



*Universidade Federal da Paraíba*

*Centro de Tecnologia*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E**

**AMBIENTAL**

**– MESTRADO –**

**PROPOSTA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA  
AVALIAÇÃO DA COLETA SELETIVA DE JOÃO PESSOA-PB.**

*Por*

***Ana Cecília Novaes de Sá***

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para  
obtenção do grau de Mestre*

**João Pessoa – Paraíba**

**Março de 2021**



*Universidade Federal da Paraíba*

*Centro de Tecnologia*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL  
– MESTRADO–**

**PROPOSTA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA  
AVALIAÇÃO DA COLETA SELETIVA DE JOÃO PESSOA-PB.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

**Ana Cecília Novaes de Sá**

**Orientador: Prof. Dra. Claudia Coutinho Nóbrega**

**João Pessoa – Paraíba**

**Março de 2021**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S111p sá, Ana Cecília Novaes de.

Proposta de indicadores de sustentabilidade para  
avaliação da coleta seletiva de João Pessoa-PB / Ana  
Cecília Novaes de sá. - João Pessoa, 2021.

120 f. : il.

Orientação: Claudia Coutinho Nóbrega.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Resíduos recicláveis. 2. Resíduos sólidos urbanos.  
3. Gestão de resíduos. I. Nóbrega, Claudia Coutinho.  
II. Título.

UFPB/BC

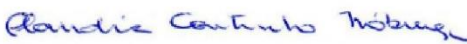
CDU 628.4(043)

**ANA CECÍLIA NOVAES DE SÁ**

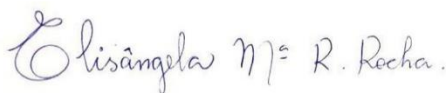
**PROPOSTA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA  
AVALIAÇÃO DA COLETA SELETIVA DE JOÃO PESSOA-PB.**

Dissertação aprovada em 23/03/2021 como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

**BANCA EXAMINADORA:**



**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudia Coutinho Nóbrega – UFPB**  
**Orientadora**



**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisângela Maria Rodrigues Rocha – UFPB**  
**Examinadora Interna**



**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Régia Lúcia Lopes – IFRN**  
**Examinadora Externa**

João Pessoa/PB  
2021

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me abençoar e fortalecer em cada passo da minha vida, me dando coragem para concluir mais um ciclo.

Aos meus pais, Maria da Conceição e Luis Selso, vocês são meu alicerce. Obrigada por todo o legado que me proporcionam de dignidade, força, sabedoria e paciência. Grata por ter vocês comigo e por todo o ensinamento a mim repassado, sem vocês eu nada seria.

À minha irmã, Victória Eduarda, por me incentivar, ajudar e apoiar em todas as decisões da minha vida, você também contribuiu para que chegasse aqui.

À Natanael Batista, por todo o companheirismo, paciência, dedicação e cumplicidade, se fazendo presente e auxiliando em todos os momentos.

À minha orientadora, Claudia Coutinho, por me acolher e confiar no meu trabalho. Grata por todos os ensinamentos, palavras e dedicação ao longo destes dois anos. Feliz em tê-la como preceptora.

Aos amigos que tive o prazer de conhecer nesta jornada, Gracielle, Graziella, Samara, Cindy e Matheus, e que juntos dividimos momentos de alegrias e angústias.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa, possibilitando o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para o meu crescimento. Meu verdadeiro agradecimento.

## RESUMO

Os indicadores de sustentabilidade são ferramentas promissoras na avaliação e monitoramento de um sistema, sendo capazes de fornecer informações que possibilitam a identificação dos avanços e retrocessos. Nesse sentido, o presente estudo buscou analisar o desempenho do programa de coleta seletiva da cidade de João Pessoa-PB, por meio de indicadores de sustentabilidade. Vinte e oito (28) indicadores foram previamente selecionados na etapa de revisão bibliográfica e 4 indicadores foram construídos, totalizando 32 indicadores que foram agrupadas nas seguintes dimensões: política/institucional, econômica, social, ambiental, saúde e segurança do catador e desastres, epidemias e pandemias. A matriz preliminar seguiu para validação pelo Método Delphi, em que duas rodadas foram estabelecidas com o intuito de reduzir incertezas e determinar os indicadores mais relevantes para o estudo. Nestas etapas os especialistas avaliaram o grau de importância dos indicadores, por meio da escala Likert de 5 pontos, e a concordância com as gradações estabelecidas para cada tendência à sustentabilidade. Posteriormente, a matriz final foi aplicada ao programa de coleta seletiva de João Pessoa-PB, para determinação do Grau de Sustentabilidade (GS). A etapa de validação resultou em 24 indicadores finais, sendo 7 políticos/institucional, 3 econômicos, 3 sociais, 4 ambientais, 2 da saúde e segurança do catador e 5 da dimensão desastres, epidemias e pandemias. O grau de sustentabilidade encontrado para o sistema foi de 3,7 indicando baixa sustentabilidade do programa. Os resultados mostram que a coleta seletiva do município é vulnerável no aspecto ambiental, social e econômico, e que as principais lacunas existentes estão relacionadas à problemas de ordem operacional, estrutural, organizacional e de percepção ambiental da população. Apesar do progresso gradual do programa, investimentos devem ser feitos para promover a sustentabilidade do sistema. Desta forma, recomenda-se que os indicadores sejam utilizados continuamente pelos gestores e governantes como instrumento de identificação e controle dos principais fatores que afetam a eficiência da coleta seletiva no município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Resíduos. Resíduos Sólidos Urbanos. Resíduos Recicláveis.

## **ABSTRACT**

Sustainability indicators are promising tools for assessing and monitoring a system, being able to provide information that makes it possible to identify progress and setbacks. In this sense, the present study sought to analyze the performance of the selective collection program in the city of João Pessoa-PB, through sustainability indicators. Twenty-eight (28) indicators were previously selected in the bibliographic review stage and 4 indicators were built, totaling 32 indicators that were grouped in the following dimensions: political / institutional, economic, social, environmental, picker's health and safety and disasters, epidemics and pandemics. The preliminary matrix followed for validation by the Delphi Method, in which two rounds were established in order to reduce uncertainties and determine the most relevant indicators for the study. In these steps, the experts assessed the degree of importance of the indicators, using the 5-point Likert scale, and the agreement with the gradations established for each trend towards sustainability. Subsequently, the final matrix was applied to the selective collection program of João Pessoa-PB, to determine the Degree of Sustainability (GS). The validation step resulted in 24 final indicators, 7 of which were political / institutional, 3 economic, 3 social, 4 environmental, 2 of the health and safety of the collector and 5 of the dimension disasters, epidemics and pandemics. The degree of sustainability found for the system was 3.7, indicating low sustainability of the program. The results show that the selective collection of the municipality is vulnerable in the environmental, social and economic aspect, and that the main existing gaps are related to problems of operational, structural, organizational and environmental perception of the population. Despite the gradual progress of the program, investments must be made to promote the sustainability of the system. Thus, it is recommended that the indicators be used continuously by managers and government officials as an instrument to identify and control the main factors that affect the efficiency of selective collection in the municipality.

**KEYWORDS:** Waste Management. Urban Solid Waste. Recyclable Waste.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
2.1 GERAL .....	16
2.2 ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	17
3.2 ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	19
3.3 COLETA SELETIVA .....	23
3.4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE .....	28
3.5 MÉTODO DELPHI COMO FERRAMENTA PARA VALIDAR INDICADORES .....	35
<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO .....	37
4.2 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	37
4.3 SELEÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE .....	38
4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI PARA VALIDAÇÃO DA MATRIZ DE INDICADORES .....	39
4.4.1 Construção da Matriz de Indicadores .....	39
4.4.2 Método Delphi .....	40
4.5 VALIDAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA DE JOÃO PESSOA - PB .....	42
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
5.1 INDICADORES SELECIONADOS .....	45
5.1.1 Dimensão Política/Institucional .....	46
5.1.2 Dimensão Econômica .....	47
5.1.3 Dimensão Social .....	47
5.1.4 Dimensão Ambiental .....	48
5.1.5 Dimensão Saúde .....	49
5.1.6 Dimensão COVID-19 .....	50
5.2 VALIDAÇÃO DOS INDICADORES PELO MÉTODO DELPHI .....	51



5.2.1 Perfil dos Participantes .....	51
5.2.2 Primeira Rodada do Método Delphi .....	53
5.2.3 Segunda Rodada do Método Delphi .....	63
5.3 MATRIZ DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA COLETA SELETIVA ..	69
5.4 VALIDAÇÃO DA MATRIZ DE INDICADORES NO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA .....	75
5.4.1 Coleta seletiva da cidade de João Pessoa-PB .....	75
5.4.2 Validação da Matriz de Indicadores .....	78
5.4.2.1 Indicador 01 - Instrumentos Legais na Relação da Prefeitura com Prestadores de Serviço de Coleta Seletiva .....	78
5.4.2.2 Indicador 02 – Existência de Parcerias .....	78
5.4.2.3 Indicador 03 – Cobertura do Serviço.....	79
5.4.2.4 Indicador 04 – Adesão da População .....	79
5.4.2.5 ..... Indicador 05 – Programas de Educação e Divulgação	80
5.4.2.6 ..... Indicador 06 – Realização de Capacitações	81
5.4.2.7 ..... Indicador 07 – Catadores Associados Capacitados	81
5.4.2.8 Indicador 08 – Custo do Programa de Coleta Seletiva em Relação a Massa Coletada Seletivamente .....	82
5.4.2.9 Indicador 09 – Percentual do Orçamento Municipal Destinado aos Serviços de Coleta Seletiva.....	83
5.4.2.10 Indicador 10 – Existência da Taxa de Coleta de Resíduos (TCR) e Percentual Concedido para a Coleta Seletiva .....	83
5.4.2.11 Indicador 11 - Renda Média Mensal dos Catadores Associados nos Núcleos de Coleta Seletiva.....	84
5.4.2.12 Indicador 12 - Catadores Associados que Atuam nos Núcleos de Coleta Seletiva .....	84
5.4.2.13 – Indicador 13 – Condições de Trabalho.....	85
5.4.2.14 Indicador 14 - Massa Per Capita Coletada Seletivamente .....	86
5.4.2.15 Indicador 15 – Taxa de Rejeitos.....	87
5.4.2.16 Indicador 16 – Taxa de Recuperação de Recicláveis.....	87
5.4.2.17 Indicador 17 - Percentual de Recicláveis Vendidos Diretamente para Indústrias e/ou Empresas .....	88

5.4.2.18 Indicador 18 – Catadores com Vacinação em Dia e Exames Periódicos de Saúde .....	88
5.4.2.19 Indicador 19 – Tipo de Riscos Existentes para os Catadores nas Associações.....	88
5.4.2.20 Indicador 20 – Treinamento e Capacitações em Períodos de Desastres/Epidemias/Pandemias.....	89
5.4.2.21 Indicador 21 – Auxílio aos Catadores.....	90
5.4.2.22 Indicador 22 - Campanhas de Divulgação para Orientar a População Acerca do Manejo dos Resíduos Sólidos Durante Períodos de Desastres/Epidemias/Pandemias .....	90
5.4.2.23 Indicador 23 – Percentual dos Catadores Afastados por Covid-19 .....	91
5.4.2.24 Indicador 24 - Readequação do Local de Trabalho e Fornecimento de Materiais de Prevenção em Situações de Desastres/Epidemias/Pandemias .....	91
5.5 GRAU DE SUSTENTABILIDADE DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA.....	91
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>119</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hierarquização do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos .....	22
Figura 2 - Radar da Sustentabilidade Proposto por Besen .....	33
Figura 3 - Mapa de Localização do Município de João Pessoa, Paraíba.....	38
Figura 4 – Descrição Metodológica das Rodadas do Método Delphi .....	42
Figura 5 - Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade de João Pessoa, Paraíba . .....	76
Figura 6 - Rota tecnológica dos Resíduos Sólidos de João Pessoa-PB .....	77
Figura 7 - Condições de Trabalho dos Catadores em um dos Núcleos de Coleta Seletiva (Núcleo Bessa) .....	86
Figura 8 - Materiais Elaborados para a Campanha de Conscientização da População Pessoense .....	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grau de Sustentabilidade de Acordo com as Faixas de Classificação .....	44
Tabela 2 - Massa Recuperada Per Capita para as Regiões do País . ....	49
Tabela 3 – Informações Gerais dos Especialistas Participantes da Rodada Delphi .....	52
Tabela 4 – Resultado da Primeira Rodada do Método Delphi para as Dimensões de Sustentabilidade.....	56
Tabela 5 - Resultados da Segunda Rodada do Método Delphi .....	65
Tabela 6 - Custos Diretos com a Coleta Seletiva no ano de 2018 .....	82
Tabela 7 - Custo com a Coleta Seletiva em Relação à Massa Coletada Seletivamente na Cidade de João Pessoa-PB. ....	83
Tabela 8 - Arrecadação dos Núcleos de Coleta Seletiva com a Venda de Recicláveis no Ano de 2018 .....	84
Tabela 9 - Quantitativo dos Materiais Coletados e Comercializados pelos Núcleos de Coleta Seletiva do Município no ano de 2015 .....	87

