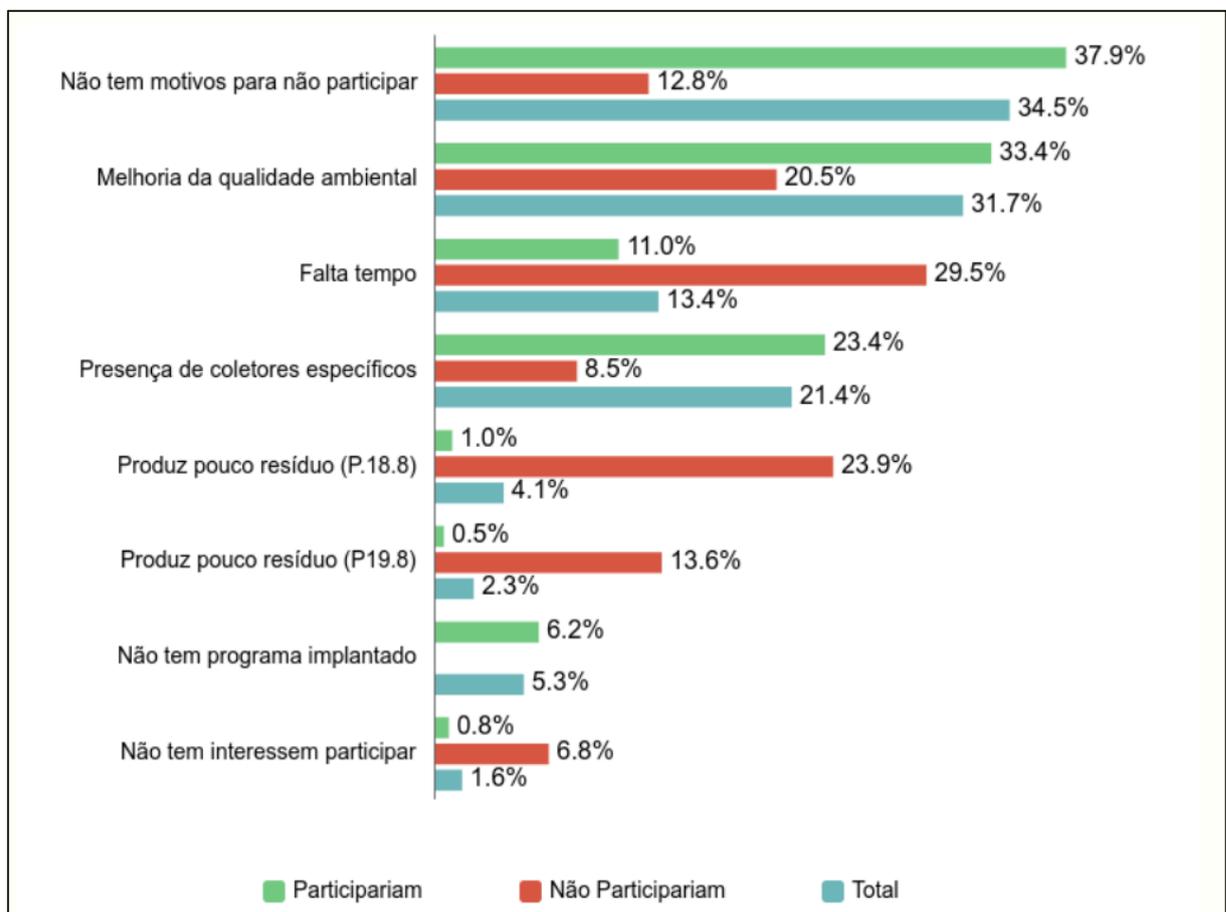
Fonte: autora, 2020

Classificados como fatores de barreira, a falta de tempo mostrou-se relevante em ambas as situações estudadas (P13 e P14), enquanto a falta de espaço na residência obteve destaque apenas quando considerado contexto atual (P14). Esses fatores extrínsecos estão também relacionados com a conveniência para participação no PCS. No estudo realizado por Wang et al. (2020a), na China, sendo a maior parte dos respondentes entre 18 e 40 anos, um dos motivos mais relevantes para a não participação foi o esforço requerido (Figura 17).

Em pesquisa realizada na Turquia, com maior parte da população amostral acima de 40 anos, Sorkun (2018) inclui a falta de espaço como fator que afeta a conveniência, logo influencia negativamente a intenção de participar. Ainda

corroborando com os resultados aqui mostrados, a falta de tempo, entre outros fatores de conveniência, foi citada como justificativa para não participação em PCS no Espírito Santo (BRINGHENTI; GÜNTHER, 2011), e em metanálise realizada por Knickmeyer (2020). Esses estudos mostram que em diferentes contextos e mesmo em diferentes faixas etárias a dificuldade em se fazer a separação, especialmente quando considerados os elementos tempo e espaço, pode ser limitante para implantação de PCS.

Figura 17: Fatores que influenciam na disposição em participar do PCS (P14).



Fonte: autora, 2020

Para minimizar os efeitos desses fatores de barreira, uma das soluções que pode ser adotada é a simplificação do programa (SORKUN, 2018). A segregação em três tipos de resíduos atende a esse critério, já que permite maior aproveitamento do material com menores custos em termos de conveniência para os residentes domiciliares.

Tanto para a situação atual quanto na hipótese de implantação do PCS fatores intrínsecos se mostraram preponderantes na decisão dos respondentes em participar. “Não tenho motivos para não participar” e “melhoria da qualidade ambiental” aparecem com porcentagens significativas entre as motivações para a segregação de resíduos na fonte. Diversos estudos, como o realizado por Wang et al., (2020a) na China e por Geiger et al. (2019), que realizou uma metanálise de pesquisas realizadas ao redor do mundo sobre o assunto, mostram os fatores individuais como importantes motivadores para adesão ao PCS . Em estudo feito em Cingapura, as preocupações relativas ao meio ambiente são os principais motores para a adesão à segregação dos recicláveis (SHAN; ANG; YANG, 2020); mesma conclusão que Aprile; Fiorillo (2019) chegaram em pesquisa na Itália, também figurando na lista apresentada por Meng et al. (2019) entre os cinco fatores mais significativos para participação na coleta seletiva na China.

Dessa forma, entende-se ser imprescindível promover a sensibilização da população em relação às questões ambientais. Para participar, é necessário que os munícipes entendam a importância dos componentes ambientais, como a manutenção ou destruição desses componentes afetam diretamente suas vidas, qual o impacto da falta de gerenciamento adequado e principalmente a efetividade das suas ações para melhoria da qualidade ambiental, ou seja, a segregação de resíduos como ferramenta de participação ativa na proteção ambiental (CUDJOE; YUAN; HAN, 2020; WANG, 2020a).

O fator de barreira *não tem programa implantado* e o de motivação *presença de coletores específicos* estão relacionados com a existência de políticas públicas e infraestrutura para a coleta seletiva. Por maior que seja a intenção de segregação, obstáculos alheios ao potencial de solução de forma individual podem inviabilizar tal atitude. Conforme assinalado por Knickmeyer (2020) e Wang; Dong; Yin (2018), a falta de infraestrutura adequada pode constituir um fator limitante relevante para a participação da população. Por outro lado, a existência de tal estrutura servirá como propulsor para a segregação de resíduos nos domicílios, além de afetar a conveniência, fator, como demonstrado anteriormente, que possui forte influência na adesão ao PCS. Knickmeyer (2020) cita exemplos do Reino Unido, Canadá e Suécia de como a adoção de políticas e normas de infraestrutura, inclusive provendo estratégias para aproveitamento de espaço dentro das residências, resultou em aumento nas taxas de resíduos dispostos corretamente para reciclagem.

Sorkun (2018) advoga que a falta de infraestrutura pode estimular a desistência da população em gerenciar seus resíduos de forma adequada, assim como quando o poder público não cumpre sua função na gestão dos resíduos, os munícipes se sentem justificados quanto à não ação.

Para citar outros estudos sobre o tema com resultados semelhantes, Miliute-Plepiene et al., (2016) encontraram que para 79% dos cidadãos lituanos que não segregam seus resíduos a existência de contêineres específicos poderia facilitar na participação. Na China, Meng et al., (2019) observaram que os serviços e infraestruturas relacionadas ao meio ambiente tem o maior efeito no comportamento da população. Wadehra; Mishra (2018) relataram que em Nova Deli, Índia, os moradores que não segregam seus resíduos afirmam que eles serão novamente misturados quando da coleta, portanto, o esforço não vale a pena. Justificativa similar foi feita por entrevistados no presente estudo quando questionados sobre o gerenciamento atual dos resíduos domésticos.

Nesse sentido, Conke (2018) mostra em seu estudo comparando os sistemas de coleta seletiva de Brasília e Curitiba que, na primeira cidade, onde a infraestrutura é inadequada, foi observada participação de apenas 45% da população, enquanto em Curitiba, onde o sistema é mais robusto, de 90%. Entre os motivos para a não adesão ao PCS em Brasília, está a alegação de que a coleta não acontece conforme cronograma divulgado, ou não acontece. Essa ideia é reforçada no estudo feito por Knickmeyer (2020), além da existência de um programa adequado à realidade local, é imprescindível a confiabilidade, ou seja, que ocorra conforme previsto, e também de forma transparente.

Portanto, a implantação do programa, considerando as questões de conveniência, como disponibilidade e distância dos pontos de coleta, já abordado em estudo realizado em Uberaba (JERONIMO; FERREIRA; LUZ, 2019), aparência e limpeza desses locais, facilidade do método de separação, frequência de coleta no caso de ser porta a porta, consiste em fator que poderá incentivar a população a segregar seus resíduos, inclusive partindo do pressuposto que mesmo não havendo programa oficialmente implantado, 82% dos entrevistados declaram já realizar algum tipo de segregação.

Entre aqueles que disseram que não participariam na P14, 6,8% apontaram a *falta de interesse* como motivo. Em relação ao total da amostra, essa quantidade perfaz 1,6%, o que significa um número bem baixo de pessoas que não mostraram

qualquer disposição para a segregação dos resíduos domésticos. No caso de implementação do PCS, considerando os resultados das pesquisas de Escario; Rodriguez-Sanchez; Casaló (2020); Knickmeyer (2020), outro elemento que poderia cooperar para a adesão dessas pessoas ao programa, seria a pressão ou norma social. Esses pesquisadores apontam que a influência dos vizinhos e familiares pode ser efetiva no aumento da participação, já que os não participantes passam a se sentirem excluídos, ou que não estão respeitando um padrão social.

A quantidade de resíduo gerada foi apontada pelos entrevistados e mostrou-se relevante como barreira (P18.8) e também quando questionados sobre motivações (P19.8). Observa-se, porém, uma redução de cerca de 43% de uma pergunta para outra, ou seja, quando questionado qual o principal obstáculo na segregação dos resíduos, 23,9% dos que não participariam indicaram baixa produção de resíduos recicláveis. Já quando solicitados a responder sobre motivações, 10,3% dessas pessoas encontraram alguma razão relevante o suficiente para que, mesmo produzindo pouco, as fizesse mudar de atitude passando a mostrar intencionalidade na participação. Isso reforça a tese mostrada anteriormente sobre custo benefício. Ao observar apenas as dificuldades apresentadas para a separação, o entrevistado considerou que o esforço envolvido não valeria pelo pequeno resultado proporcionado; porém ao considerar o ganho, as motivações superaram as barreiras para quase metade desse grupo. Dessa forma cabe ressaltar que políticas públicas efetivas proporcionam o aumento da consciência dos benefícios, e diminuem a percepção das dificuldades, contribuindo, portanto, para melhor efetividade da separação na fonte.