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Leis Municipais de João Pessoa-PB Relacionadas à Gestão de Resíduos Sólidos .....	23
Quadro 2 - Indicadores de Coleta Seletiva Propostos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS .....	30
Quadro 3 - Estudos que Abordam Indicadores Voltados para Análise de Programas de Coleta Seletiva .....	31
Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Propostos por Besen .....	32
Quadro 5 - Classificação do Nível de Sustentabilidade .....	34
Quadro 6 - Indicadores Socioeconômicos Propostos por Campani, Wartchow e Santos .....	34
Quadro 7 - Estrutura da Matriz de Indicadores de Sustentabilidade .....	39
Quadro 8 - Pontuação estabelecida para cada Tendência da Sustentabilidade .....	43
Quadro 9 - Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Política/Institucional.....	46
Quadro 10 - Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Econômica .....	47
Quadro 11- Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Social .....	48
Quadro 12 - Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Ambiental .....	49
Quadro 13 – Indicadores da Dimensão Saúde .....	50
Quadro 14 – Indicadores da Dimensão COVID-19.....	51
Quadro 15 - Indicadores de Sustentabilidade Excluídos Após Primeira Rodada do Método Delphi .....	59
Quadro 16 - Modificações Realizadas nos Indicadores Após Primeira Rodada do Método Delphi .....	60
Quadro 17 - Indicadores Incluídos Após Sugestões dos Especialistas.....	62
Quadro 18 - Alterações Realizadas Após a Segunda Rodada do Método Delphi.....	68
Quadro 19 - Quantidade de Indicadores Iniciais, Modificados, Excluídos e Incluídos, após Sugestões dos Participantes. ....	69
Quadro 20 - Matriz de Indicadores de Sustentabilidade da Coleta Seletiva .....	71
Quadro 21 - Associações de Catadores e Respective Nucleos de Coleta Seletiva da Cidade de João Pessoa-PB .....	78
Quadro 22 - Projetos de Educação Ambiental da Coleta Seletiva do Município de João Pessoa-PB .....	80

Quadro 23 - Condições de Trabalho Desejáveis nas Associações .....	85
Quadro 24 – Resultado dos Indicadores de Sustentabilidade.....	92
Quadro 25 - Grau de Sustentabilidade por Dimensão do Programa de Coleta Seletiva .....	94
Quadro 26 - Resultados dos Indicadores da Dimensão Desastres, Epidemias e Pandemias ....	94

## 1 INTRODUÇÃO

A interação de fatores como crescimento populacional, economia emergente (MADDEN et al., 2019), modelo de produção linear e a obsolescência dos objetos (HUANG et al., 2020) contribuem para a geração de resíduos sólidos urbanos - RSU, que somados à heterogeneidade destes, têm tornado a gestão desafiadora.

Nessa perspectiva, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece metas para alcançar uma gestão integrada, reduzir a geração e oferecer um direcionamento ambientalmente adequado e eficiente para os resíduos sólidos. Além disso, institui instrumentos que promovem a valorização dos resíduos, conferindo-os novas formas de uso e aproveitamento destes materiais no processo produtivo.

A referida Lei reconhece o resíduo reutilizável e reciclável como um bem detentor de valor econômico e social, capaz de promover trabalho, renda e cidadania; e determina como hierarquia para a gestão de resíduos a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada para os rejeitos (BRASIL, 2010). Dessa forma, umas das alternativas que viabiliza o reaproveitamento e transformação dos resíduos sólidos é a coleta seletiva, que deve promover a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

A coleta seletiva no Brasil é uma atividade determinada pela PNRS, como parte de seu instrumento. A Lei nº 12.305/2010 institui a responsabilidade dos municípios em adotar e implantar os programas de coleta seletiva em parceria com cooperativas/associações de catadores (BRASIL, 2010), como uma das alternativas para minimizar a problemática dos resíduos sólidos, através da recuperação de recursos (SIMAN et al., 2020). Para garantir a efetividade desses sistemas, devem existir incentivos financeiros e parcerias com empresas e instituições do setor público e privado.

De acordo com dados do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), em 2018, apenas 1227 municípios contavam com programas pontuais de coleta seletiva, correspondendo a 22% dos municípios brasileiros. As regiões Sudeste e Sul, apresentaram os maiores números de cidades operando estes sistemas, 416 e 337, respectivamente. No Nordeste, apenas 97 municípios dispõem desses programas (CEMPRE, 2018).

Todavia, ainda existem entraves importantes que desafiam a expansão e efetividade da coleta seletiva no Brasil, principalmente de natureza técnica, estrutural e econômica. A ausência de dados também é um fator que dificulta o sucesso dos programas. As informações fornecidas

a respeito da natureza destes serviços servem como base para avaliação e monitoramento do progresso das atividades desempenhadas, e a sua ausência dificulta a construção de estatísticas e o delineamento de estratégias de gerenciamento.

Dessa forma, os indicadores de sustentabilidade são ferramentas promissoras na análise da gestão de resíduos e devem ser integrados no processo organizacional dos programas de coleta seletiva. Estes instrumentos são determinados pela PNRS como parte do conteúdo mínimo dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Os indicadores permitem estruturar informações sobre as tendências de um sistema (SILVA; PRIETTO; KORF, 2019), apontando os aspectos que afetam a performance do mesmo. Quando possuem dados confiáveis, estas ferramentas tornam-se representativas, flexíveis e de fácil interpretação (SOUSA; FERREIRA; BRAÑA, et al., 2019), servindo para diversos fins que vão desde a gestão, processos regulatórios e elaboração de ações.

Diante da demanda por informações confiáveis a respeito do programa de coleta seletiva e visando superar problemas relacionados à gestão, o estudo propõe a utilização de indicadores como um mecanismo de análise da sustentabilidade do sistema, vislumbrando identificar as lacunas existentes para que os gestores alinhem ações que representem as verdadeiras necessidades do programa. Os indicadores propostos neste estudo analisam aspectos políticos/institucionais, econômicos, ambientais, sociais e de saúde do programa de coleta seletiva do município de João Pessoa, Paraíba.

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos, onde o primeiro refere-se à introdução, que relata uma breve discussão do tema estudado. O segundo capítulo apresenta o objetivo geral e específicos a serem atingidos. Já o terceiro capítulo aborda o referencial teórico, tratando de temas relevantes referentes à Gestão de Resíduos Sólidos com ênfase na Coleta Seletiva, Arcabouço Legal e Indicadores de Sustentabilidade.

O quarto capítulo detalha a metodologia seguida no trabalho. O quinto expõe os resultados da pesquisa, onde é proposta uma matriz para o levantamento de indicadores para avaliação da coleta seletiva e, posteriormente, determinado o grau de sustentabilidade do programa. No último capítulo são relatadas as conclusões e recomendações do trabalho, seguido pelas referências bibliográficas, apêndices e anexo.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Avaliar o desempenho do programa de coleta seletiva da cidade de João Pessoa – PB, por meio de indicadores de sustentabilidade entre os anos de 2018 e 2019.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- a) Realizar o levantamento, seleção e adaptação dos indicadores mais relevantes para análise do programa de coleta seletiva.
- b) Validar os indicadores a partir do Método Delphi.
- c) Construir uma matriz de indicadores de sustentabilidade com base na etapa de validação.
- d) Aplicar a matriz de indicadores e avaliar o índice de sustentabilidade do programa de coleta seletiva de João Pessoa-PB.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A Norma Brasileira (NBR) 10004/2004 criada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), determina os critérios sobre a classificação dos resíduos sólidos em função dos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, e conceitua os resíduos sólidos da seguinte forma:

“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” (ABNT, 2004, p. 1).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Nº 12.305/2010, no 3º artigo, inciso XVI define os resíduos sólidos e os diferencia de rejeitos:

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

Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Dessa forma, infere-se que resíduo é todo material dotado de valor econômico que pode ser recuperado, transformado e reinserido na cadeia produtiva, isto implica dizer que existe infraestrutura, rota tecnológica e condições para a realização desta atividade. Enquanto rejeito é tudo aquilo que não pode ser modificado e reinserido no ciclo produtivo, gerando custos com a destinação final.

Os resíduos são resultantes de diversos serviços e atividades humanas, apresentando variações qualitativas e quantitativas (LIMA, 2017), a depender da fonte geradora. Desse modo, podem ser derivados de domicílios, serviços de limpeza urbana, estabelecimentos comerciais e

prestadores de serviços, indústrias, serviços de saúde, construção civil, agrossilvopastoris, serviços de transportes, mineração e outros (BRASIL, 2010).

De forma mais abrangente, os resíduos sólidos urbanos – RSU - foram definidos por Slomski et al. (2020), p. 4, como “um conjunto complexo de resíduos sólidos gerados em residências e estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, bem como aqueles resultantes de atividades de limpeza (varrição, capina, poda) de vias e locais públicos”.

Diante da diversidade de resíduos gerados nos estabelecimentos, a NBR 10004/2004 classifica os resíduos em função da periculosidade. Esta especificação é indispensável no processo de gerenciamento, dado que alguns resíduos devem ser manejados de forma diferenciada, em razão das características e riscos que oferecem. Os resíduos sólidos são classificados como:

- i) Resíduos classe I – Perigosos: aqueles que manifestam riscos potenciais à saúde humana ou meio ambiente em razão das características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade.
- ii) Resíduos classe II – Não perigosos: aqueles que não apresentam características descritas no item i. Estes são subclassificados em:

Resíduos classe II A - Não inertes: aqueles que não apresentam propriedades mencionadas nos itens i e b, entretanto, apresentam propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos classe II B –Inertes: aqueles que quando submetidos à contato com a água e temperatura ambiente, não sofrem alterações químicas, físicas ou biológicas nas suas características. As únicas modificações visíveis são no aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Os RSU são classificados em úmidos e secos. Os resíduos úmidos ou orgânicos são a parcela degradável, como restos de alimentos e resíduos de podas, enquanto os resíduos secos são os inertes, não perigosos, que podem ser aproveitados ou transformados por meio da reciclagem, como plástico, papel, papelão e metais (OLIVEIRA, 2020).

O processo acelerado de urbanização associado ao modelo atual de produção e consumo têm contribuído maciçamente para a geração de resíduos sólidos, tornando a gestão complexa e desafiadora (MUCHINSKI; PEREIRA, 2018, RATHORE, SARMAH, 2020). De acordo com levantamento realizado pelo World Bank (2018), no ano de 2016, a geração

mundial de resíduos sólidos foi cerca de 2,01 bilhões de toneladas, e estima-se que até 2050 este valor aumente para 3,40 bilhões de toneladas, o que corresponde a mais da metade do quantitativo gerado em 2016.

Ding et al. (2021) realizaram uma análise da gestão de resíduos sólidos de oito regiões costeiras da China, e constaram uma tendência de crescimento na geração de resíduos sólidos no país. Os autores afirmam que, para compensar o aumento na produção de resíduos o governo investe em medidas eficientes de tratamento como aterro sanitário, incineração e compostagem, em contrapartida, o sistema de coleta seletiva precisa ser bem delineado e implantado, pois apresenta dificuldades principalmente na etapa de segregação.

De acordo com Khoshbeen, Logan e Visvanathan (2020), o Afeganistão apresenta problemas na gestão de resíduos, principalmente em decorrência do crescimento acelerado da população. Os autores relatam que dos resíduos gerados, há um desperdício de 45% dos orgânicos, 20,3% de papel e 17,4% de plástico; e mesmo com a existência da coleta seletiva, apenas 7 a 10% do total gerado é coletado pelo sistema.

Com população superior a 208 milhões de habitantes, no ano de 2018 (IBGE, 2018), o Brasil gerou um quantitativo anual de aproximadamente 62,78 milhões de toneladas de resíduos sólidos (SNIS, 2018). O crescimento contínuo da geração de resíduos no país está associado a diversos fatores como crescimento populacional, hábitos de consumo, nível de renda e escolaridade (UMUNNAKWE; EKWEOZOR; UMUNNAKWE, 2019).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza - ABRELPE (2018), do volume gerado no ano de 2018, 92% foram coletados. Deste montante, 6,3 milhões de toneladas não foram recolhidos, sendo descartados em locais desconhecidos, por outro lado, 59,5% do coletado foram destinados aos aterros sanitários, enquanto 40,5% seguiram para lixões e aterros controlados, ressaltando que aterros controlados, de acordo com a PNRS, não são práticas de disposição final ambientalmente adequada. Em relação aos recicláveis, 1,7 milhão de toneladas foi recolhido (SNIS, 2018), representando uma taxa ínfima quando comparado ao total gerado.

### **3.2 ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Com a expansão dos municípios brasileiros, o manejo de resíduos sólidos tornou-se um dos eixos mais carentes do saneamento básico (RATHORE; SARMAH, 2020), implicando na

não equidade da distribuição dos serviços e na ausência de infraestrutura para corresponder às demandas necessárias. Diante desta realidade, surgiram diversos aparatos legais que regulamentam e orientam a gestão integrada dos resíduos sólidos, visando à redução da geração e o direcionamento ambientalmente adequado e eficiente para os resíduos sólidos (RIBEIRO, 2012).

A Lei Nº 11.445/2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, na qual garante a prestação dos serviços de saneamento e trata sobre as exigências acerca do abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais (BRASIL, 2007). Na perspectiva dos resíduos sólidos, a Lei aborda aspectos pontuais referentes aos procedimentos que abrangem esta atividade, envolvendo aspectos econômicos e sociais (TAVARES et al., 2019).

Os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são definidos como um conjunto de atividades que envolvem a coleta, transporte, tratamento e destinação final do lixo doméstico e de varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL, 2007). A referida Lei determina que em situações pertinentes, a cobrança de taxas ou tarifas deve ser aplicada como um instrumento que visa garantir a sustentabilidade financeira destas atividades.

Apesar das discussões relevantes acerca dos resíduos sólidos levantadas pela Lei Nº 11.445/2007, a abordagem ocorre de maneira limitada, restringindo-se aos resíduos domiciliares e de serviços de limpeza pública, como varrição. Dessa forma, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Nº 12.305/2010, como o principal instrumento legal regulador da gestão de resíduos sólidos. Este documento pode ser considerado um marco para a gestão dos resíduos no Brasil (OLIVEIRA; FILHO; MENDES, 2019).

A Lei supracitada detém de um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, planos, metas e estratégias para o cumprimento e efetividade da gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010a). A expressão “integrada” concerne ao conjunto de atividades operacionais, financeiras e de planejamento que devem ocorrer de maneira combinada, contribuindo para a robustez das ações de gestão (SOARES; MADUREIRA, 2018).

O sistema integrado de gestão de resíduos promove a atuação de diversos eixos estruturais, com o intuito de fortalecer e efetivar as atividades e procedimentos propostos pela PNRS. Por esta razão, o processo deve ocorrer considerando as dimensões política, econômica (em termos de viabilidade financeira), ambiental (respeitando os fundamentos da proteção

ambiental e visando a redução dos impactos ambientais), cultural e social (associados à população assistida e aos trabalhadores envolvidos no processo).

A gestão de resíduos é um sistema amplo que requer a participação de toda a comunidade civil, e para seu fortalecimento, é fundamental o comprometimento do poder público, setor privado e sociedade (ALFAIA; COSTA; CAMPOS, 2017). Os gestores públicos em acordo com o setor privado são responsáveis por ações que englobam o gerenciamento de resíduos sólidos, fixadas pela PNRS (LIMA, 2017). As competências atribuídas aos cidadãos são de disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos para coleta, todavia, vale ressaltar a importância das ações de educação ambiental voltadas para a população como uma das alternativas de conscientização para a redução da geração e reaproveitamento dos materiais.

Paralelamente, a PNRS trata dos aspectos relacionados à redução da geração de resíduos, incentivando atividades de reciclagem, inclusão social de catadores, disposição final adequada dos resíduos – estabelecendo também o fim dos lixões -, bem como ações relativas à responsabilidade compartilhada e o envolvimento de diferentes órgãos na participação da construção de estratégias para a gestão dos resíduos (BRASIL, 2010a; PALERMO; GOMES, 2017).

Dos objetivos propostos pela PNRS, destaca-se a hierarquia de prioridade para o gerenciamento de resíduos sólidos (Figura 1). Para Nouril, Sabour e GhanbarzadehLak (2018) a ordem de prioridade oferece opções do que será feito com os resíduos, levando em consideração a melhor opção para o meio ambiente. A prioridade máxima da gestão é a não geração e redução, como medidas preventivas de preservação dos recursos naturais; em seguida propõe-se a reutilização e a reciclagem, estes são conhecidos como o princípio dos 3R - reduzir, reutilizar e reciclar - (RICHTER, 2014). Esta dinâmica tem como objetivo preservar os recursos naturais, diminuir o volume de materiais encaminhados aos aterros sanitários e minimizar os impactos ambientais provocados pela geração e destinação inadequada.

O princípio dos 3R considera uma das formas de aproveitamento dos resíduos que é a reciclagem. A Lei N° 12.305/2010 determina que os resíduos sólidos recicláveis são bens dotados de valor econômico, gerador de trabalho e renda, que podem ser reintroduzidos na cadeia produtiva como matéria prima secundária (BRASIL, 2010a).

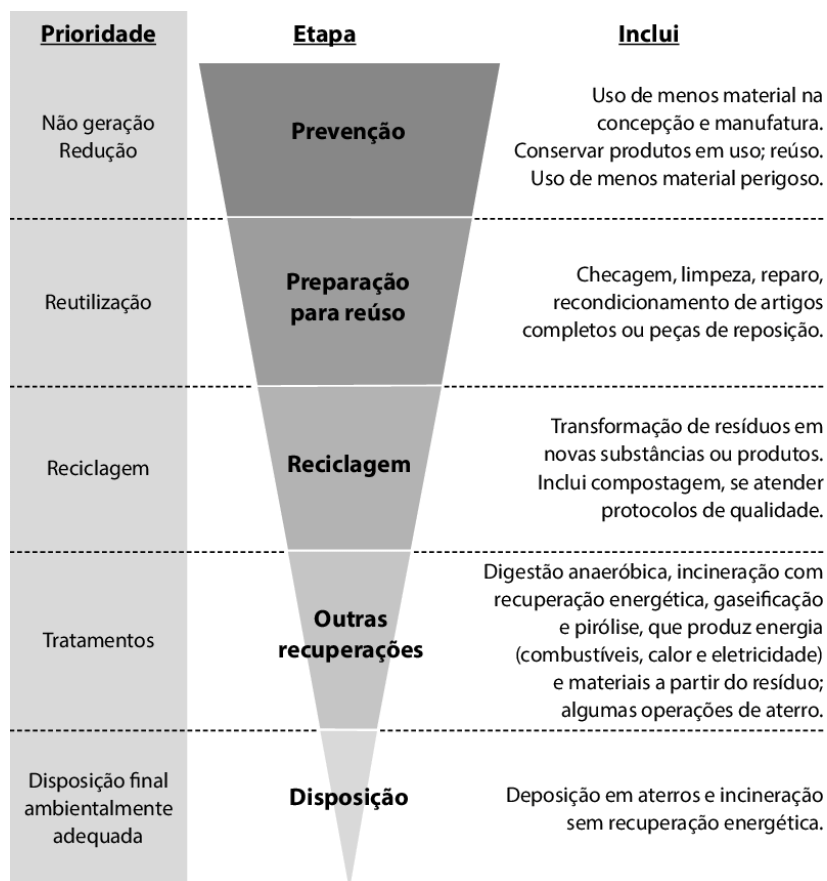


Figura 1 - Hierarquização do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos  
(Fonte: Palermo e Gomes, 2017).

Considerando a esfera Estadual, o Estado da Paraíba dispõe de um arcabouço legal abrangente no que tange a gestão de resíduos sólidos, todavia, duas leis relevantes são mencionadas. A Lei Nº 10.187/2013 estabelece a responsabilidade às empresas responsáveis por produzir, distribuir e envasar garrafas PET ou plásticos em geral, situadas na Paraíba, de implantar e manter sistemas de reciclagem, reutilização ou reaproveitamento dos materiais, com o princípio de reduzir os impactos ambientais decorrentes da destinação inadequada (PARAÍBA, 2013).

Com vistas ao benefício do catador de materiais recicláveis, a Lei Nº 9.293/2010 define o Programa de Beneficiamento de Associações e Cooperativas dos Catadores de Materiais Recicláveis da Paraíba, com a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da Administração Pública Estadual, direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação aos catadores de materiais recicláveis organizados em cooperativas e associações (PARAÍBA, 2010). É importante perceber que o Estado se preocupa com as questões sociais relacionadas aos catadores de recicláveis, viabilizando esta atividade por meio do

estabelecimento de Leis, que no contexto, incentivam melhorias nas condições de trabalho (MAIA et al., 2015).

Em relação à legislação municipal, a cidade de João Pessoa-PB possui uma diversidade de leis que tratam do tema (Quadro 1). O Decreto Nº 8886/2016 institui a Política Municipal de Resíduos Sólidos do Município de João Pessoa, que alinha diretrizes, objetivos, instrumentos, voltados para a gestão e gerenciamento dos resíduos. Dos objetivos presentes no documento, destacam-se o de garantir a inclusão social no programa de coleta seletiva, assegurando a participação de cooperativas e associações de catadores; e o de conscientizar e promover a participação da população na coleta seletiva, este último pode ser alcançado por meio de ações de educação ambiental (JOÃO PESSOA, 2016).

Como uma forma de promover o incentivo financeiro dos catadores, foi determinada a Lei municipal Nº 12.412/2012 que institui o Programa Bolsa Verde. Este programa reconhece a relevância do catador na promoção à sustentabilidade ambiental, fornecendo subsídios para o exercício da função (JOÃO PESSOA, 2012).

Quadro 1 – Leis Municipais de João Pessoa-PB Relacionadas à Gestão de Resíduos Sólidos  
(Fonte: Elaborado pela autora, 2021).

<b>Lei</b>	<b>Descrição</b>
Lei Nº 8204/1996	Cria no Município de João Pessoa, Estado da Paraíba, programa de coleta e reciclagem de lixo e dá outras providências.
Lei Nº 9906/2003	Autoriza o Executivo a instituir no Município de João Pessoa a campanha de conscientização da população para coleta seletiva de lixo, e adota outras providências.
Lei Nº 10.712/2006	Implanta a coleta seletiva de lixo nas escolas públicas do município, e dá outras providências.
Lei Nº 11.104/2007	Implanta a coleta seletiva de lixo em todas as Repartições Públicas da Administração Direta e Indireta e em todas as Autarquias e Empresas Públicas do Município de João Pessoa/PB.
Lei Nº 12.957/2014	Dispõe sobre o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no Município de João Pessoa e aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.
Lei Nº 13.122/2015	Dispõe sobre o descarte de embalagens recicláveis em todos os pontos comerciais na cidade de João Pessoa, e dá outras providências.