Outro aspecto dos resultados que vale a pena ser considerado são os incentivos pecuniários, que no caso deste estudo consistiam em descontos em serviços públicos (pagamento do abastecimento público e coleta de esgoto, energia elétrica e IPTU) e em compras diversas (supermercados, lojas, etc.). Diferentemente do consenso geral, restou evidenciado que esses elementos não mostraram influência na adesão ao PCS em Uberaba. Conclusão similar foi reportada por Shan; Ang; Yang (2020) em pesquisa comportamental feita em Cingapura, que constatou a não eficácia dos incentivos para induzir aumento na taxa de resíduos enviados à reciclagem.

Embora alguns estudos mostrem que incentivos pecuniários podem ser positivos em relação à segregação e produção de resíduos (APRILE; FIORILLO,

2019; MILIUTE-PLIPIENE et al., 2016; STRUK, 2017; WANG et al., 2020b), Knickmeyer (2020) aponta que incentivos econômicos podem implicar em resultados menos duradouros do que aqueles proporcionados por campanhas de educação. A essa conclusão também chegaram pesquisadores chineses em estudo sobre incentivo monetário e separação de resíduos. No início da implantação eles podem estimular a participação, mas a longo prazo, políticas públicas de educação ambiental são vitais para a continuidade do programa. Esses pesquisadores fazem ainda alerta sobre possíveis impactos negativos desses incentivos em outras atitudes pró ambientais, já que poderiam induzir à ação somente mediante pagamento, requerendo da administração pública criteriosa avaliação (XU; ZHANG; LING, 2018).

Estudo realizado em Nova Déli mostrou que incentivos podem ser eficazes atrelados a políticas de informação. Cabe ressaltar que nesse estudo alguns moradores recusaram auxílio econômico, ou em alguns casos o repassavam a empregados domésticos, como motivação, já que consideraram como individual a responsabilidade pelo gerenciamento domiciliar dos resíduos (WADEHRA; MISHRA, 2018). Da mesma forma na presente pesquisa, houve moradores que quando perguntados sobre benefícios econômicos os rechaçaram com base na argumentação de responsabilização do gerador pela separação dos resíduos.

Assim sendo entende-se que, embora haja benefícios da utilização de incentivos pecuniários, além de ficar demonstrado que esse fator não influencia na decisão dos uberabenses, sua utilização deve ser cautelosa, por tempo limitado, com outras políticas de longo prazo sendo implementadas concomitantemente, após criterioso estudo de custo benefício.

#### 4.4 NÍVEL DE CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO SOBRE E GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS

Conforme reportado por Pivetti et al. (2020), o nível de conhecimento afeta o comportamento da população em relação à separação dos resíduos. Por essa razão é necessário investigar o quanto a população está informada sobre a gestão municipal dos resíduos, se esta informação está correta, qual tipo de conhecimento é necessário ser passado à sociedade, bem como a melhor forma de fazê-lo.

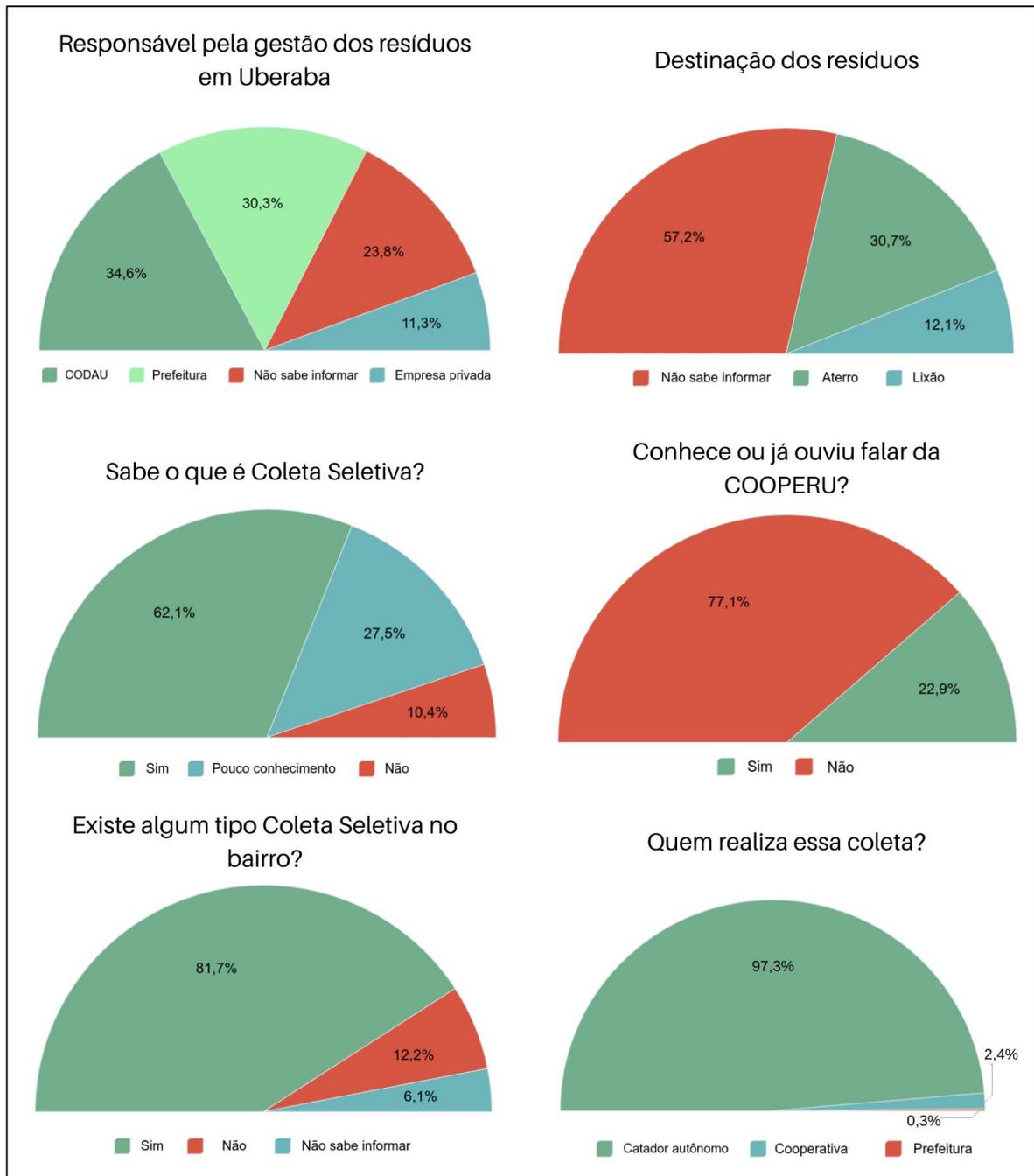
Após análise dos resultados da segunda parte do questionário foi possível observar que a maioria da população declara saber o que é coleta seletiva (Figura 18), embora o termo seja amplamente utilizado como sinônimo de reciclagem. Não foram incomuns comentários do tipo “*aquele negócio de reciclagem?*”. Comparando com a média nacional, a população de Uberaba se mostra mais informada, já que apenas 34% dos brasileiros afirmam saber o que é coleta seletiva, conforme dados da ANCAT (2019).

Cabe argumentar que parte da associação de coleta seletiva à reciclagem pode se dever ao agente mais visível à população realizando a coleta seletiva, ou seja, os catadores autônomos, que buscam materiais recicláveis. Mais de 80% dos entrevistados afirmaram existir coleta seletiva no bairro, e desses, quase 100% informaram que ela é feita por catadores autônomos. São esses trabalhadores os principais responsáveis pelo desvio de resíduos recicláveis do aterro, estando presentes em todas as UPGs amostradas, embora não recebam o devido reconhecimento e suporte. Entretanto, deve também ser registrado o incômodo relatado por moradores em razão da forma de trabalho de alguns catadores.

Conforme observado também por Conke (2018), como essa atividade é realizada informalmente, não há qualquer padronização de procedimento, inclusive quanto ao material coletado, sendo obedecidas as variações de preço do mercado. Com isso, houve reclamações de que às vezes a separação é feita, porém a coleta não é realizada, ficando os resíduos dispostos na calçada, ou mesmo quando os moradores colocam os resíduos separados, acontece a abertura dos sacos dos não recicláveis que ficam espalhados, não sendo recolhidos pela coleta regular. Fan; Yang; Shen (2019) também observam esse aspecto negativo da coleta informal em pesquisa realizada na China e Cingapura, enfatizando que esse comportamento pode inclusive influenciar negativamente a disposição à segregação dos resíduos. Embora esse fator não tenha sido relevante como barreira para a separação, a relação com esses trabalhadores deve ser muito bem estudada para que haja harmonia e resulte em benefícios para todos.

Nesse aspecto, vale ainda destacar o desconhecimento da população em relação à COOPERU, mostrado na Figura 18. Embora ativos desde 2001, apenas 22,9% dos entrevistados disseram já ter ouvido falar da cooperativa. Esse dado constitui-se em um indicativo na falha existente quanto à comunicação das ações relativas à gestão de resíduos para a população.

Figura 18: Conhecimento da população sobre a gestão dos resíduos em Uberaba



Fonte: autora, 2020

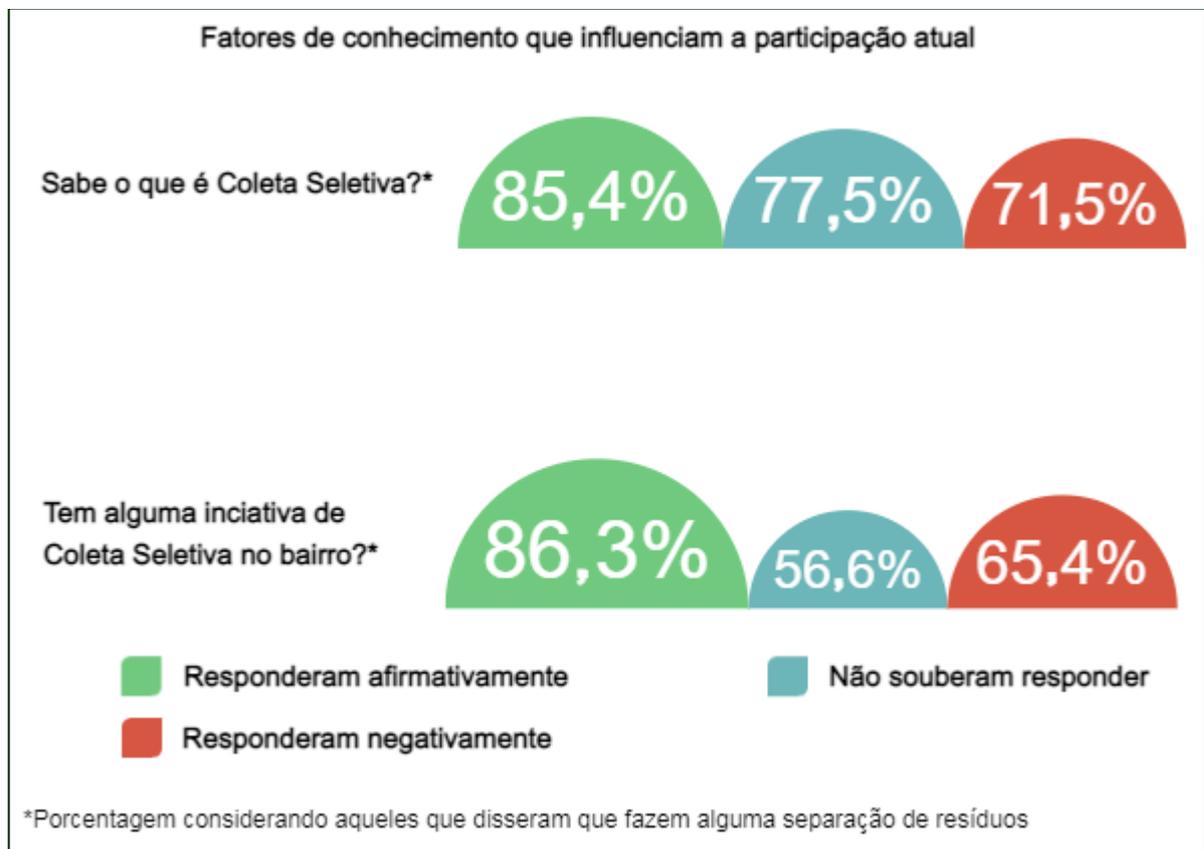
Outro dado importante se refere ao total de pessoas que não sabe quem é o responsável pela gestão de resíduos em Uberaba (65,4%) e a destinação final do material descartado (69,3%). Desde janeiro de 2019 essa gestão foi entregue à CODAU, que já era responsável pelas demais áreas do saneamento no município (UBERABA, 2018b), havendo inclusive alteração na comunicação visual dos serviços relativos à coleta dos resíduos. Entretanto, a cobrança da taxa de resíduos

continuou sendo feita pela prefeitura, o que pode ter contribuído para que a população não reconhecesse a CODAU como responsável pela coleta e destinação dos RSU.

Em relação à destinação final, o aterro sanitário de Uberaba entrou em funcionamento em 2005, porém, apenas 30,7% dos entrevistados foram capazes de indicar a destinação correta dos resíduos da cidade.

Quando comparados o nível de conhecimento e participação, duas associações foram observadas, conhecimento do que é a coleta seletiva (P09) e se existe algum tipo de coleta seletiva no bairro (P10) com a participação atual (P13). O resultado do Teste Exato de Fisher para a comparação da P09 com P13 foi de 0,003 e para a P10 com P13 foi de 0,00. A Figura 19 mostra que a participação atual é maior conforme o nível de conhecimento. Esses resultados estão em consonância com aqueles encontrados por Xiao et al (2017) que evidenciam a importância do conhecimento na disposição para a tomada de atitudes ambientalmente sustentáveis, destacando as informações sobre a infraestrutura do sistema.

Figura 19: Participação e nível de conhecimento.



Fonte: a autora, 2020.

Observa-se que, embora acima da média nacional em alguns quesitos, Uberaba ainda carece de amplo desenvolvimento de ferramentas de comunicação para que haja maior engajamento da população em eventuais políticas públicas de gestão de resíduos que venham a ser implementadas. Essa necessidade é enfatizada por diversos pesquisadores do tema, pois a falta de informação pode se impor como uma barreira para a segregação de resíduos na fonte. Portanto, se faz necessário o desenvolvimento de metodologias para a construção de diálogo com os moradores a fim de identificar o tipo e a forma de informação a ser passada. Com esse intuito, podem ser utilizadas técnicas de comunicação por persuasão (com conteúdo emocional, por exemplo) ou humor (KNICKMEYER, 2020; MENG et al., 2019; WANG et al., 2020a).

As ferramentas devem estar alinhadas com a linguagem utilizada, mensagem e o público em foco, por exemplo, as mídias sociais costumam ser mais acessadas por faixa etária diferente daquela que costuma assistir jornais televisivos. Ademais, não se pode negligenciar a frequência e periodicidade das intervenções, que devem se basear nos resultados reportados pelas ações anteriores (KNICKMEYER, 2020; WANG et al., 2018).

Aplicativos para dispositivos móveis de comunicação podem se apresentar como ferramentas valiosas no PCS, já que podem informar aos residentes o roteiro e o cronograma das coletas; sobre separação dos materiais, agendamento e lembrete de descarte; volume coletado/reciclado e metas a serem atingidas pelo município; custos do serviço; bem como coletar informações a respeito dos hábitos da população, satisfação com os serviços, sugestões e realização pesquisas pontuais, a um custo mais baixo e mais rápido do que as pesquisas de opinião tradicionais.

Em relação ao conteúdo, estudos indicam ainda que a sensibilização quanto à responsabilidade individual, detalhamento sobre como fazer a segregação dos resíduos e especialmente a qualidade da informação trazem resultados relevantes no aumento da participação em PCS, enquanto a falta de conhecimento acarreta custos extras e reduz a qualidade do material, já que em caso de separação errada, haverá emprego de recursos para pós triagem, altas taxas de contaminação e de rejeitos (CONKE, 2018; KNICKMEYER, 2020; ROUSTA et al., 2015; WANG et al., 2019). Na Figura 20, têm-se possíveis estratégias a serem adotadas no programa de

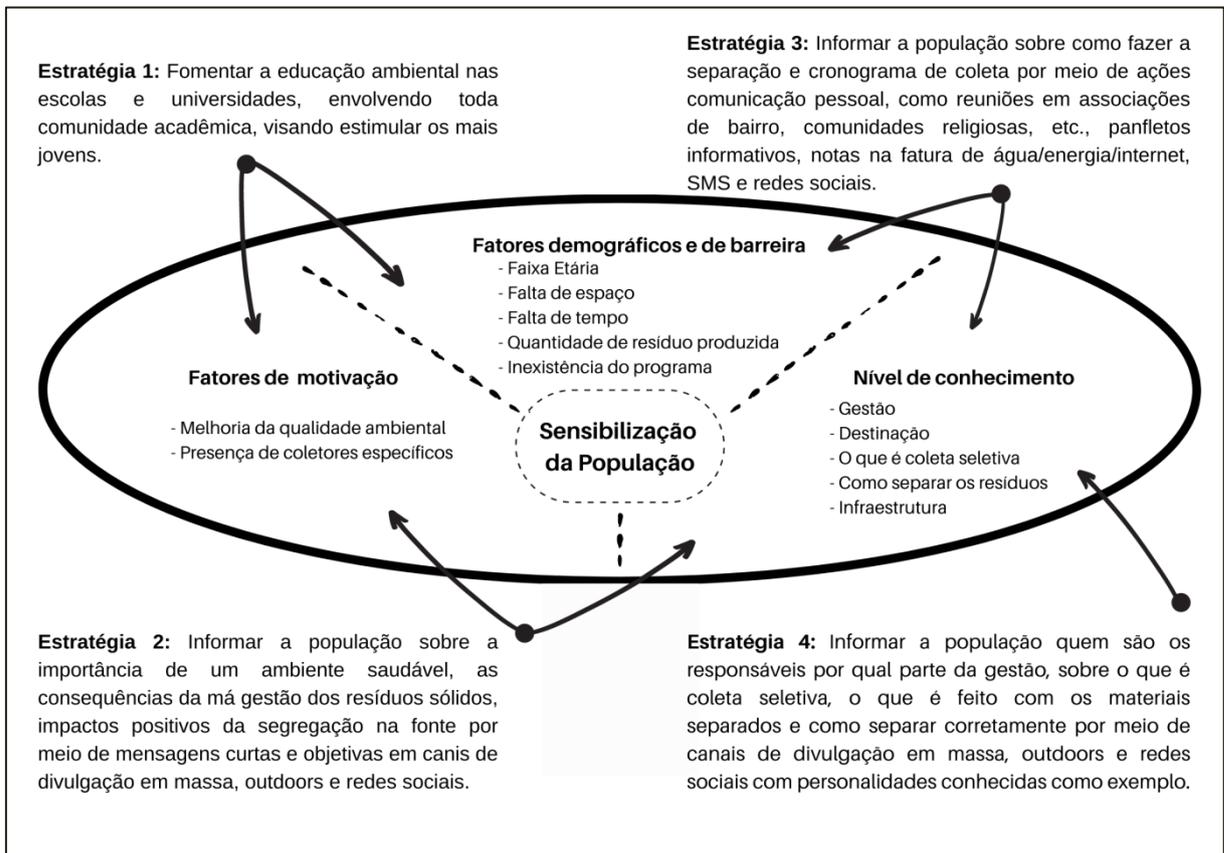
comunicação, mostrando o impacto de cada um nos fatores associados à adesão ao PCS em Uberaba.

Considerando o impacto do fator sociodemográfico “faixa etária”, a Estratégia 1 tem como foco os mais jovens, por meio do fomento à educação ambiental nas escolas e universidades englobando toda a comunidade acadêmica. Além disso, ao enfatizar a importância ambiental da ação, estimula a participação.

Tendo em vista o fator de motivação “melhoria da qualidade ambiental” e o nível de conhecimento da população, a Estratégia 2 visa a utilização de canais de divulgação em massa, com mensagens curtas, informar a população sobre os impactos da gestão de resíduos sólidos.

Por meio de comunicação pessoal, como distribuição de panfletos ou reuniões em associações de bairro, a Estratégia 3 visa minimizar os fatores de barreira identificados como relevantes na pesquisa. O enfoque dessa estratégia está em informar a população a parte prática da separação, ou seja, quais e como separar os resíduos e dias e horários da coleta.

Figura 20: Estratégias para comunicação



Finalmente, a Estratégia 4 objetiva aumentar o nível de conhecimento da população quanto à gestão dos resíduos, ou seja, quem são os responsáveis por cada etapa do gerenciamento, onde encontrar maiores informações, o que é a coleta seletiva, o que se faz com os materiais recuperados, quais as taxas de recuperação do município. Para tanto, podem ser utilizados canais de divulgação em massa, além de personalidades importantes que exercem alguma influência sobre a população.