### 3.3 COLETA SELETIVA

Coleta seletiva é uma atividade que consiste no recolhimento dos resíduos previamente separados na fonte geradora (BRASIL, 2010a), em seco (plástico, papel, metal e vidro) e úmido



(restos de alimento, vegetais). Esta atividade contribui para a redução dos impactos ambientais causados pelo gerenciamento inadequado, melhora a gestão de resíduos e fortalece a economia.

De acordo com Conke (2015), o sistema de coleta seletiva é composto pelas fases de separação dos resíduos, de acordo com a composição; acondicionamento adequado, que reduz a heterogeneidade dos resíduos e otimiza o trabalho dos catadores; coleta (pode ocorrer por meio de três vias) e encaminhamento dos resíduos para as centrais de triagem (resíduos potencialmente recicláveis) ou compostagem (resíduos orgânicos), e por fim, a destinação final, no caso dos resíduos recicláveis ocorrerá a comercialização, e os rejeitos serão encaminhados ao aterro sanitário.

A coleta seletiva pode ser realizada de três formas principais: coleta porta a porta, ponto de entrega voluntária (PEVs) e pelos catadores de materiais recicláveis. O sistema de coleta porta a porta é amplamente adotado pelos programas de coleta seletiva e baseia-se na separação dos resíduos nas residências, geralmente em recicláveis (seco) e orgânicos (úmido) e, posteriormente, são disponibilizados para coleta nos dias e horários pré-estabelecidos (CALABRÒ, SATIRA, 2020). Esta modalidade facilita a adesão e participação da população no processo de segregação dos resíduos, melhorando a qualidade do material que será reciclado (LAURIERI et al., 2020).

Bernardo e Lima (2015) definem Posto de Entrega Voluntário - PEVs - como pontos de coleta de resíduos, composto por um conjunto de containers, caçambas ou lixeiras diferenciadas por cores, que correspondem ao tipo de material que será coletado. Ainda de acordo com os autores, estas lixeiras são implantadas em locais estratégicos, que apresentam boa visibilidade, fácil acesso e grande circulação de pessoas. Diferente da modalidade porta a porta, que permite maior comodidade à população, os PEVs demandam que o gerador se dirija aos pontos de coleta para descartar os materiais.

A coloração estabelecida para identificação dos coletores é definida pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiental – CONAMA Nº 275/2001. Recomenda-se a utilização do código de cores para programas de coleta seletiva implantados pelas empresas privadas, organizações não governamentais (ONGs), escolas, igrejas, cooperativas e demais entidades (BRASIL, 2001). As cores mais recorrentes são azul (papel/papelão), vermelho (plástico), verde (vidro) e amarelo (metal).

A terceira forma de coleta é realizada por catadores de materiais recicláveis, sejam autônomos ou associados. Nesta modalidade, os materiais dispostos em vias públicas,

provenientes de residências, estabelecimentos comerciais ou outros serviços são recolhidos pelos catadores (MIRANDA; MATTOS, 2018). No Brasil, a coleta seletiva é realizada majoritariamente por catadores (BISPO et al., 2017). Esta classe atua diretamente na cadeia de reciclagem (FIDELIS et al., 2020), agregando valor aos resíduos sólidos por meio da coleta, processamento e comercialização dos materiais potencialmente recicláveis (FIDELIS; COLMENERO, 2018). A prática também contribui para o resgate da cidadania, geração de renda e redução de despesas com coleta e separação.

Com o intuito de consolidar as atividades desempenhadas pelos catadores, uma série de regulamentos, normas e decretos entraram em vigor, contemplando questões relacionadas à função dos catadores de materiais recicláveis. A Portaria Nº 397/2002, da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), reconhece a profissão de “Catador de Material Reciclável” e descrevem o profissional como àqueles que coletam, separam e comercializam materiais recicláveis.

Neste viés, também foram criados aparatos legislativos com o intuito de viabilizar o engajamento da categoria de acordo com os instrumentos propostos pela PNRS (ANCAT, 2018), tais como o decreto Nº 7.404/2010 que regulamenta a Lei Nº 12.305/2010 e o Nº 7.404/2010 que institui o programa pró-catador.

O Decreto Nº 7.404/2010 define no Art. 44 as políticas públicas direcionadas aos catadores como: “a possibilidade de dispensa de licitação (...) para contratação de cooperativas de materiais recicláveis; o estímulo a capacitações (...) e ao fortalecimento institucional (...) e; melhoria das condições de trabalho dos catadores” (BRASIL, 2010b).

O programa Pró-Catador instituído pelo Decreto Nº 7.405/2010, tem como finalidade integrar ações de apoio propostas pelo Governo Federal à organização de catadores, bem como estabelecer melhoria das condições de trabalho, bem como a ampliação das possibilidades de inclusão social e econômica para a efetividade da coleta seletiva (BRASIL, 2010c).

Dentre os objetivos do programa pró-catador, destacam-se as capacitações e formações de assessorias técnicas; realização de pesquisas para estruturar ações relativas à gestão compartilhada; aquisição de equipamentos que possam ser utilizados como instrumento nas atividades de coleta seletiva, reutilização, beneficiamento e reciclagem; implantação de infraestrutura física adequada para o desenvolvimento das incumbências e outros (BRASIL, 2010c). Todos esses objetivos devem ser estruturados buscando fortalecer e consolidar o sistema de gestão e as atividades desempenhadas pelos catadores.

Na busca por identificar as variáveis que influenciam a produção per capita, coleta seletiva e custos dos resíduos sólidos urbanos, Fasano et al. (2021) realizaram um estudo em Apúlia, região sudeste da Itália, em 257 municípios, em uma escala temporal de dados de 2008 a 2018. Os autores apontaram a redução de 24,3% na produção anual de resíduos per capita, variando de 467,2 kg a 516,9 kg, além disso, constataram um crescimento na taxa da coleta seletiva, uma vez que o volume abordado foi quadruplicado, passando de 12,4% do volume gerado em 2008, para 51,4% no ano de 2018. Diante de valores tão expressivos, foi observada a influência da coleta seletiva na modalidade porta a porta, havendo o aumento de 3,2% para 18,8%.

Ferronato et al. (2020) avaliaram os cenários da coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos em uma cidade boliviana. No estudo, foram apontadas as dificuldades econômicas do sistema, como baixa disponibilidade de aporte científico, apoio financeiro e a atuação do setor de reciclagem informal. Foi verificado que a reciclagem informal é capaz de diminuir em 10% os gastos com a coleta, assim como elevar a reciclagem em 3,5%. Com isso, destaca-se a importância da inclusão do setor informal e da implantação do programa de coleta seletiva de cidades em desenvolvimento. Todavia, pessoas trabalhando na informalidade não possuem direitos trabalhistas, como também não pagam impostos, o que não é considerado vantajoso para o setor econômico.

Neste viés, deve ser priorizada a participação de cooperativas e outras formas de organização de catadores de materiais recicláveis nos programas de coleta seletiva, reconhecendo a importância dos catadores como agente impulsionador da gestão de resíduos (FARIAS, 2016). De acordo com levantamento realizado pelo Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), estima-se a existência de 800 mil a 1 milhão de catadores atuando no país. A pesquisa ainda ressalta que aproximadamente 70% desta classe são do sexo feminino (MNCR, 2019).

Ao implantar o sistema de coleta seletiva nos municípios, também devem ser atribuídas responsabilidades aos geradores de separar, acondicionar de forma diferenciada e disponibilizar os resíduos adequadamente para coleta (BRASIL, 2010b). Além disso, fica a cargo do poder público municipal promover programas e ações que incentivem a população a redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem dos resíduos.

A propagação de informações para os cidadãos, a respeito da relevância da coleta seletiva, é de suma importância, e esse aspecto pode ser atingido por meio da educação

ambiental. O investimento em educação ambiental configura-se como um ponto chave para alavancar a coleta seletiva, pois proporciona à sociedade uma visão holística sobre a responsabilidade compartilhada da gestão de resíduos sólidos e a importância das práticas adequadas de gerenciamento (CAMPOS et al., 2019).

O levantamento realizado pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), no ano de 2018, contabilizou 1227 municípios brasileiros operando programas de coleta seletiva, e destes, apenas 97 estão situados na região Nordeste. Embora a PNRS institua a implantação dos programas de coleta seletiva nos municípios, é possível observar que o estabelecimento desses sistemas ocorre de maneira gradual e difusa.

A ausência de objetividade, produtividade, administração e monitoramento, bem como a dificuldade em estabelecer parcerias, ausência de investimentos e apoio por parte de órgãos públicos são os principais fatores que prejudicam o avanço da coleta seletiva (ZON et al., 2020). Yukalang, Clarke e Ross (2017) relatam que os principais obstáculos para implantação de sistemas de coleta seletiva sustentáveis são a falta de suporte financeiro e político, tecnologias confiáveis para execução dos serviços e conscientização ambiental da população. Para Gutberlet (2021) as dificuldades de viés político são predominantes, e estão relacionadas à falta de vontade política e suporte financeiro municipal insuficiente.

Fechine e Moraes (2014) ao analisarem o desempenho dos programas de coleta seletiva na cidade de Salvador – BA constataram que ainda são frágeis, e que apresenta uma taxa de cobertura da população de menos de 2%. Além disso, grande parte da coleta é realizada por catadores autônomos, demonstrando a ausência do poder público na inclusão e formalização dos catadores.

Bispo et al. (2017) investigando o sistema de coleta seletiva da cidade de Natal-RN, com ênfase nas cooperativas de materiais recicláveis, concluíram que o sistema é carente e as cooperativas atuam de forma precária, devido a infraestrutura inadequada, ausência de parcerias e dificuldades na relação com o governo. Os autores destacam para a necessidade de investimentos no setor, de forma que garanta a gestão eficiente e o fortalecimento desta atividade.

No estudo desenvolvido por Zon (2018), foram investigados programas de coleta seletiva de 24 municípios do Espírito Santo. Foi constatado que os programas são vulneráveis e apresentam problemas estruturais que comprometem a eficiência do sistema. Os resultados encontrados indicaram que programas são vulneráveis e apresentam problemas estruturais que

comprometem a eficiência do sistema, além disso, baixas taxas de recuperação foram identificadas, apontando que grandes volumes de resíduos são destinados aos aterros sanitários. Para o autor, este cenário indica que os municípios precisam formular ações e estratégias para alcançarem a sustentabilidade dos programas.

Com o intuito de avaliar o modelo de coleta seletiva de RSU em regiões de baixo desempenho de reciclagem em Portugal, Oliveira et al. (2018) relataram que no ano de 2015 a coleta seletiva apresentou desempenho médio de 18,6% entre as capitais dos 28 estados que compõe a União Europeia. Foi observado que as cidades avaliadas apresentaram variação no desempenho, enquanto Ljubljana (capital da Eslovênia) obteve valor superior a 50%, Lisboa (capital de Portugal) alcançou apenas 7,6%.

### **3.4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE**

A sustentabilidade vem ganhando importância nos dias atuais, mas pode-se afirmar que essa notoriedade, por parte da população, iniciou-se a partir do final da década de 60, com a crise ambiental (FECHINE, 2014). Com o advento da Revolução Industrial, a sociedade alterou os padrões de consumo, influenciando na demanda por novos produtos e, como efeito, na extração demasiada de matéria prima (NUVOLARI, 2019). Essa dinâmica exerceu influência representativa sob os recursos naturais, provocando impactos que se estendem até os dias atuais (POTT; ESTRELA, 2017).