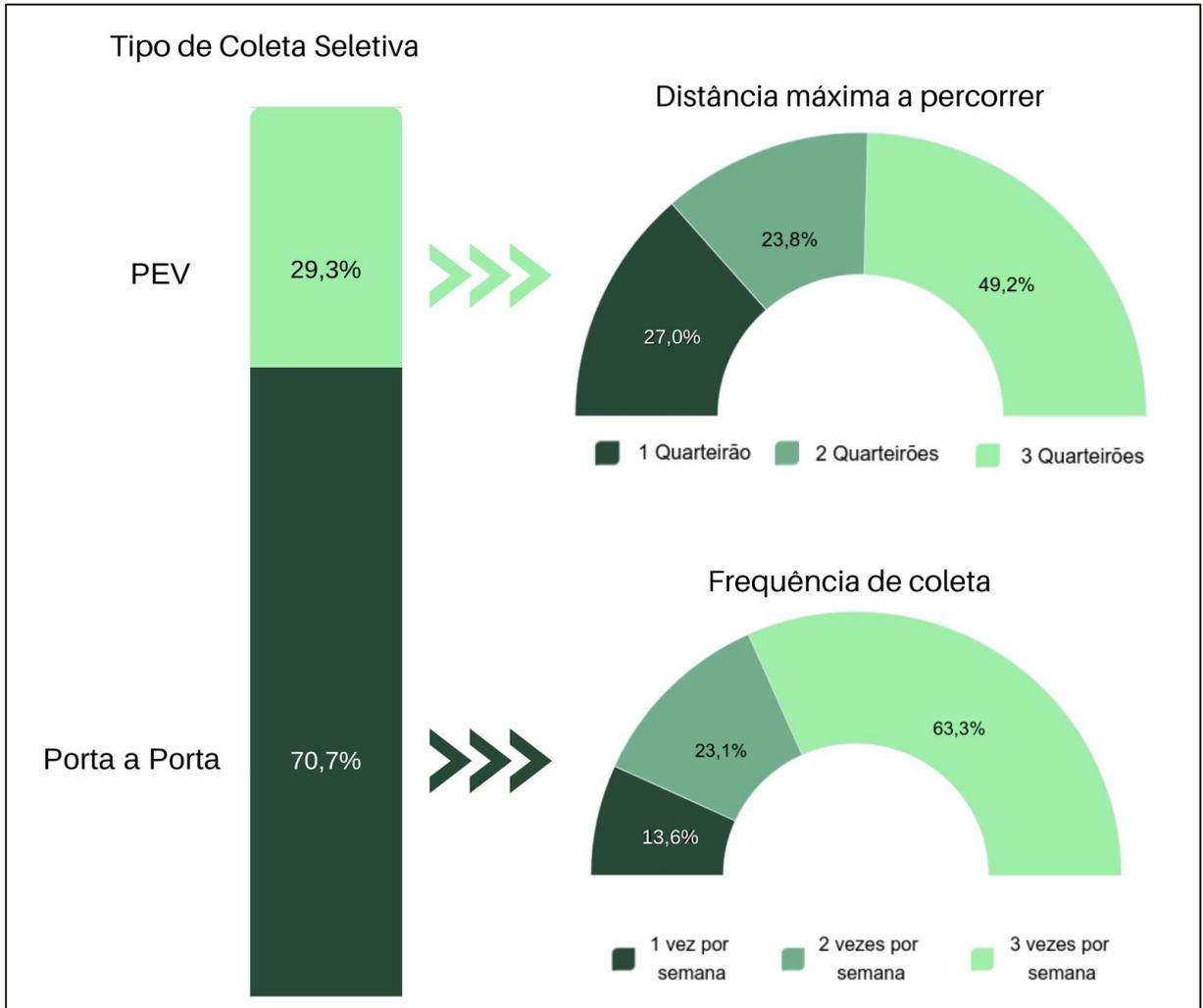
Um último ponto a ser considerado nesse tipo de campanha consiste no desenvolvimento de um sistema visando informar novos moradores sobre a forma de gestão e coleta de resíduos. Houve relatos durante a pesquisa de famílias recém-chegadas ao município, que não tinham informação sobre dias e horários de coleta, nem qualquer outro dado sobre o funcionamento desse sistema. Tendo em vista ainda que a cidade sedia duas grandes universidades que costumam receber alunos de outras cidades como residentes temporários, levar esse tipo de informação a essas pessoas é importante para manter a qualidade da coleta seletiva e o engajamento da população.

#### 4.5 PREFERÊNCIA DE MÉTODO DE COLETA SELETIVA

Conforme advogam Miliute-Plepiene et al. (2016); Sorkun (2018) e Struk (2017), haverá maior índice de participação caso o PCS adote métodos que sejam mais convenientes para a população. Além disso, as pessoas tendem a manter padrões comportamentais aos quais já estão familiarizadas (SETIAWAN; KANEKO; KAWATA, 2019). O resultado da pergunta sobre preferência de tipo de coleta seletiva, porta a porta ou PEV, está em linha com esse pensamento; mais de 70% dos entrevistados optaram pela implantação do PCS no modelo porta a porta, sendo que desses a maioria afirmou necessidade de coleta em três dias da semana, justamente como é feito pelo sistema atual de coleta regular de resíduos (Figura 21). Knickmeyer (2020) em sua metanálise de pesquisas sobre percepção e segregação de resíduos, assim como Aprile; Fiorillo (2019) na Itália, Struk (2017) na República Tcheca e Valenzuela-Levi (2019b) no Chile, identificaram que esse sistema proporciona aumento na quantidade de recicláveis coletada. Esse último autor ressalta ainda que a redução na frequência da coleta pode funcionar como incentivo

à segregação, enquanto que uma consequência natural da implantação da coleta seletiva é a redução da frequência da coleta dos rejeitos.

Figura 21: Preferência do modelo de coleta seletiva



Fonte: autora, 2020

Por outro lado, daqueles que optaram pelo sistema de entrega voluntária, quase 50% se dispôs a andar a maior distância, ou seja, 600 metros. Essas pessoas tendem a ter maior consciência ambiental e econômica, já que esse sistema apresenta menor custo de operação e coopera para a redução de emissões atmosféricas pelos caminhões; Escario; Rodriguez-Sanchez; Casaló (2020) e Li. et al. (2020) argumentam que pessoas com maior preocupação com meio ambiente tendem a ignorar os custos associados a ações que, na percepção desses indivíduos podem contribuir para aumento da qualidade ambiental, portanto, esse resultado está alinhado com estudos anteriores.

Vale destacar que a simplicidade do PCS também contribui para maior adesão por parte dos munícipes. A entrega dos resíduos recicláveis em pontos específicos, enquanto a coleta regular é feita porta a porta, adiciona um fator de complexidade, que faz com as pessoas mostrem maior resistência à mudança.

O resultado da comparação entre os modelos de coleta (P15) com participação (P13) e disposição em participar (P14) mostrou que não há associação entre eles, ou seja, o modelo escolhido não interfere na participação da população no PCS. Nesse cenário, face aos benefícios da coleta em PEV, vale o estudo mais aprofundado, para identificar locais em que a população poderia aderir a esse modelo com maior facilidade e implantá-lo aos poucos.

Embora a amostra feita neste estudo seja válida para a cidade como um todo, seria impreciso fazer ponderações sobre UPGs específicas em razão do erro apresentado quando dividida a amostra em grupos menores. Dessa forma, recomenda-se um estudo mais aprofundado sobre a possibilidade de implantação desse tipo de coleta nos locais que se mostrarem mais favoráveis. Ademais, campanhas informativas podem ajudar a despertar a população para os benefícios do PEV, por exemplo, disponibilidade de entrega sempre que necessário, o que resulta em redução do acúmulo de resíduos na residência e menor espaço requerido para armazenamento, além da minimização do risco dos sacos serem rasgados ou dos resíduos não serem coletados e ficarem dispostos nas calçadas.

Em todo caso, se faz necessário lidar com as questões relacionadas aos catadores, que no caso de coleta porta a porta geralmente passam antes da coleta oficial e acabam recolhendo os resíduos de maior valor comercial, podendo esse ser um fator que inviabilize o PCS economicamente. Outro ponto que não poderá ser ignorado no caso de adoção de PEVs é a deterioração a que estão sujeitos, tanto por catadores com intenção de retirar os materiais que lhes interessem, quanto por vândalos, já habituados a destruir bens públicos.

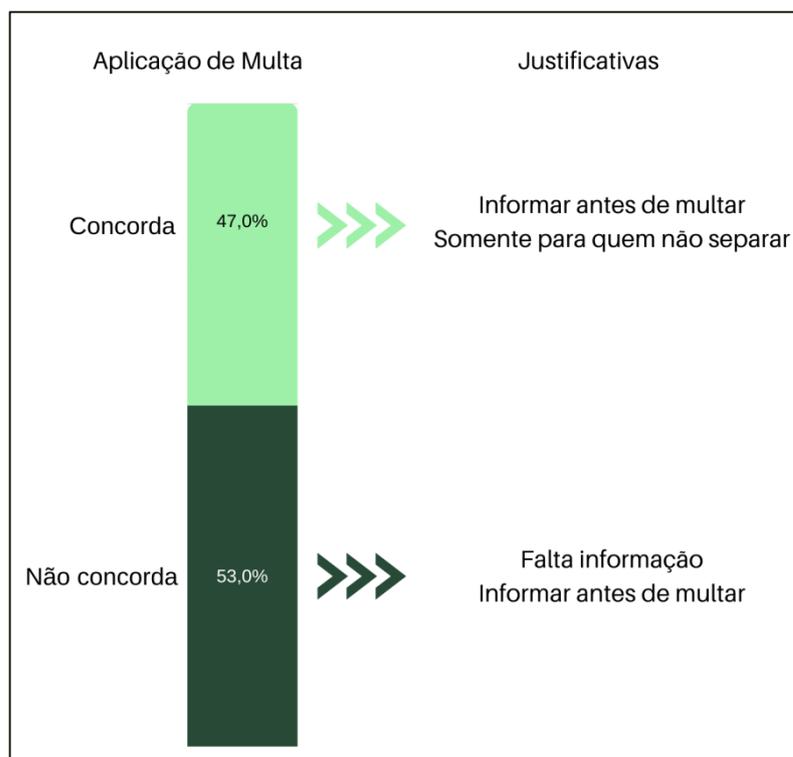
De forma geral, considerando os resultados e estudos anteriores referenciados, recomenda-se inicialmente a adoção do sistema mais simples e mais conveniente para que se desperte o interesse dos munícipes para a segregação dos resíduos e o desenvolvimento do hábito. Conforme resultados do estudo de Li et al. (2020), o costume desenvolvido apresenta melhores resultados do que investimento em aumento da infraestrutura, por exemplo.

#### 4.6 FATORES PECUNIÁRIOS

Como já mostrado anteriormente, os fatores de incentivos econômicos não se mostram relevantes para alteração de comportamento da população uberabense. Quanto à multa, a pergunta abrangeu a não separação na fonte e a segregação de forma errada (P20). A maior parte dos entrevistados se posicionou contra a aplicação dessa penalidade, porém com uma margem de 6 pontos percentuais, mostrando que há uma razoável divisão de opinião quanto a essa questão (Figura 22).

Reiterando o exposto no item 4.3, não estava incluso no questionário, porém alguns respondentes justificaram seu posicionamento. De acordo com o observado na Figura 22, entre aqueles que concordam com penalização, condicionaram sua aplicação à disponibilização de informação antes de multar e somente para quem não realizar a segregação dos resíduos. Entre aqueles que não apoiaram a medida, a principal questão foi a falta de informação seguida da imposição de multa apenas após a informação, mas ainda sem concordar com a sanção.

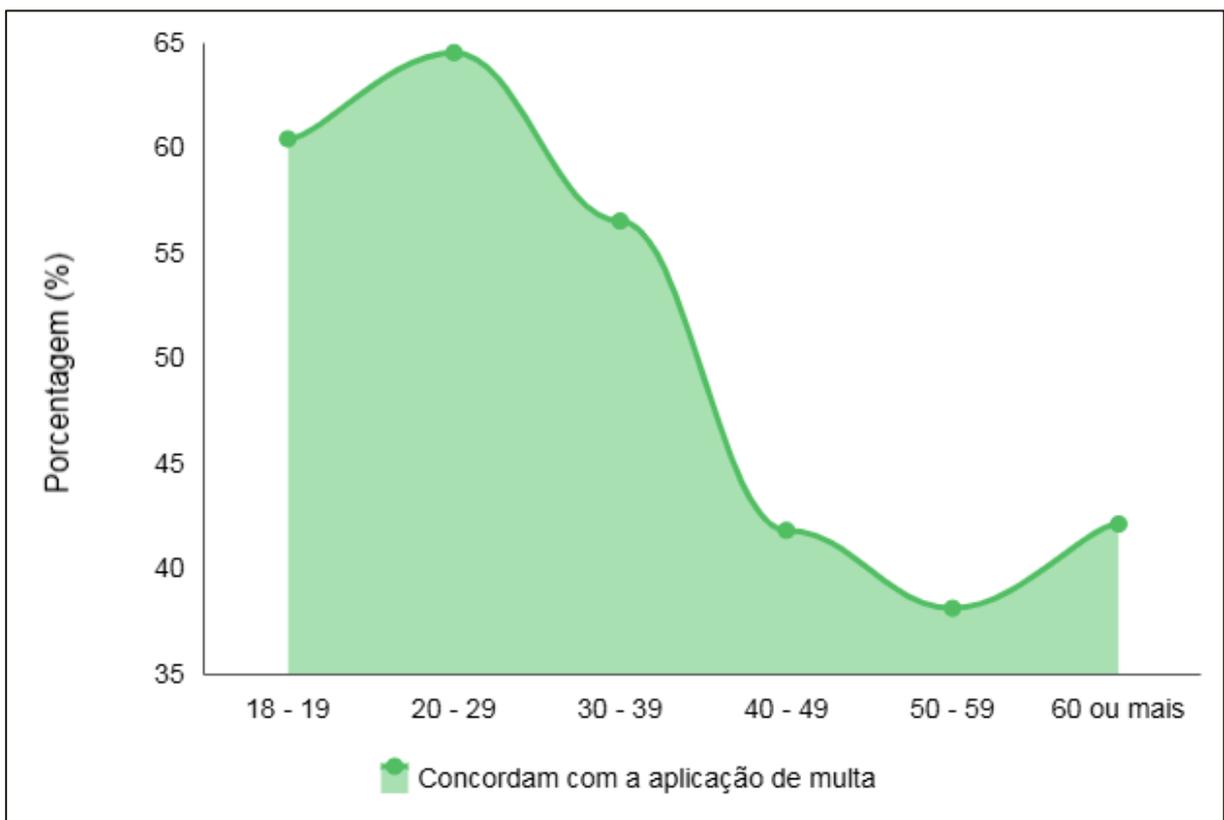
Figura 22: Posicionamento quanto à aplicação de multa



Fonte: a autora, 2020

Quando comparada com os fatores demográficos, o único que mostrou associação com a concordância ou não de aplicação de multa foi novamente a faixa etária (Qui Quadrado de Pearson: 0,00). Como mostrado na Figura 23, a tendência é que as pessoas mais jovens sejam a favor da aplicação da penalidade, enquanto os mais idosos são contra.

Figura 23: Comparação da aceitação de aplicação de penalidade versus faixa etária.



Fonte: autora, 2020

Deve haver muita cautela ao se tratar dos fatores pecuniários. Estudos mostram que tanto os incentivos quanto as penalidades e taxas podem ter efeitos adversos ao esperado, especialmente quanto ao aumento da disposição dos resíduos de forma ilegal em terrenos baldios (ANDERSSON; STAGE, 2018; GALLARDO et al., 2010).

Importa registrar ainda que informações claras para a população inclusive sobre os custos associados ao manejo dos resíduos, podem produzir resultados mais favoráveis (SETIAWAN; KANEKO; KAWATA, 2019). Ademais, para garantir a correta aplicação desses artifícios, se faz necessária a implantação de uma infraestrutura de fiscalização que pode ter custo elevado, tornando o sistema ainda mais deficitário. Com isso, entende-se que, neste aspecto, o investimento em outras

medidas, em especial em um programa eficiente de comunicação e educação ambiental, surtirá melhores resultados.

#### 4.7 SUGESTÃO DE MODELO DE COLETA

Considerando os resultados desta pesquisa, bem como as referências bibliográficas consultadas, chegou-se ao modelo de Programa de Coleta Seletiva delineado no Quadro 4.

Quadro 4: Proposta de modelo de coleta seletiva para Uberaba.

<b>Aspecto</b>	<b>Classificação</b>	<b>Justificativa</b>
Gestão/administração	Formal/centralizada	Como demonstrado nos tópicos anteriores, para o sucesso do PCS se faz necessário que diversas outras ações sejam colocadas em prática em conjunto, em especial, um programa consistente e amplo de educação ambiental. Dessa forma, entende-se que a coordenação realizada por uma gestão centralizada é imprescindível.
Abrangência	Municipal	Para que se atinja nível satisfatório de participação na coleta, pode-se iniciar em alguns bairros ou por setores específicos a fim de serem realizados testes, e modelagem do sistema para a população. Entretanto, o objetivo do programa deve ser o atendimento a todos os domicílios do município, garantindo que todos tenham possibilidade de participação, com as adaptações necessárias à realidade de cada bairro ou região.
Financiamento	Misto	Para viabilizar economicamente o PCS, há a possibilidade de se estabelecer parcerias com empresas privadas para determinadas tarefas do programa. Por exemplo, a instalação de PEVs ser financiada e/ou a estrutura mantida por particulares e em troca ter seus serviços ou produtos divulgados nos equipamentos públicos, ou mesmo apenas a utilização dessas estruturas para fins de publicidade, com verba retornando ao programa.
Operacionalização	Mista	Sugere-se a realização de parcerias com cooperativas, associações da sociedade civil e mesmo empresas privadas, que sob administração e fiscalização do órgão público, seriam responsáveis por determinadas etapas do PCS, como manutenção de PEV', coleta dos recicláveis porta a porta, triagem e venda do material, entre outros.
Segregação	Na fonte	Para que haja melhor aproveitamento do material, conforme já detalhado nesta pesquisa, é essencial que haja a participação dos geradores segregando corretamente os materiais. Dessa forma haverá maior qualidade nos resíduos recolhidos com menor geração de rejeitos e maior de receita.

Continua...

Continuação...

Aspecto	Classificação	Justificativa
Coleta	Mista	Em razão dos benefícios da coleta em postos voluntários de entrega, há de se planejar a adoção desse sistema em momento posterior da implantação do PCS, conforme avanço da educação ambiental e pesquisas de opinião. Embora inicialmente prevaleça o sistema porta a porta, já mais familiar para a população, a utilização de PEVs pode ser importante. Considerando que não foi comprovada associação entre método de coleta e participação, a adoção desse método em alguns bairros em que se identificar a possibilidade, bem como nos locais de grande circulação de pessoas pode servir como lembrete, incentivo à participação e de instrumento educativo.
Tipo de seleção	Recicláveis (secos e úmidos) e Rejeito	Considerando o custo benefício dos tipos de seleção, observa-se que no sistema mais simples há perda considerável, especialmente dos resíduos orgânicos, que poderiam ter diversas aplicações. Em contrapartida, um sistema com muitas frações de recicláveis, além do alto custo, pode diminuir a participação em razão da complexidade. Assim sendo, conclui-se que a forma mais apropriada para Uberaba seria a separação em três tipos, recicláveis secos, úmidos e rejeito. Ainda que inicialmente um sistema com apenas duas divisões seja adotado, o aproveitamento dos orgânicos não pode ser negligenciado, se há o objetivo de cumprir com o disposto na PNRS e uma gestão de resíduos eficiente, considerando que mais de 50% dos RSU produzidos em Uberaba são orgânicos. Vale ressaltar que a educação ambiental tem papel relevante ao informar à população os materiais a serem dispostos para reciclagem, especialmente os secos, já que com essa nomenclatura pode sugerir que todo material não orgânico pode ser disposto nessa fração. Porém, deve ser enfatizado que questões de logística e de mercado podem inviabilizar a reciclagem de determinados materiais, que se tornam contaminantes daqueles realmente recicláveis, encarecendo o programa.
Triagem	Centrais de triagem ou misto	Idealmente a adoção de centrais de triagem, para onde apenas os materiais recicláveis previamente separados são enviados, enfardados e postos novamente no ciclo produtivo, é o modelo mais aconselhável. Porém não deve ser ignorado que para implementação dessa estrutura é salutar o engajamento dos catadores autônomos no sistema. Caso contrário, haverá competição pelo material, tornando-o escasso para os catadores, ou restringido às centrais de triagem materiais de menor valor comercial. Sugere-se, portanto, ao menos a princípio, a incorporação desses agentes ao sistema, proporcionando incentivos para que o material recolhido seja repassado às centrais de triagem. Essa prática, no entanto, pode gerar conflito com os “atravessadores”, os comerciantes que compram dos catadores e revendem aos recicladores. Considerando a especialização das centrais de triagem nos resíduos de origem doméstica, uma proposta para esse impasse seria estabelecimento de parcerias para repasse de determinados materiais das centrais para essas empresas (sucata por exemplo), além da especialização das mesmas em receber os recicláveis dos grandes geradores.

Fonte: a autora, 2020

Em resumo, mediante os resultados obtidos, entende-se que um modelo adequado para implantação de PCS em Uberaba deva possuir administração centralizada, englobando todo município, inclusive as comunidades rurais, para as quais, embora não incluídas nesse estudo, podem ser desenvolvidas soluções locais. Com relação ao financiamento e à operação que sejam mistos, incorporando as iniciativas privadas, autônomas, de cooperativas e das associações civis. Deve-se priorizar a segregação na fonte, com sistema de seleção em recicláveis secos e orgânicos, e rejeito; a coleta pode ser alternada a depender de especificidades locais, sendo preferencialmente porta a porta com aumento do sistema de PEV's ao longo do tempo. Finalmente, as centrais de triagem são necessárias para direcionamento dos materiais segregados para suas respectivas cadeias de produção.

Destaca-se ainda a necessidade de implementação de outros programas complementares, a saber: a) Programa de educação ambiental, com campanhas abrangentes de informação quanto aos procedimentos e responsabilidades de cada agente no gerenciamento dos resíduos; b) Programa de inclusão e valorização dos catadores autônomos e de cooperativas, para que a coleta seletiva cumpra com eficácia sua função social; c) Programa de fomento às empresas de reciclagem, para viabilizar a reinserção no ciclo produtivo de mais materiais, reduzindo a quantidade de resíduos aterrada; d) Parcerias com os diversos agentes da coleta seletiva, para organização e fortalecimento de toda cadeia, com vistas à redução da competição predatória e aumento dos benefícios à toda sociedade.