Diante do desenvolvimento econômico insustentável, a população passou a se preocupar com as questões ambientais, e como resultado foram surgindo conferências e acordos para tratar da relação do desenvolvimento econômico com o meio ambiente. A criação da Lei Nacional de Política Ambiental foi um marco para a difusão das questões ambientais (LORETO; SANTOS, 2020), sendo estruturada com princípios, objetivos e instrumentos que fomentam o desenvolvimento econômico de maneira harmoniosa com o meio ambiente, visando o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1981).

O conceito de desenvolvimento sustentável ganhou destaque a partir do ano de 1987, quando a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento apresentou a definição no relatório Seu Futuro Comum, conhecido como Relatório de Brundtland. Este documento define desenvolvimento sustentável como a capacidade da geração atual em satisfazer as necessidades, sem comprometer os recursos da geração futura (SHAHRIER; KOTANI; SAIJO, 2017).

Fechine e Moraes (2014, p. 88) afirmam que “a maior visibilidade da questão ambiental e a incorporação do conceito de sustentabilidade trouxe a preocupação com a geração de resíduos”. Para Taelman et al., (2020) a abordagem da sustentabilidade no contexto dos resíduos sólidos é fundamental para a redução de impactos ambientais resultantes das ações antrópicas, e deve levar em consideração três vertentes: social, ambiental e econômica.

Com a constante geração de resíduos sólidos, grande parcela ainda não é coletada, tratada ou destinada adequadamente, tornando necessária a utilização de ferramentas estratégicas que viabilize a análise e monitoramento da gestão de resíduos (CAVICCHIA; SARNACCHIARO; VICHI, 2021). Para Barros e Silveira (2019) o empasse para o desenvolvimento sustentável está relacionado com as formas e efetividade desse monitoramento. Santos et al. (2017) evidenciam que devem ser considerados a definição e classificação de indicadores na resolução de problemas complexos relacionados à gestão de resíduos. Olay-Romero et al. (2020) afirmam que desde a última década do século XX, indicadores foram construídos para analisar sistemas de gestão.

Os indicadores são caracterizados como ferramentas de gestão, e sua utilização fornece informações relevantes a respeito de um sistema, facilitando o processo de tomada de decisão (OLAY-ROMERO et al., 2020) e o monitoramento contínuo para o delineamento de ações que otimizem o processo (GREENE; TONJES, 2014). Estas ferramentas demandam de dados confiáveis e de qualidade, que sejam capazes de representar o objetivo do estudo (MILTOJEVIC et al., 2017). A inconsistência de dados pode inviabilizar a análise, gerando informações subjetivas e que não refletem a realidade.

Diversos pesquisadores, gestores e empresas têm construído e utilizado indicadores para investigar a gestão de resíduos sólidos. Rigamonti et al. (2016) desenvolveram um indicador composto para avaliar a sustentabilidade ambiental e econômica de um sistema integrado de gestão de resíduos. O indicador agregado levou em consideração um indicador econômico (indicador de custos) e dois indicadores ambientais (recuperação de materiais e recuperação de energia).

Deus, Bezerra e Battistelle (2019), por meio da análise bibliométrica identificaram os principais indicadores utilizados na análise do gerenciamento de RSU, considerando dimensões da sustentabilidade. Os autores constataram que a dimensão ambiental é a mais relevante, apresentando o maior número de indicadores encontrado, seguido da dimensão econômica e social. Bartolacci et al., (2019) utilizaram essa ferramenta para avaliar a eficiência econômica,

em termos de oportunidades de renda, proveniente das atividades de empresas que operam com gestão de resíduos.

Feo et al. (2019) definiram seis indicadores econômico-ambientais, os indicadores ambientais propostos foram: quantidade de materiais recicláveis, economia potencial total e número de empregos para jovens como comunicadores. Villalba (2020) sugeriram indicadores para analisar a taxa de recuperação dos materiais e o progresso de estratégias voltadas para o setor formal e informal de agentes sociais que atuam na esfera da reciclagem.

Pereira e Fernandino (2019) aplicaram uma matriz de indicadores para o município de Mata de São João-BA, com o intuito de avaliar a sustentabilidade da gestão de resíduos. Foram utilizados indicadores de cinco dimensões da sustentabilidade: política, econômica, ambiental, cultural e social. Foi constatado que o município apresentou baixa sustentabilidade, e que os fatores que exercem influência neste cenário estão relacionados à ausência de plano de gestão de resíduos sólidos, baixa abrangência da coleta seletiva, insuficiência econômica, educação ambiental limitada a áreas turísticas e falta de iniciativas para inclusão de catadores de materiais recicláveis autônomos.

No processo de acompanhamento do progresso de programas de coleta seletiva em termos ambientais, econômicos e sociais, são utilizados indicadores específicos (PIRES et al., 2019). No Brasil, alguns indicadores estão disponíveis em bases oficiais, dentre os quais o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e o Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), ambos instrumentos da PNRS, que dispõem de indicadores e dados referentes a gestão de resíduos sólidos dos municipais brasileiros.

O SNIS possui dez indicadores para a coleta seletiva que podem ser observados no Quadro 2. Estas ferramentas inferem para uma dimensão ambiental, pois grande parte dos indicadores propõe a mensuração da parcela coletada e recuperada.

Quadro 2 - Indicadores de Coleta Seletiva Propostos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (Fonte: SNIS, 2018).

<b>Indicador</b>	<b>Unidade</b>
<b>IN030</b> - Taxa de cobertura da coleta Seletiva porta-a-porta em relação a população urbana	%
<b>IN031</b> - Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos de coleta domiciliar e resíduos de limpeza pública	%
<b>IN032</b> - Massa recuperada per capita	Kg/hab.ano
<b>IN034</b> - Incidência de papel/papelão sobre total material recuperado	%
<b>IN035</b> - Incidência de plásticos sobre total material recuperado	%

Quadro 2 – Indicadores de Coleta Seletiva Propostos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (Fonte: SNIS, 2018).

Continuação

<b>Indicador</b>	<b>Unidade</b>
<b>IN038</b> – Incidência de metais sobre total material recuperado	%
<b>IN039</b> – Incidência de vidros sobre total de material recuperado	%
<b>IN040</b> - Incidência de "outros" sobre total material recuperado	%
<b>IN053</b> - Relação entre quantidades da coleta seletiva e resíduos de coleta domiciliar	%
<b>IN054</b> - Massa per capita recolhida via coleta seletiva	Kg/hab.ano

Além das bases oficiais, os indicadores podem ser encontrados na literatura, pois se trata de uma fonte ampla e que apresentam um elevado grau de aplicabilidade e representatividade no contexto em que a temática está inserida. Para fins da pesquisa, foi realizado o levantamento de indicadores e índices disponíveis na literatura nacional. A sondagem considerou estudos desenvolvidos no Brasil para evitar a influência das particularidades da gestão de resíduos de outros países neste estudo. O Quadro 3 mostra alguns estudos que abordam a temática estudada.

Quadro 3 - Estudos que Abordam Indicadores Voltados para Análise de Programas de Coleta Seletiva (Fonte: Elaborado pela autora, 2021).

<b>Autor (es)</b>	<b>Quantidade de Indicadores</b>	<b>Dimensões</b>
Besen (2011)	14	ambiental, social, econômica e institucional.
Santiago e Dias (2012)	42	política; tecnológica; econômica/ financeira; ambiental/ecológica; conhecimento; inclusão social.
Campani, Wartchow e Santos (2013)	6	econômico; social; gerencial; saúde; ambiental; qualidade de serviço
Fechine e Moraes (2014)	24	institucional/operacional; econômica; ambiental e sociocultural.
Lopes (2016)	60	política, operacional, econômica, ambiental, inclusão social, gestão participativa.
Veiga et al. (2016)	12	Saúde
Besen et al. (2017)	37	institucional; relações com a sociedade; eficiência; condições de trabalho, saúde e segurança do trabalhador; custos; socioeconômico; organizacional; eficiência operacional.

Besen (2011) identificou, construiu e validou indicadores de sustentabilidade para avaliar o comportamento dos programas de coleta seletiva e organização de catadores. Neste estudo, foram propostos 14 indicadores, conforme mostrado no Quadro 4. Para a autora, cada indicador abrange mais de uma dimensão de sustentabilidade, apresentando diversas



perspectivas em termos de sustentabilidade. Paralelamente, Besen et al. (2017) publicaram 37 indicadores atualizados, incluindo os construídos no ano de 2011.

Quadro 4 - Indicadores de Sustentabilidade Propostos por Besen (Fonte: Besen, 2011).

<b>Indicadores</b>	<b>Processo</b>	<b>Dimensões da Sustentabilidade</b>
Adesão da população	- Efetividade da coleta seletiva - Eficiência do processo de educação e comunicação	Social, econômica, institucional, ambiental
Taxa de recuperação de recicláveis	- Eficiência do sistema de coleta seletiva - Ganhos: ambientais, econômicos e sociais.	Ambiental, social, econômica, institucional
Cobertura de atendimento	- Universalização do serviço - Justiça social	Social, institucional, Ambiental
Taxa de rejeito	Eficiência na separação na fonte e na triagem	Econômica, ambiental, Social
Parcerias	- Efetividade na rede de apoio - Efetividade de viabilização de recursos financeiros e institucionais	Social, institucional, econômica
Condições de trabalho	Saúde e segurança no ambiente de trabalho	Social
Custo da coleta seletiva/ coleta regular + aterro	- Eficiência econômica no gerenciamento - Ampliação do gasto com coleta seletiva e redução com coleta convencional e aterramento	Ambiental Social Econômica
Instrumentos Legais	- Regularidade institucional - Inclusão social	Institucional, social, Econômica
Custo do serviço/quantidade seletiva	Monitoramento do custo per capita da coleta seletiva	Econômica
Educação/Divulgação	Sensibilização para redução na fonte, reutilização, reciclagem e consumo consciente	Ambiental, social, Institucional
Custo da coleta/manejo de resíduos sólidos	Ampliação do gasto com a coleta seletiva e redução do gasto com coleta domiciliar e aterramento	Econômica Ambiental
Inclusão de catadores avulsos	- Sustentabilidade social - Inclusão Social	Ambiental Social
Autofinanciamento	Sustentabilidade econômica da coleta seletiva	Econômica Institucional
Gestão Compartilhada	- Existência de mecanismos de compartilhamento da gestão com a sociedade - Controle Social	Social Institucional

Besen (2011) ainda propôs a aplicação de um índice de sustentabilidade que possibilita identificar o grau de sustentabilidade que o programa de coleta seletiva está inserido. Este índice pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$I_i = \frac{\sum v_i \times p_i}{\sum p_i}$$

Em que:

$I_i$  corresponde ao índice,

$v_i$  ao valor da tendência à sustentabilidade do indicador,

$p_i$  está relacionado ao peso atribuído ao indicador  $i$ .

A partir do cálculo do índice, o resultado pode ser enquadrado em uma faixa categórica denominada radar de sustentabilidade (Figura 2).

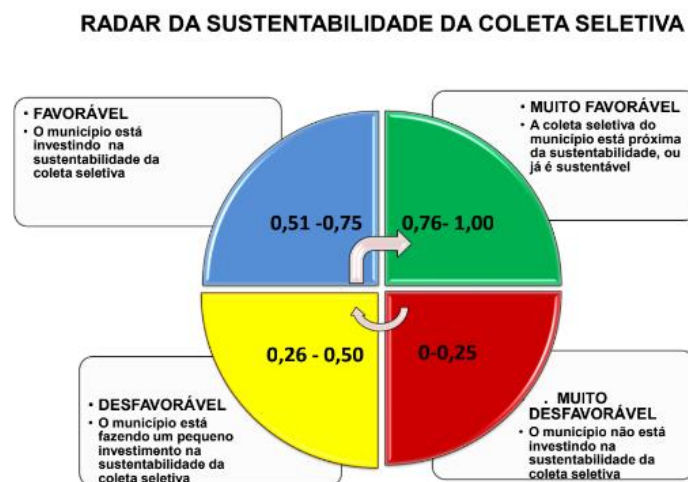


Figura 2 - Radar da Sustentabilidade Proposto por Besen (Fonte: Besen, 2011).