## 5 CONCLUSÃO

Tendo em conta que a maior parte da população de Uberaba já faz algum tipo de separação de resíduos, que mais de 80% se mostrou interessada em participar de um Programa de Coleta Seletiva e ainda que possui conhecimento sobre o tema acima da média nacional, conclui-se que há no município ambiente propício para a implantação de um PCS. Entretanto, alguns aspectos devem ser observados.

Primeiramente, considerando que são maioria e responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos domésticos, as mulheres devem receber a devida atenção quando da elaboração do Programa de Educação Ambiental a ser implantado em conjunto com o PCS. Além disso, para que os jovens se tornem efetivos participantes da separação de resíduos, é necessário que haja sensibilização dessa faixa etária com ações voltadas para esse público, sobretudo nas escolas e universidades, além da utilização das mídias sociais.

Também se faz importante ressaltar que, entre os fatores que mostraram influência na decisão da população, os intrínsecos se destacaram, especialmente entre as motivações. Assim, enfatizar os impactos positivos do PCS, com estratégias de divulgação em massa, bem como atuação direta com os munícipes e ação de pessoas influentes na sociedade, pode resultar em níveis maiores de participação, com menores custos.

A carência de conhecimento sobre a gestão municipal de resíduos, a presença de coletores específicos, a falta de espaço na residência, a falta de tempo, a quantidade de resíduos produzida e a inexistência do PCS foram outros fatores que influenciaram na participação, portanto são esses que, em conjunto com aqueles já citados, deverão nortear a elaboração do PCS e do Programa de Educação Ambiental.

Reiterando as questões de conveniência, o método de coleta porta a porta foi o escolhido pela maioria dos entrevistados. Entretanto, a forma de coleta não mostrou influência na decisão de separar. Portanto, entende-se que, para equilibrar os custos do programa, a implantação da forma mista, com gradual adição dos PEVs, seja a melhor alternativa para a cidade.

Embora com pouca diferença percentual, a opinião prevalente entre os munícipes é pela não aplicação de penalidades pecuniárias, sendo a principal justificativa entre os dois grupos a falta de informação. Os resultados mostraram não

haver influência de incentivos econômicos na adesão dos uberabenses à coleta. Com isso, enfatiza-se que a implantação do PCS combinada com ações efetivas de educação ambiental se constitui no eixo propulsor para o aumento do nível de segregação de resíduos em Uberaba.

Dessa forma, propõe-se para implantação no município PCS de gestão formal, com abrangência municipal, financiamento e operação mistas, segregação na fonte em três tipos (recicláveis secos, úmidos e rejeito), coleta porta a porta com gradativa implantação de PEVs e centrais de triagem para concentração e venda dos materiais coletados.

Ressalta-se a importância da incorporação dos catadores autônomos à coleta seletiva considerando a função social desse sistema. Além disso, parcerias com a iniciativa privada se fazem necessárias tanto para implementação do PCS quanto para fortalecimento de todos os agentes envolvidos.

Em razão das limitações do presente estudo não foi possível a caracterização por bairros ou das comunidades rurais. Assim, recomenda-se que pesquisas posteriores sejam focadas nas preferências locais para maior detalhamento do programa de coleta seletiva, e com base nos resultados aqui apresentados do tema a ser tratado dentro do Programa de Educação Ambiental.

Além disso, deve ser realizado um levantamento da cadeia de coleta seletiva existente no município com apontamentos das fraquezas e fortalezas para que esforços sejam centrados em áreas críticas que possam alavancar o setor e trazer para o município novos negócios relacionados, tornando-o referência na gestão de resíduos sólidos.

Sugere-se ainda a realização de pesquisa tipo *survey* após a implantação do PCS para identificação das ações que se mostrarem eficazes, bem como aquelas que não surtirem o resultado esperado, para correções e melhoria do sistema.

Finalmente, destaca-se a carência no município da caracterização dos RSU, com aplicação de metodologia correta, para que se tenham dados atualizados, detalhados e confiáveis sobre a produção de resíduos no município.

Salienta-se que essa pesquisa será disponibilizada para a Prefeitura Municipal de Uberaba, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, bem como à Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas – CODAU para análise, consulta e utilização dos dados conforme conveniência.

## REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil**. São Paulo: Abrelpe, 2020. 52 p. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 29 jan. 2021.
- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil**. São Paulo: Grappa Editora e Comunicação, 2019. 68 p. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- AGRESTI, A. A survey of exact inference for contingency tables. **Statistical Science**, 1992. v. 7, n. 1.
- ANCAT, Associação Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. **Anuário da reciclagem 2017-2018**. 2019. Disponível em: <https://ancat.org.br/wp-content/uploads/2019/09/Anuário-da-Reciclagem.pdf>. Acesso em 15 nov de 2019.
- ANDERSSON, C.; STAGE, J. Direct and indirect effects of waste management policies on household waste behaviour: The case of Sweden. **Waste Management**, 1 jun. 2018. v. 76, p. 19–27.
- APRILE, M. C.; FIORILLO, D. Intrinsic incentives in household waste recycling: The case of Italy in the year 1998. **Journal of Cleaner Production**, 2019. v. 227.
- ARAÚJO, S. M. V. G. de. O desafio da aplicação da lei dos resíduos sólidos. **Consultoria Legislativa**, Brasília, DF, Consultora Legislativa da Área XI Meio Ambiente e Direito Ambiental, Desenvolvimento Urbano e Regional, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: 2004: Resíduos sólidos – Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004
- AVFALL SVERIGE. **Report: Waste Management 2018**. Malmo, 2018. Disponível em: [https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user\\_upload/Publikationer/Avfallshantering\\_2018\\_EN.pdf](https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user_upload/Publikationer/Avfallshantering_2018_EN.pdf). Acesso em: 18 mai. 2019
- BATISTA, V. L. R. **A Coleta Seletiva como Instrumento Propulsor da Gestão do Consórcio de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana do Cariri-Ceará**. 2015. Tese (Geografia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP, 2015.
- BERNARDO, M.; LIMA, R. da S. Using Action Research to Implement Selective Waste Collection Program in a Brazilian City. **Systemic Practice and Action Research**, 2017. v. 30, n. 6.
- BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. 2011. Tese (Saúde Pública). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2011.

BÍBLIA, NT. O Evangelho de João. IN: BÍBLIA. Português. **Bíblia de Estudo Arqueológica**. Antigo e Novo Testamentos. Nova Versão Internacional. São Paulo: Editora Vida, 2013. p. 1731.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 275, de 5 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, abr. 2001. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em: 15 abr. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Lei n. 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 08 jan. 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm). Acesso em: 16 abr. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010a. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 10 mar. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Decreto n. 7.404 de 23 de dezembro de 2010b. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 23dez. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm). Acesso em: 10 mar. 2019.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2018**, 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2018>. Acesso em: 15 ago. 2020.

BRINGHENTI, J. R.; GÜNTHER, W. M. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, dez. 2011. v. 16, n. 4, p. 421–430. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522011000400014&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522011000400014&lng=pt&tlng=pt). Acesso em 05 de ago. 2020.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4. ed. São Paulo: Humanitas, 2003.

COELHO, T. M.; CASTRO, R.; GOBBO, J. A. PET containers in Brazil: Opportunities and challenges of a logistics model for post-consumer waste recycling. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 3, p. 291–299, jan. 2011.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. (CNUMAD). **Agenda 21 Global**. Rio de Janeiro, 1992.

CONKE, L. S. Barriers to waste recycling development: Evidence from Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**, 2018. v. 134.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. do. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, abr. 2018. v. 10, n. 1, p. 199–212. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2175-33692018000100199&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692018000100199&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 20 de set. 2020

CONSÓRCIO VITAL. **Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Uberaba: 2020. Disponível em: <http://amvale.org.br/docs/convales/1599836824.pdf>. Acesso em 03 de nov de 2020.

CUDJOE, D.; YUAN, Q.; HAN, M. S. An assessment of the influence of awareness of benefits and perceived difficulties on waste sorting intention in Beijing. **Journal of Cleaner Production**, 2020. v. 272.

DEMAJOROVIC, J. **Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos as novas prioridades**. Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 3, p. 88-93, 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a10v35n3.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2019.

DRZ GESTÃO AMBIENTAL. **Plano Municipal de Saneamento Básico - Diagnóstico Técnico Participativo**. Uberaba: 2013.

EIGENHEER, E. M. **Lixo: a limpeza urbana através dos tempos**. Porto Alegre: Campus/Elsevier, 2009.

EIGENHEER, E. M.; FERREIRA, J. A. Três décadas de coleta seletiva em São Francisco (Niterói/RJ): lições e perspectivas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 677–684, dez. 2015.

ESCARIO, J. J.; RODRIGUEZ-SANCHEZ, C.; CASALÓ, L. V. The influence of environmental attitudes and perceived effectiveness on recycling, reducing, and reusing packaging materials in Spain. **Waste Management**, 2020. v. 113.

FAN, B.; YANG, W.; SHEN, X. A comparison study of ‘motivation–intention–behavior’ model on household solid waste sorting in China and Singapore. **Journal of Cleaner Production**, 2019. v. 211.

FERREIRA, F. et al. Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes. **Waste Management**, v. 59, p. 3–13, jan. 2017.

FERRONATO, N. et al. Assessment of municipal solid waste selective collection scenarios with geographic information systems in Bolivia. **Waste Management**,

2020. v. 102, p. 919–931. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.010>. Acesso em: 08 de ago. 2020.

FO, J.; TOMAT, S.; MALUCELLI, L. **O livro negro do Cristianismo: dois mil anos de crimes em nome de Deus**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2007.

FONSECA, S. A. Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos: mito ou realidade? **Guaju**, v. 1, n. 1, p. 106, 30 jun. 2015.

FUSS, M.; BARROS, R. T.V; POGANIETZ, W. R. Designing a framework for municipal solid waste management towards sustainability in emerging economy countries - An application to a case study in Belo Horizonte (Brazil). **Journal of Cleaner Production**, 2018. v. 178, p. 655–664. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.051>. Acesso em 17 de out. 2020.

GALLARDO, A. et al. Comparison of different collection systems for sorted household waste in Spain. **Waste Management**, 2010. v. 30, n. 12.

GEIGER, J. L. et al. A meta-analysis of factors related to recycling. **Journal of Environmental Psychology**, 2019. v. 64.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (ORG). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GODOY, M. R. B. Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 23, n. 39, p. 12, 2013.

GOMES, M. T. S. Dinâmica econômica e cidades médias: uma análise sobre a cidade de Uberaba na região do Triângulo Mineiro. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 19, n. 3, p. 516-534, 2016. Disponível em:

<http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/81733>. Acesso em: 01 mar. 2021.

GREEN ELETRON. **Encontre o ponto mais próximo de você**. Disponível em: <https://www.greeneletron.org.br/localizador>. Acesso em: 22 set. 2020.