Os indicadores propostos por Besen (2011) são utilizados por muitos pesquisadores em estudos que consistem na identificação do grau de sustentabilidade de programas de coleta seletiva. Autores como Fachine (2014), Oliveira (2018), Zon (2018) e Pires et al (2019), aderiram à estes indicadores com o intuito de avaliar o desempenho dos programas de coleta seletiva em termos de sustentabilidade ambiental.

Santiago e Dias (2012) construíram uma matriz de indicadores composta por 42 indicadores de sustentabilidade que foram validados pelo Método Delphi. Assim como Besen (2011), os referidos autores sugeriram o cálculo do nível de sustentabilidade (NS) da gestão de resíduos sólidos e uma faixa de categorização de sustentabilidade, conforme mostrado no Quadro 5.

$$NS = \frac{\sum \text{das notas obtidas na avaliação}}{\sum \text{da máxima pontuação em cada dimensão}} \times 10$$

Quadro 5 - Classificação do Nível de Sustentabilidade (Fonte: Santiago e Dias, 2012).

Intervalo de Sustentabilidade	Nível de sustentabilidade
0	Insustentável
$1,0 \leq NS \leq 4,0$	Baixa sustentabilidade
$5,0 \leq NS \leq 8,0$	Média sustentabilidade
$9 \leq NS \leq 10$	Alta sustentabilidade

Campani, Wartchow e Santos (2013) propuseram seis indicadores socioambientais da coleta seletiva, os autores consideraram as dimensões econômica, social, gerencial, de saúde, ambiental e qualidade de serviço. Os indicadores de cada dimensão foram estruturados considerando múltiplos indicadores e podem ser observados no Quadro 6.

Posteriormente, os indicadores foram validados no município de São Leopoldo – RS. Os resultados demonstraram déficit financeiro do programa, redução na eficiência da coleta seletiva e nos aspectos sociais. O único indicador que demonstrou resultados satisfatórios foi a qualidade do serviço, onde a população aprovou o serviço prestado.

Quadro 6 - Indicadores Socioeconômicos Propostos por Campani, Wartchow e Santos (Fonte: Campani, Wartchow e Santos, 2013).

Dimensão	Indicador
<b>Econômica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo mensal da coleta seletiva</li> <li>• Custo mensal para destinação do Rejeito</li> <li>• Economia mensal gerada pela não envio ao aterro</li> <li>• Valor pago para coleta, transporte e destinação final para a empresa contratada</li> <li>• Receita mensal nas unidades de triagem</li> </ul>
<b>Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escolarização dos catadores</li> </ul>
<b>Gerencial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade pesados por coleta</li> </ul>
<b>Saúde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivo de afastamento dos catadores</li> </ul>

Quadro 6 - Indicadores Socioeconômicos Propostos por Campani, Wartchow e Santos (Fonte: Campani, Wartchow e Santos, 2013).

Continuação	
Dimensão	Indicador
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energia consumida na produção do material</li> <li>• Produção utilizando material reciclável</li> </ul>
Qualidade de serviço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfação Populacional em relação à coleta seletiva</li> </ul>

No estudo realizado por Veiga et al. (2016) foram construídos indicadores da gestão de resíduos sólidos para a dimensão saúde. Estes indicadores são voltados para a investigação das práticas de manejo dos resíduos que podem causar impactos na saúde humana. Doze (12) indicadores foram sugeridos, destes 05 interessam para o estudo, que são: Número de acidentes que envolvem coletores informais de lixo e funcionários que trabalham na gestão de resíduos; número de situações de risco que acontecem para catadores informais de lixo e funcionários que trabalham na gestão de resíduos; percentual de catadores informais e funcionários que atuam na gestão de RSU, utilizando Equipamentos de Proteção Individual (EPI); percentual de catadores informais e funcionários que atuam na gestão de RSU com vacinação e check-ups atualizados; número de casos anuais de doenças relacionadas a más práticas de manejo e descarte de RSU.

### 3.5 MÉTODO DELPHI COMO FERRAMENTA PARA VALIDAR INDICADORES

O Método Delphi tem sido utilizado como ferramenta de apoio à tomada de decisão de prospectivos cenários. Este método possibilita reconhecer as limitações de um sistema, bem como filtrar aspectos irrelevantes para o estudo (BUI et al., 2020), auxiliando na redução de incertezas, contribuindo para a consolidação do objeto de estudo e fortalecendo a precisão e qualidade dos resultados obtidos.

As principais características do método são a coleta de dados e informações; o anonimato dos respondentes, visando a não ocorrência de interferência e persuasão de opiniões sobre o elemento analisado; as interações/repetições que ocorrem por meio de rodadas, até que seja alcançada a estabilidade das respostas; o feedback controlado da opinião dos especialistas; e a estatística das respostas, representada pela média, mediana e frequência (ROWE; WRIGHT, 2001; GRACHT, 2012; MCLACHLAN; BUNGAY, 2021).

Este processo é conduzido com um conjunto de profissionais que possuem conhecimento e experiência na área de estudo. Ahmad e Wong (2019) definem o especialista,

no Método Delphi, como um indivíduo que possui fundamentos e competências na área de estudo, com nível de educação superior ou que possui um cargo em uma organização profissional. A função destes especialistas é de avaliar e julgar questões complexas, por meio de pesquisas ou questionários (BILLINGS et al., 2020), até que atinja o consenso desejado (MARQUES; FREITAS, 2018). A quantidade de especialistas Delphi é bastante variável, todavia, a literatura ressalta que uma quantidade inferior a 10 participantes não é recomendável, em razão do baixo número de contribuições obtidas (FREITAS; MARQUES, 2018).

Em relação ao número de iterações, a literatura define de duas a quatro rodadas a depender do grau de consenso obtido durante as etapas. Fechine e Moraes (2014) realizaram duas (2) rodadas, Billings et al. (2020) estabeleceram três (3) sequências.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada a esta pesquisa tem o intuito de avaliar a sustentabilidade do programa de coleta seletiva do município de João Pessoa, Paraíba, considerando as Dimensões Política/Institucional, Econômica, Social, Ambiental e Saúde do Catador. Além de preconizar a dimensão COVID-19, em razão dos efeitos adversos causados pela pandemia, sobretudo na geração de resíduos sólidos (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020; RAGAZZI; RADA; SCHIAVONA, 2020; SAADAT; RAWTANI ; HUSSAIN, 2020).

Para atingir os resultados desejados, o procedimento metodológico foi estruturado em cinco etapas que estão descritas sistematicamente: i) levantamento bibliográfico; ii) definição da área de estudo; iii) seleção dos indicadores de sustentabilidade; iv) aplicação do Método Delphi para classificar os principais indicadores da coleta seletiva; v) validação da matriz de indicadores no programa de coleta seletiva.

### 4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Nesta etapa foi realizado um extenso levantamento de dados e informações sobre a gestão de resíduos sólidos no país, com ênfase na coleta seletiva. A pesquisa abrangeu artigos nacionais e internacionais indexados nas bases de dados e publicados no período temporal de 2010 a 2020: *Science Direct*, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Scopus*, *Web of Science* e *Google Acadêmico*. Além disso, foram consultados livros, teses, dissertações, endereços eletrônicos e documentos disponíveis em órgãos e instituições.

A investigação foi realizada considerando a abordagem dos seguintes temas: gestão de resíduos sólidos, resíduos sólidos urbanos, coleta seletiva, reciclagem, índices e indicadores de sustentabilidade. A partir do aprofundamento conceitual, foi possível identificar, selecionar e estruturar os indicadores utilizados no estudo, além de reunir informações acerca da coleta seletiva do município de João Pessoa, por meio da coleta de dados junto aos núcleos de coleta seletiva, central de triagem e Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR).

### 4.2 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de João Pessoa é a capital do estado da Paraíba, estando localizada a 7°06'54'' de latitude sul e 34°51'47'' de longitude (Figura 3). De acordo com dados do último

censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística (IBGE), a população do município no ano de 2010 era de 723.515 habitantes, com população estimada de 817.511 habitantes para o ano de 2020 (IBGE, 2020), ocupando uma área territorial de 210,044 km<sup>2</sup>, distribuídos entre os 64 bairros existentes (JOÃO PESSOA, 2014).

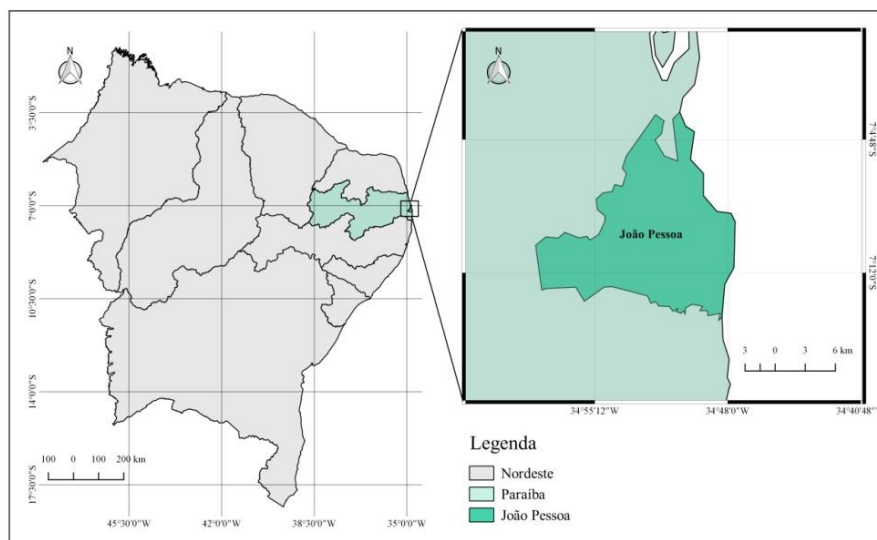


Figura 3 - Mapa de Localização do Município de João Pessoa, Paraíba.

(Fonte: Elaborado pela autora, 2021).

#### 4.3 SELEÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

A seleção dos indicadores de sustentabilidade ocorreu durante a etapa de revisão bibliográfica, na qual foi possível identificar os indicadores mais recorrentes na literatura. Diante disso, foram estabelecidos critérios de exclusão e inclusão, vislumbrando a aplicabilidade destas ferramentas para a análise do sistema de coleta seletiva (SCOPE; VOGEL; GUENTHER, 2021).

Foram considerados como critério de inclusão a clareza, facilidade dos indicadores em mensurá-los e na escala cronológica, sendo escolhidos àqueles publicados em pesquisas científicas, órgãos federais, estaduais ou municipais, a partir de 2010, ano que foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Em contrapartida, os indicadores excluídos foram àqueles publicados em anos inferiores a 2010; que não forneciam forma de mensuração compreensível e que não abordavam dimensões da sustentabilidade.

Esta etapa resultou no levantamento de 81 indicadores (Anexo A). Estes indicadores foram compilados e analisados, em virtude da ampla quantidade encontrada e da semelhança de alguns indicadores na nomenclatura e fórmulas de cálculo, foi realizada a triagem, resultando em vinte e oito (28) indicadores, que foram readequados à realidade local, além da construção de quatro (04) novos indicadores.

Os indicadores apresentados na pesquisa foram extraídos de estudos realizados por Santiago e Dias (2012), Campani, Wartchow e Ramos (2013), Alvarenga (2014), Fachine e Moraes (2014), Veiga et al. (2014), Lopes (2016), Besen et al. (2017), Silveira (2018) e outros.

Estas ferramentas foram agrupadas por dimensões de sustentabilidade, seguindo o proposto pela PNRS: Política/Institucional, Econômica, Ambiental e Social. Além da inclusão das dimensões Saúde e COVID-19. Deste modo, foram previamente escolhidos oito (8) indicadores Políticos/Institucionais, cinco (5) indicadores Econômicos, seis (6) Sociais, cinco (5) Ambientais, quatro (4) de Saúde e quatro (4) destinados à Análise das Medidas de Prevenção adotadas pelo Programa de Coleta Seletiva na Pandemia por COVID-19.

#### 4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI PARA VALIDAÇÃO DA MATRIZ DE INDICADORES

##### 4.4.1 Construção da Matriz de Indicadores

De posse dos indicadores, foi construída a matriz preliminar de indicadores de sustentabilidade, que foi julgada pelos especialistas por meio do Método Delphi. A matriz foi estruturada com trinta e dois (32) indicadores, distribuídos em seis (6) dimensões de sustentabilidade, forma de mensuração, relevância do indicador, tendência à sustentabilidade e concordância com as tendências à sustentabilidade (Quadro 7).

Quadro 7 - Estrutura da Matriz de Indicadores de Sustentabilidade

Dimensão	Indicador	Forma de Mensuração	Relevância do indicador	Tendência à sustentabilidade – TS			Concordância com a TS
				MF	F	D	

MF – Muito Favorável; F – Favorável; D – Desfavorável



A matriz preliminar seguiu para a etapa de validação externa, que consistiu na eliminação de incertezas e no aprimoramento dos indicadores. Para tanto, o Método Delphi foi utilizado, onde os especialistas avaliaram o grau de relevância dos indicadores e a aceitação das gradações estabelecidas para as tendências da sustentabilidade.

A relevância refere-se à importância do indicador em fornecer informações a respeito do sistema de coleta seletiva. Esta importância foi julgada por meio da escala Likert de cinco pontos, distribuída da seguinte forma: 1 (Irrelevante), 2 (Baixa relevância), 3 (Desejável), 4 (relevante) e 5 (Muito relevante). Quanto maior a pontuação atribuída, mais expressivo o indicador será para o estudo.

A sustentabilidade dos indicadores foi definida por meio da tendência à sustentabilidade (TS), que apresenta escalas para os descritores das tendências. Desta forma, foi avaliado o nível de aceitação das gradações das TS através das alternativas: Concordo (C), Concordo Parcialmente (CP) ou Discordo (D). Nos casos de concordância parcial ou discordância, os especialistas justificaram e propuseram melhorias para as tendências.

#### 4.4.2 Método Delphi

O Método Delphi foi adotado para selecionar os indicadores mais relevantes para o estudo. Inicialmente, foram selecionados especialistas que possuíam visão multidisciplinar do escopo do estudo, como pesquisadores de pós-graduação, docentes de instituições e universidades públicas e privadas, e profissionais que atuam diretamente com a gestão de resíduos sólidos da cidade de João Pessoa-PB.

A pesquisa do perfil destes profissionais foi realizada através do currículo *lattes*, disponível pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e por meio da rede social profissional *Likedin*. A partir desta análise, foi possível identificar cinquenta e cinco (55) indivíduos para compor o estudo. As informações a respeito dos participantes foram tabuladas, como nome, formação, cargo e contato; facilitando os trâmites durante o envio e recebimento dos instrumentos.

Foram definidas duas rodadas do método, pois foram suficientes para alcançar resultados satisfatórios e um elevado nível de consenso e estabilidade das respostas dos especialistas. Na primeira rodada, foi enviado para os especialistas, via *e-mail*, a carta convite que compilava a justificativa da pesquisa, termo de aceite, instruções de preenchimento e o *link*

do instrumento que direcionava os participantes para a pesquisa (Apêndice A). A Plataforma online Google Forms foi utilizada, por se tratar de uma ferramenta capaz de gerar relatórios de fácil interpretação para análise estatística.

Os especialistas foram solicitados a classificarem a relevância dos indicadores para o estudo e a concordância com as gradações, já citados anteriormente. Além disso, um espaço foi destinado para observações e sugestões.

Após o retorno do instrumento respondido, foi conduzida a análise qualitativa e quantitativa das informações referentes à primeira rodada. A análise qualitativa consistiu em reunir as contribuições textuais, sendo feita por meio da transcrição dos comentários para planilhas do Microsoft Excel. Para análise quantitativa foi realizada a estatística descritiva, calculando média, mediana e frequência das respostas com emprego do *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

Para validação ou ajuste dos indicadores para a rodada seguinte, foi determinado o ponto de corte baseado no nível de consenso (NC). O NC proposto foi  $\geq 75\%$ , ou seja, o somatório das notas 4 (importante) e 5 (muito importante), devem ser iguais ou superior ao NC proposto. Os indicadores que não atingiram o NC foram excluídos. Em relação à concordância com as tendências a sustentabilidade, não foi estabelecido nível de consenso, pois o intuito desta análise foi de identificar as faixas de gradações mais adequadas para os indicadores. Portanto, a investigação deste parâmetro foi baseada em resultados qualitativos.

A primeira rodada permitiu a identificação de possíveis erros de digitações ou valores, alteração, exclusão e inclusão de novos indicadores, vislumbrando o aperfeiçoamento dos mesmos para análise. O instrumento da segunda rodada foi elaborado com base nos resultados obtidos na primeira rodada.

A segunda rodada foi enviada aos especialistas que participaram efetivamente da primeira rodada. Deste modo, os respondentes foram abordados com um novo *e-mail* que incluía o feedback da primeira rodada e o *link* com o novo instrumento. Nesta ocasião, os especialistas tiveram a oportunidade de avaliar os resultados alcançados na primeira rodada, compará-los com suas opiniões e refletir a possibilidade de alterar as notas atribuídas à relevância do indicador, com base nas médias e medianas. Além disso, os respondentes puderam modificar o nível de concordância com as gradações das tendências da sustentabilidade, a partir das alterações realizadas.

Após o recebimento do documento respondido, foram realizados todos os procedimentos supracitados na primeira etapa (análise qualitativa e quantitativa). Posterior à análise dos resultados, foram realizadas as modificações sugeridas e os indicadores validados foram transferidos para a matriz final. Vale ressaltar que o tempo médio de duração de cada rodada foi de aproximadamente dois meses, incluindo a postergação de prazos.

A estruturação metodológica da primeira e segunda rodada do Método Delphi pode ser observada na Figura 4.

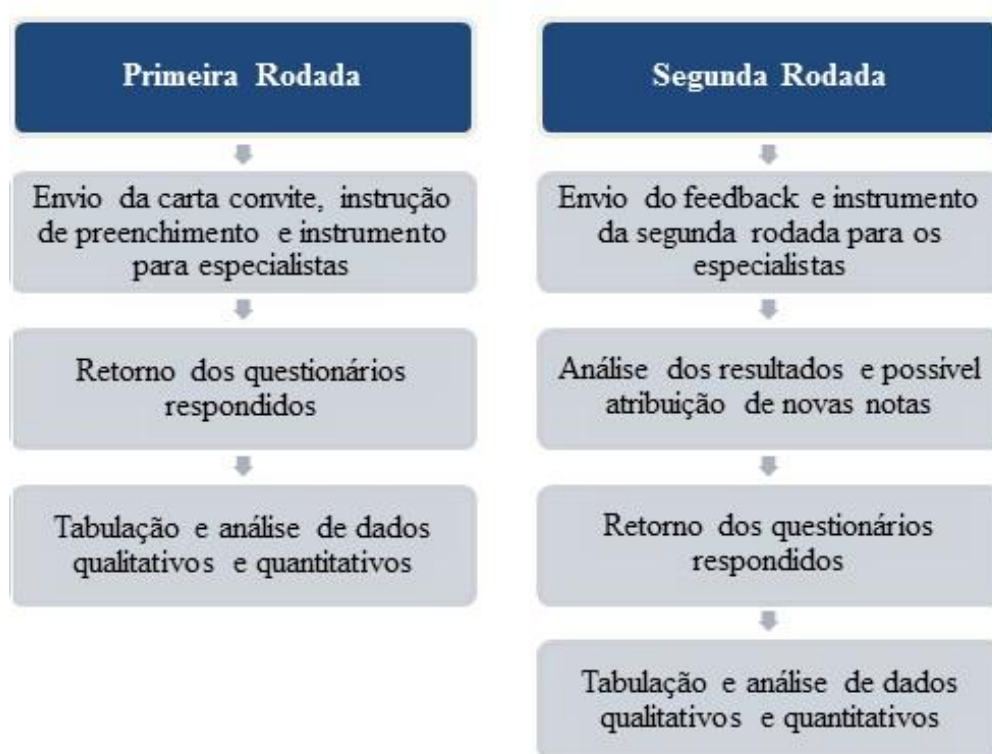


Figura 4 – Descrição Metodológica das Rodadas do Método Delphi (Fonte: Elaborado pela autora, 2021).

#### **4.5 VALIDAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA DE JOÃO PESSOA - PB.**

A etapa de validação resultou em uma lista de 28 indicadores estruturados que integram as questões sustentáveis para avaliação do programa de coleta seletiva da cidade de João Pessoa, Paraíba. Estes indicadores são representados por métricas qualitativas e quantitativas, que permitem a análise de cenários prospectos. As métricas qualitativas são representadas por

respostas diretas, enquanto as quantitativas são caracterizadas por variáveis numéricas (FRARE et al., 2020).

Para o cálculo dos indicadores, foram utilizados dados históricos da coleta seletiva dos anos de 2014 a 2020. O período de tempo considerado foi escolhido em função da disponibilidade de dados a partir do ano de 2014. As informações e dados necessários para alimentar os indicadores foram coletados junto aos núcleos de coleta seletiva, central de triagem e Autarquia Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR). Além da extração de dados do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS-JP), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR).

A partir da estimativa dos indicadores, foi possível calcular o grau de sustentabilidade do programa de coleta seletiva, por meio de um índice estabelecido por Santiago e Dias (2012). A avaliação dos resultados obtidos nos cálculos dos indicadores foi realizada através de notas atribuídas às tendências à sustentabilidade, estabelecidas no estudo realizado por Besen (2011) e replicado para esta pesquisa. As pontuações atribuídas para cada tendência podem ser observadas no Quadro 8. Em casos que não existia informações sobre o parâmetro medido, a pontuação 0 foi atribuída.

Quadro 8 - Pontuação estabelecida para cada Tendência da Sustentabilidade (Fonte: Adaptado de Besen, 2011).

<b>Tendência da Sustentabilidade</b>	<b>Nota</b>
Muito Favorável	5
Favorável	3
Desfavorável	0 ou 1

O emprego da matriz para o município resultou em uma pontuação final que foi utilizada para o cálculo do índice de sustentabilidade. O Grau de Sustentabilidade (GS) do programa de coleta seletiva foi obtido a partir da equação proposta por Santiago e Dias (2012):

$$GS = \frac{\sum \text{notas da avaliação de campo}}{\sum \text{máxima pontuação da matriz final}} \times 10$$

As notas da avaliação de campo indicam o somatório da pontuação alcançada por cada indicador após sua aplicação, enquanto a máxima pontuação da matriz está relacionada à soma da pontuação máxima que cada indicador pode alcançar, considerando um cenário ótimo.

Desse modo, o grau de sustentabilidade do programa de coleta seletiva foi determinado de acordo com a faixa de classificação presente na Tabela 1. Por meio desta hierarquização foi possível compreender a situação do sistema no município, no viés sustentável.

Tabela 1 - Grau de Sustentabilidade de Acordo com as Faixas de Classificação (Fonte: Fechine e Moraes, 2014)

<b>Intervalo do índice</b>	<b>Grau de Sustentabilidade</b>
<b>0 – 2,5</b>	Insustentável
<b>2,6 a 5,0</b>	Baixa sustentabilidade
<b>5,1 a 7,5</b>	Média sustentabilidade
<b>7,6 a 10,0</b>	Alta sustentabilidade

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção encontram-se os resultados e discussão referentes ao foco principal do estudo, que consiste na análise da sustentabilidade do programa de coleta seletiva da capital paraibana, mediante uso de indicadores.