IBÁÑEZ-FORÉS, V. et al. Influence of implementing selective collection on municipal waste management systems in developing countries: A Brazilian case study. **Resources, Conservation and Recycling**, 2018a. v. 134.

IBÁÑEZ-FORÉS, V. et al. Temporal evolution of the environmental performance of implementing selective collection in municipal waste management systems in developing countries: A Brazilian case study. **Waste Management**, 1 fev. 2018b. v. 72, p. 65–77.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades: Uberaba**. Pesquisa. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberaba/pesquisa/38/46996>. Acesso em: 01 de mar. 2021.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Uberaba. Disponível em:  
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberaba/pesquisa/23/25888?detalhes=truea>.  
 Acesso em: 15 de set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.** Disponível em:  
<HTTPS://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 10 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades:** Uberaba. Censo 2010. Disponível em:  
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberaba/panorama>. Acesso em: 12 ago. 2019.

INPEV. Localização de Unidades de Recebimento. Disponível em:  
<https://inpev.org.br/index>. Acesso em: 22 ago. 2020.

IPEA. **Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos.** 2010. Disponível em:  
[http://www.mma.gov.br/estruturas/253/\\_arquivos/estudo\\_do\\_ipea\\_253.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf).

JERONIMO, G. J; FERREIRA, D. C; LUZ, M. S. da. Dimensionamento de Ecopontos para os resíduos recicláveis secos em Uberaba – MG. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, Uberaba, v. 1, n. 4, p.61-70, 01 jul. 2019. Semestral.

KIRAKOZIAN, A. Household waste recycling: Economics and Policy. **GREDEG Working Paper Serie**, v. 2015– 09, p. 41, 2016.

KNICKMEYER, D. 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, 18 p. 01 fev. 2020.

LI, C. et al. Distance is a barrier to recycling – or is it? Surprises from a clean test. **Waste Management**, 2020. v. 108.

LIIKANEN, M. et al. Steps towards more environmentally sustainable municipal solid waste management – A life cycle assessment study of São Paulo, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 2018. v. 196, p. 150–162. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.005>. Acesso em: 16 de out. 2020.

LIMA FILHO, L. M. A. **Amostragem.** Paraíba: Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Estatística. Disponível em:  
<http://www.de.ufpb.br/~luiz/Adm/Aula9.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2019.

LIMA, N.; MANCINI, S. D. Integration of informal recycling sector in Brazil and the case of Sorocaba City. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 7, p. 721–729, 3 jul. 2017.

LIMA, P. de M. et al. Life Cycle Assessment of prospective MSW management based on integrated management planning in Campo Grande, Brazil. **Waste Management**, 2019. v. 90.

LISBOA, C. Os que sobrevivem do lixo. **Desenvolvimento**, n.77, p. 58–63, 2013.

MACHADO, G. C. de A. **Da Ilha de Sapucaia ao Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho: a criação de territórios do lixo da cidade do Rio de Janeiro como expressão de segregação espacial**. Rio de Janeiro, Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: [http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca\\_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=20967@1](http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=20967@1). Acesso em 20 de ago, 2020.

MASCARENHAS, L. C. A. M. **Relatório de Avaliação Ambiental: Projeto Água Viva**. Uberaba: 2005.

MELOSI, M. V. **Garbage In The Cities: Refuse, Reform and the Environment**. 2. ed. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2005.

MENG, X. et al. Investigation on decision-making mechanism of residents' household solid waste classification and recycling behaviors. **Resources, Conservation and Recycling**, 2019. v. 140.

MERSONI, C.; REICHERT, G. A. Comparação de cenários de tratamento de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica da Avaliação do Ciclo de Vida: o caso do município de Garibaldi, RS. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, out. 2017. v. 22, n. 5, p. 863–875. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522017000500863&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000500863&lng=pt&tlng=pt). Acesso em : 15 de nov. 2020.

MILIUTE-PLEPIENE, J. et al. What motivates households recycling behaviour in recycling schemes of different maturity? Lessons from Lithuania and Sweden. **Resources, Conservation and Recycling**, 2016. v. 113.

MINAS GERAIS. Lei n.18.031 de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. **Diário do Executivo**: Belo Horizonte, MG, 13 jan. 2009.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. **17o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília: 2019.

MIRANDA, N.; MATTOS, U. Revisão dos Modelos e Metodologias de Coleta Seletiva No Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 1–22, 2018.

MOHAMED SULTAN, A. A.; LOU, E.; MATIVENGA, P. T. What should be recycled: An integrated model for product recycling desirability. **Journal of Cleaner Production**, jun. 2017. v. 154, p. 51–60. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652617306686>. Acesso e: 17 de out. 2020.

MOREIRA, C. A.; BRAGA, A. C. de O.; HANSEN, M. A. F.. Estimativa do tempo de produção de chorume em aterro controlado por meio de medidas de resistividade elétrica. **Revista Brasileira de Geociências**, Brasil, v. 3, n. 41, p. 549-557, set.

2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bjgeo/v41n3/2317-4692-bjgeo-41-03-549.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS - MNCR. Política Nacional de Resíduos e o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. In: JARDIM, A. et al. (Eds.). PHILIPPI JUNIOR (coord.) **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2012. p. 820.

NETO, A. T.; NISHIYAMA, L. O Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos em Uberaba: Avaliando o Sistema. **Caminhos da Geografia**, jun. 2005. v. 10, p. 126–146.

OCHOA, C. **Amostra probabilística**: Amostra por conglomerados. 2015a. Disponível em: <https://www.netquest.com/blog/br/blog/br/amostra-conglomerados>. Acesso em: 06 dez. 2019.

OCHOA, C. **Amostra probabilística**: Amostra sistemática. 2015b. Disponível em: <https://www.netquest.com/blog/br/blog/br/amostra-sistemica>. Acesso em: 06 dez. 2019.

PEIXOTO, K. **Contribuição ao planejamento e operação da coleta seletiva em área urbana**. Dissertação (Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006.

PHILIPPI JUNIOR, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Baurueri: Manole, 2005.

PINHO, P. M. O. **Avaliação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na Amazônia brasileira**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 17 maio 2011.

PIVETTI, M. et al. Predicting recycling in Southern Italy: An exploratory study. **Resources, Conservation and Recycling**, 2020. v. 156.

PONGRÁCZ, E.; POHJOLA, V. J. Re-defining waste, the concept of ownership and the role of waste management. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 40, n. 2, p. 141–153, jan. 2004.

RECICLUS (Uberaba). **Pontos de coleta gratuita em Comércio e Lojas no Brasil**. Disponível em: <https://reciclus.org.br/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

RIBEIRO, L. C. B. et al. Geoparque Uberaba – Terra dos Dinossauros do Brasil. In: I Simposio de Geoparques y Geoturismo En Chile, 1., 2011, Melipeuco. **Geoparques y Geoturismo: Experiencias Nacionales e Internacionales**. Melipeuco: 2011. p. 26-29. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/236658496\\_Geoparque\\_Uberaba\\_-\\_Terra\\_dos\\_Dinossauros\\_do\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/236658496_Geoparque_Uberaba_-_Terra_dos_Dinossauros_do_Brasil). Acesso em: 30 dez. 2020.

ROUSTA, K. et al. Quantitative assessment of distance to collection point and improved sorting information on source separation of household waste. **Waste Management**, 2015. v. 40.

SANDHU, K. Historical trajectory of waste management; an analysis using the health belief model. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 25, n. 5, p. 615–630, 2014.

SANTANA, H. C. **Percepção, Motivações e Barreiras dos Moradores para Participação em Programas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares na Microrregião De Ouro Preto (MG)**. Dissertação (Meio Ambiente) -- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

SANTIAGO, C. D. **Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos: desafios na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos na bacia hidrográfica Tietê Jacaré - SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais.) -- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

SANTIAGO, C. D.; PUGLIESI, É. Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil: histórico, diretrizes nacionais e perspectivas para os municípios. *In*: Gabriel Castañeda Nolasco (org.). **Visiones iberoamericanas hacia el hábitat sustentable**. 2. ed. México: Universidad Autónoma de Chiapas, 2016, p. 111–134.

SEMAT – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E TURISMO. **Parecer Único**. Uberaba: Secretaria de Meio Ambiente, 2012. 12 p. Disponível em: [http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio\\_ambiente/comam/2012/PA%2026879-2012%20M.%20O%20Galvao%20-%20SOMA%20Ambiental2.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/comam/2012/PA%2026879-2012%20M.%20O%20Galvao%20-%20SOMA%20Ambiental2.pdf). Acesso em: 29 dez. 2020.

SETIAWAN, R. P.; KANEKO, S.; KAWATA, K. Impacts of pecuniary and non-pecuniary information on pro-environmental behavior: A household waste collection and disposal program in Surabaya city. **Waste Management**, 2019. v. 89.

SHAN, X.; ANG, W. L.; YANG, E. H. Mobile app-aided risks, attitudes, norms, abilities and self-regulation (RANAS) approach for recycling behavioral change in Singapore. **Resources, Conservation and Recycling**, 2020. v. 162.

SILVA, M. C. de P. **Coleta Seletiva de Recicláveis: O Protagonismo dos Catadores na Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos em Uberaba-MG**. Uberlândia, 2020.

SILVA, M. C. de P. O trabalho dos catadores de materiais recicláveis de Uberaba - MG e a relação com os dois circuitos econômicos da reciclagem. **PEGADA - A Revista da Geografia do Trabalho**, 31 jan. 2018. v. 18, n. 3. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/5257>. Acesso em 3 de jul. 2020.

SILVA, V. A. da.; TEIXEIRA, A. L. F. Cenário do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Construção e Demolição (RCD) em Uberaba- MG. **Sociedade e Natureza**, 2012. v. 24, n. 2, p. 333–344. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327329012>. Acesso em 03 jul de 2020.

SILVEIRA, D. C.; SOUSA, F. F. de; TEIXEIRA, C. Relevância Socioambiental da Coleta Seletiva no Município de Itaúna: Visão de Catadores e da Comunidade. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, 22 fev. 2019. v. 8, n. 1, p. 301–318. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/2623>. Acesso em: 13 de nov. 2020.

SORKUN, M. F. How do social norms influence recycling behavior in a collectivistic society? A case study from Turkey. **Waste Management**, 2018. v. 80.

STAT TREK. **What is Cluster Sampling?** 2019. Disponível em: <https://stattrek.com/survey-research/cluster-sampling.aspx?Tutorial=samp>. Acesso em: 06 dez. 2019.

STERNS, P. N. **History of Europe: Revolution and the growth of industrial society, 1789–1914**. Disponível em: <https://academic-eb-britannica.ez33.periodicos.capes.gov.br/levels/collegiate/article/history-of-Europe/106072#58403.toc>. Acesso em: 24 ago. 2019.

STRUK, M. Distance and incentives matter: The separation of recyclable municipal waste. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 122, p. 155–162, jul. 2017.

TAKAHASHI, W. Economic rationalism or administrative rationalism? Curbside collection systems in Sweden and Japan. **Journal of Cleaner Production**, 2020. v. 242.

THORNDIKE, L. Sanitation, Baths, and Street-Cleaning in the Middle Ages and Renaissance. **Speculum**, v. 3, n. 2, p. 192–203, abr. 1928.

TIPA JÚNIOR, N. **Mercado da reciclagem investe em expansão**. Jornal do Comércio, 21 nov. 2019. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/site/noticia.php?codn=170855>. Acesso em: 21 nov. 2019.

TONG, X. et al. Behaviour change in post-consumer recycling: Applying agent-based modelling in social experiment. **Journal of Cleaner Production**, 2018. v. 187.

UBERABA (Município). Decreto nº 780, de 15 de outubro de 2009. Regulamenta os Artigos 375 e 376 da Lei Complementar nº. 359, de 05 de Dezembro de 2006. **Porta Voz**: Uberaba, MG, p. 44, 16 out. 2009. Disponível em: [http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/plano\\_diretor/arquivos/plano\\_diretor\\_e\\_l\\_egislacao\\_urbanistica/lei\\_plano\\_diretor/lc\\_413/dc\\_780/dc\\_780.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/plano_diretor/arquivos/plano_diretor_e_l_egislacao_urbanistica/lei_plano_diretor/lc_413/dc_780/dc_780.pdf). Acesso em: 20 set. 2019.

UBERABA (Município). Lei Complementar nº 359, de 11 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Uberaba, e dá outras providências. **Porta Voz**: Alterada em 2014. Uberaba, MG, 11 out. 2006. Disponível em: [http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo//plano\\_diretor/arquivos/plano\\_diretor\\_e\\_](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo//plano_diretor/arquivos/plano_diretor_e_)

legislacao\_urbanistica/lei\_plano\_diretor/lc\_359/LEICOMP%20359-06%20CONSOLIDADAcorreto.pdf. Acesso em: 25 out. 2019.

UBERABA (Município). Lei n. 12.909 de 7 de agosto de 2018a. Institui a Política Municipal de Resíduos Sólidos e dá outras providências. **Porta Voz**, Uberaba, MG, 7 ago 2018.

UBERABA (Município). Decreto nº 2885, de 21 de dezembro de 2018b. Autoriza e Transfere à Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas – CODAU a execução dos serviços de Saneamento Básico do município de Uberaba e dá outras providências. **Porta Voz**, Uberaba, MG, 21 dez. 2018. p. 48-49. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br:8080/portal/acervo/portavoz/arquivos/2018/1665%20-%2021-12-2018.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.

UBERABA. Sabrina Alves. Gabinete. **Reciclagem de Sólidos**. 2019. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,47472>. Acesso em: 29 dez. 2020.

VALENZUELA-LEVI, N. Do the rich recycle more? Understanding the link between income inequality and separate waste collection within metropolitan areas. **Journal of Cleaner Production**, 2019a. v. 213.

VALENZUELA-LEVI, N. Factors influencing municipal recycling in the Global South: The case of Chile. **Resources, Conservation and Recycling**, 2019b. v. 150.

VIANA, E. **Classificação de Resíduos Sólidos - Além das Normas I**. Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2387563>. Acesso em: 23 nov. 2018.

VIANA, E. **Coleta Seletiva I - Conceito**. Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2799328>. Acesso em 25 de ago. 2020.

VILHENA, A. **Coleta Seletiva De Lixo**. 2º ed. São Paulo: CEMPRE, 2014.  
WADEHRA, S.; MISHRA, A. Encouraging urban households to segregate the waste they generate: Insights from a field experiment in Delhi, India. **Resources, Conservation and Recycling**, 2018. v. 134.

WAGNER, G; et.al. Sambaquis (shell mounds) of the Brazilian coast. **Quaternary International**, v. 239, n. 1-2, p. 51-60, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2011.03.009>. Acesso em de ago. de 2020.

WANG, H. et al. Key factors influencing public awareness of household solid waste recycling in urban areas of China: A case study. **Resources, Conservation and Recycling**, 2020a. v. 158.

WANG, S. et al. From intention to behavior: Comprehending residents' waste sorting intention and behavior formation process. **Waste Management**, jul. 2020b. v. 113, p.

41–50. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X20302713>. Acesso em 14 de nov. 2020.

WANG, S. et al. Information publicity and resident's waste separation behavior: An empirical study based on the norm activation model. **Waste Management**, 2019. v. 87.

WANG, Z.; DONG, X.; YIN, J. Antecedents of urban residents' separate collection intentions for household solid waste and their willingness to pay: Evidence from China. **Journal of Cleaner Production**, 1 fev. 2018. v. 173, p. 256–264.

WANG, Z. et al. How does information publicity influence residents' behaviour intentions around e-waste recycling? **Resources, Conservation and Recycling**, 1 jun. 2018. v. 133, p. 1–9.

WILLIAMS, P. T. **Waste Treatment and Disposal: Second Edition**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2005.

WILSON, C. D. H.; WILLIAMS, I. D. Kerbside collection: A case study from the North-West of England. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 52, n. 2, p. 381–394, dez. 2007.

XIAO, L. et al. Promoting public participation in household waste management: A survey based method and case study in Xiamen city, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 144, p. 313–322, fev. 2017.

XU, L.; ZHANG, X.; LING, M. Pro-environmental spillover under environmental appeals and monetary incentives: Evidence from an intervention study on household waste separation. **Journal of Environmental Psychology**, 2018. v. 60. .

## APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO

<b>Dados Pessoais</b>	
<b>1. Faixa Etária</b>	
a) Até 19 anos	d) 40 a 49 anos
b) 20 a 29 anos	e) 50 a 59 anos
c) 30 a 39 anos	f) 60 ou mais
<b>2. Faixa Salarial</b>	
a) até 1 salário mínimo (até R\$ 1.039,00).	e) De 5 a 10 salários mínimos (de R\$ 5.195,01 até R\$ 10.390,00).
b) De 1 a 2 salários mínimos (de R\$ 1.039,01 até R\$ 2.078,00).	f) De 10 a 15 salários mínimos (de R\$ 10.390,01 até R\$ 15.585,00).
c) De 2 a 3 salários mínimos (de R\$ 2.078,01 até R\$ 3.117,00).	g) Mais de 15 salários mínimos (mais de R\$ 15.585,01).
d) De 3 a 5 salários mínimos (de R\$ 3.117,01 até R\$ 5.195,00).	
<b>3. Escolaridade</b>	
a) Sem instrução e menos de 1 ano de estudo	
b) Ensino fundamental incompleto ou equivalente	
c) Ensino fundamental completo ou equivalente	
d) Ensino médio incompleto ou equivalente	
e) Ensino médio completo ou equivalente	
f) Ensino superior incompleto ou equivalente	
g) Ensino superior completo ou equivalente	
h) Pós Graduação	
<b>4. Sexo</b>	
( ) Feminino ( ) Masculino ( ) Prefere não informar	
<b>Informações Coleta Seletiva</b>	
<b>5. Tem filhos em idade escolar (a partir de 7 anos)?</b>	
( ) Sim ( ) Não	
<b>6. Se sim, existe educação ambiental na escola?</b>	
( ) Sim ( ) Não ( ) Não sabe informar	
<b>7. Quem é responsável pela gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos em Uberaba?</b>	
( ) Empresa privada ( ) Prefeitura ( ) CODAU ( ) Não sabe informar	
<b>8. Para onde é levado o lixo?</b>	
( ) aterro ( ) lixão ( ) não sabe informar	

9. Sabe o que é coleta seletiva?

Sim  Não

10. Existe alguma iniciativa de coleta seletiva no bairro?

Sim  Não  Não sabe informar

11. Se sim, qual tipo de iniciativa?

Prefeitura  Cooperativa  Catador autônomo

12. Conhece ou já ouviu falar da Cooperu?

Sim  Não

13. Faz algum tipo de separação do lixo na residência?

Sim  Não  Não sabe informar

14. Separaria em três categorias: reciclável, restos de comida – compostável, não recicláveis?

Sim  Não

15. Prefere que os recicláveis (secos e úmidos) sejam coletados:

na porta  Em lugar específico

16. Qual a distância máxima que percorreria para levar os recicláveis (secos e úmidos)?

até 200 m (um quarteirão)  até 400 m (dois quarteirões)  até 600 m (três quarteirões)

17. Qual a frequência coloca o lixo para coleta?

3 vezes por semana  2 vezes por semana  1 vez por semana

18. Qual frequência acredita que colocaria os recicláveis (secos e úmidos) para a coleta?

3 vezes por semana  2 vezes por semana  1 vez por semana

19. Qual desses itens NÃO motiva a participação na coleta seletiva? Marcar o mais importante.

- Falta de espaço físico para armazenar na residência
- Falta local apropriado para dispor depois de separado
- Não tem tempo para separar o lixo
- Falta de resultados dos programas de coleta seletiva

20. Qual desses itens motivaria sua participação?

- Melhoria da qualidade ambiental
- Redução do IPTU
- Descontos em serviços públicos (CODAU, CEMIG)
- Descontos em compras (Supermercados, lojas)
- Presença de coletores específicos para a coleta

21. Concorda com a aplicação de multa para quem não separar ou separar errado?

Sim  Não

## APÊNDICE II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você a participar da pesquisa: Gestão de Resíduos Sólidos: Modelo de Coleta Seletiva Aplicável ao Município de Uberaba - MG, que tem o objetivo de identificar modelo de coleta seletiva aplicável ao município com base nas preferências da população, portanto sua participação é essencial.

Caso você aceite participar desta pesquisa será necessário responder a um questionário de aproximadamente 5 minutos. Caso não queira responder a alguma pergunta, ou queira interromper a participação poderá fazê-lo a qualquer momento, apenas informando ao entrevistador.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa ou questionário pode ser perguntada ao entrevistador a qualquer tempo, e caso seja de interesse, você poderá deixar seu e-mail para receber os resultados.

Sua participação é voluntária, e você não receberá qualquer valor em dinheiro nem terá nenhum gasto para participar. Você não será identificado no estudo, sendo garantido o seu sigilo e privacidade. Você tem direito a requerer indenização diante de eventuais danos que você sofra em decorrência dessa pesquisa.

Contato dos pesquisadores:

Pesquisador(es):

Nome: Prof. Dr. Deusmaque Carneiro Ferreira

E-mail: deusmaque.ferreira@uftm.edu.br

Telefone: (34) 3331-3027

Endereço: Avenida Dr. Randolpho Borges Jr. nº 1250 – Univerdecidade.

Nome: Daiana Souza de Lima

E-mail: sou\_dai@hotmail.com

Telefone: (34) 3331-3027

Endereço: Avenida Dr. Randolpho Borges Jr. nº 1250 – Univerdecidade.

Em caso de dúvida em relação a esse documento, favor entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pelo telefone (34) 3700-6803, ou no endereço Rua Conde Prados, 191, Bairro Nossa Senhora da Abadia – Uberaba – MG – de segunda a sexta-feira, das 08:00 às 11:30 e das 13:00 às 17:30. Os Comitês de Ética em Pesquisa são colegiados criados

para defender os interesses dos participantes de pesquisas, quanto a sua integridade e dignidade, e contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos.

### **CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO**

Eu li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e a quais procedimentos serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro para participar do estudo.