No primeiro tópico são apresentados os indicadores previamente selecionados e adaptados para o estudo, estes indicadores estão divididos por dimensão da sustentabilidade. No segundo item são mostrados os resultados referentes à aplicação do Método Delphi para eleger os indicadores eminentes para o estudo, esta fase possibilitou a estruturação dos indicadores, por meio das alterações propostas.

Posteriormente, foi construída a matriz com indicadores de sustentabilidade e suas respectivas fórmulas de cálculo e tendências da sustentabilidade, esta matriz foi aplicada ao Programa de Coleta Seletiva da Cidade de João Pessoa-PB no quarto tópico, possibilitando a análise do sistema do ponto de vista político/institucional, econômico, ambiental, social, saúde e segurança do catador e desastres, epidemias e pandemias.

Conjuntamente, foi possível calcular o grau de sustentabilidade do programa e identificar se o mesmo segue premissas sustentáveis. Estas informações servirão como base para construção de um planejamento que reduza as falhas na logística e que leve em consideração as reais necessidades do sistema.

### **5.1 INDICADORES SELECIONADOS**

A etapa de revisão bibliográfica resultou na seleção de 32 indicadores, com as respectivas fórmulas de cálculo e tendências à sustentabilidade. Como já citado no capítulo Materiais e Métodos, os indicadores foram fragmentados em 06 dimensões, sendo 08 indicadores pertencentes à dimensão política, 05 para dimensão econômica, 06 para dimensão social, 05 indicadores ambientais, 04 para dimensão saúde e 05 para dimensão COVID-19. Neste tópico serão retratados os indicadores escolhidos, previamente, para validação pelo Método Delphi.

### 5.1.1 Dimensão Política/Institucional

Os indicadores Político/Institucionais buscaram investigar os instrumentos legais municipais e institucionais relacionados à coleta seletiva. Nessa perspectiva, foram considerados o autofinanciamento do programa, parcerias existentes, cobertura do serviço e outros. Para esta dimensão, foram propostos 08 indicadores que podem ser visualizados no Quadro 9.

Quadro 9 - Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Política/Institucional

	Indicador		Forma de Mensuração	Tendência à Sustentabilidade - TS
Dimensão Política/Institucional	I 01	Instrumentos legais na relação da prefeitura com prestadores de serviço de coleta seletiva	Existência e modalidade de instrumentos legais	<b>MF</b> Existência de contrato
				<b>F</b> Existência de convênio com repasse financeiro
				<b>D</b> Existência de convênio sem repasse financeiro
	I 02	Existência de parcerias - %	Nº de requisitos atendidos * 100 / Nº de requisitos desejáveis	<b>MF</b> > 80,0%
				<b>F</b> 50 a 80%
				<b>D</b> < 50%
	I 03	Autofinanciamento	Formas de financiamento	<b>MF</b> Cobrança de taxa que cubra o custo dos serviços de resíduos sólidos
				<b>F</b> Cobrança de taxa no IPTU ou orçamento que não cubram os custos do serviço
				<b>D</b> Apenas orçamento
	I 04	Cobertura de serviço - %	Nº da população atendida pelo programa * 100 / Nº da população urbana do município	<b>MF</b> > 85%
				<b>F</b> 50 a 85%
				<b>D</b> < 50%
	I 05	Adesão da população - %	Nº de residências que participam do programa * 100 / Nº de residências atendidas pelo programa	<b>MF</b> 100%
				<b>F</b> 50 a 99,9%
				<b>D</b> < 50%
	I 06	Programas de educação e divulgação - %	Frequência anual de atividades desenvolvidas	<b>MF</b> Permanente
				<b>F</b> Quinzenal, mensal ou bimestral
				<b>D</b> Anual/Pontual
	I 07	Membros capacitados - %	Nº atual de membros capacitados * 100 / Nº total de membros	<b>MF</b> > 80%
				<b>F</b> 50 a 80%
				<b>D</b> < 50%
	I 08	Informações sistematizadas e disponibilizadas sobre coleta seletiva para a população	Existência de informações sistematizadas e disponibilizadas para a população	<b>MF</b> Informações sistematizadas e disponibilizadas continuamente para a população
				<b>F</b> Informações são sistematizadas, mas não estão acessíveis para a população.
				<b>D</b> Informações não são sistematizadas

MF – Muito Favorável; F – Favorável; D – Desfavorável.

### 5.1.2 Dimensão Econômica

Foram selecionados 05 indicadores para compor a dimensão econômica (Quadro 10), no qual estão relacionados à análise da sustentabilidade financeira do programa. Estes indicadores são capazes de fornecer informações a respeito dos custos gerados, bem como as receitas arrecadadas. A identificação e monitoramento destes aspectos são essenciais para a construção de estratégias de gestão econômica, para fins de melhor administração das receitas e despesas (DANTAS, 2019).

Quadro 10 - Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Econômica

	Indicador		Forma de Mensuração	Tendência à Sustentabilidade - TS
Dimensão Econômica	I 09	Custo do serviço de coleta seletiva em relação a massa coletada seletivamente- R\$/t	Custo total com coleta seletiva / Qntd coletada seletivamente	MF < R\$ 200,00/t
				F R\$ 200,00 a R\$ 350,00
				D > 350,00/t
	I 10	Percentual de materiais recicláveis comercializados - %	Qntd de materiais recicláveis comercializados * 100 / Qntd de materiais recicláveis coletados	MF > 80,0%
				F 50 a 80%
				D < 50%
	I 11	Percentual do custo do programa de coleta seletiva em relação ao custo com manejo de resíduos - %	Total de despesas da coleta seletiva * 100 / Total de despesas com serviços de manejo de resíduos sólidos	MF < 50%
				F 50 a 75%
				D > 75%
	I 12	Percentual do orçamento municipal destinado aos serviços de coleta seletiva - %	Orçamento para coleta seletiva * 100 / Total do orçamento municipal	MF > 6%
				F 3 a 6%
				D < 3%
	I 13	Custo da coleta seletiva em relação à coleta regular - %	Custo total com coleta seletiva * 100 / Custo da coleta regular	MF < 50%
				F 50 a 75%
				D > 75%

MF – Muito Favorável; F – Favorável; D – Desfavorável.

### 5.1.3 Dimensão Social

Os indicadores da dimensão social propõem investigar os efeitos da coleta seletiva no âmbito social, singularmente para os catadores de materiais recicláveis atuantes neste sistema. Desse modo, estes englobam desde os ganhos financeiros dos catadores, até as condições de trabalho que estão submetidos. Os indicadores sociais são ferramentas necessárias na compreensão das ações desempenhadas pelos catadores e dos fatores que desafiam a efetividade deste exercício. Seis (06) indicadores sociais foram escolhidos para análise (Quadro 11).



Quadro 11- Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Social

	Indicador		Forma de Mensuração	Tendência à Sustentabilidade – TS
Dimensão Social	I 14	Renda média mensal nas associações - R\$	Renda média mensal dos catadores / Salário mínimo vigente	MF > 2 salários mínimos
				F 1 a 2 salários mínimos
				D < 1 salário mínimo
	I 15	Catadores formais que atuam na coleta seletiva - %	Qntd de catadores formais com carteira assinada x 100 / Qntd de catadores associados	MF > 50%
				F 20 a 50%
				D < 20%
	I 16	Inclusão de catadores não associados - %	Número de catadores incluídos x 100 / Número de catadores cadastrados	MF > 50%
				F 20 a 50%
				D < 20%
	I 17	Rotatividade de catadores - %	Nº de Admissões + Nº de demissões (últimos seis meses) x 100 / Número médio de membros dos últimos seis meses	MF < 20%
				F 20 a 50%
				D > 50%
	I 18	Condições de trabalho - %	Nº de requisitos atendidos x 100 / Nº de requisitos desejáveis	MF > 80%
				F 50 a 80%
				D < 50%
	I 19	Uso de EPI's	Utilização de equipamentos de proteção individual	MF Possuem EPI's e utilizam
				F Possuem EPI's, mas não utilizam
				D Não possuem EPI's

MF – Muito Favorável; F – Favorável; D – Desfavorável.

#### 5.1.4 Dimensão Ambiental

Estes indicadores resumem alguns aspectos ambientais direcionados para a coleta seletiva, e busca avaliar o quantitativo coletado seletivamente, volume comercializado, taxa de rejeitos. Todos os indicadores desta dimensão (05 indicadores) inferem a preservação dos recursos naturais e meio ambiente, buscando garantir a sustentabilidade ambiental, por meio da efetividade do sistema (Quadro 12).

A gradação do indicador I 20 (massa per capita coletada seletivamente) foi determinada adaptando a metodologia proposta por Fecine (2014), que determinou as gradações muito favorável (MF), favorável (F) e desfavorável (D) para este indicador a partir da análise da quantidade de resíduos recuperados por região do país. O autor define como sustentável o maior valor encontrado, que neste caso, foi de 13,73 kg/hab.ano, enquanto uma situação insustentável está relacionada ao menor valor visualizado, que foi de 2,55 kg/hab.ano (Tabela 2). Deste modo, valores superiores a 14 kg/hab.ano são considerados muito favoráveis e, inferiores a 3 kg/hab.ano são desfavoráveis.

Tabela 2 - Massa Recuperada Per Capita para as Regiões do País (Fonte: SNIS, 2019).

Região	População Urbana	Massa de recicláveis recuperados (t/ano)	Massa recuperada per capita (kg/hab.ano)
Norte	6.588.292	16814,9	2,55
Nordeste	18.846.722	89096,6	4,73
Sudeste	62.806.922	375576,5	5,98
Sul	21.057.528	289155,8	13,73
Centro-Oeste	9.896.812	74.724,20	7,55
<b>Média</b>			<b>6,91</b>

Quadro 12 - Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Ambiental

	Indicador		Forma de Mensuração	Tendência à Sustentabilidade – TS
Dimensão Ambiental	I 20	Massa per capita coletada seletivamente - kg/hab.ano	Quantidade. de recicláveis coletados via coleta seletiva / Pop urbana x ano	<b>MF</b> > 14 kg/hab.ano
				<b>F</b> 3 a 14 kg/hab.ano
				<b>D</b> < 3 kg/hab.ano
	I 21	Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de RSU - %	Massa coletada seletivamente x 100/ Qntd total coletada de resíduos sólidos urbanos	<b>MF</b> > 40%
				<b>F</b> 20 a 40%
				<b>D</b> < 20%
	I 22	Taxa de rejeitos - %	(Qntd coletada seletivamente – Qntd Comercializada) x 100 / Qntd coletada seletivamente	<b>MF</b> < 10,0%
				<b>F</b> 10 a 20%
				<b>D</b> > 20%
	I 23	Taxa de recuperação de materiais recicláveis - %	Quantidade coletada seletivamente x 100 / Massa de resíduos potencialmente recicláveis	<b>MF</b> > 25,0%
				<b>F</b> 15 a 25%
				<b>D</b> < 15%
	I 24	Satisfação da população atendida em relação à coleta seletiva (periodicidade/frequência/horário) - %	Entrevista de satisfação com a população atendida pela coleta seletiva	<b>MF</b> > 70%
				<b>F</b> 30 a 70%
				<b>D</b> < 70%

MF – Muito Favorável; F – Favorável; D – Desfavorável.

### 5.1.5 Dimensão Saúde

Os indicadores da dimensão saúde são importantes no contexto da coleta seletiva, pois presumem a avaliação dos riscos potenciais à saúde que os catadores estão expostos. Compreender estes riscos é imprescindível para a elaboração de ações e estratégias que minimizem as ameaças à saúde do catador. Nesta perspectiva, estes indicadores buscam avaliar a quantidade de catadores que possuem exames em dias, a existência de seguros em casos de acidentes e os perigos envolvidos para os catadores no local de trabalho (Quadro 13)

Quadro 13 – Indicadores da Dimensão Saúde

	Indicador		Forma de Mensuração	Tendência à Sustentabilidade – TS
Dimensão Saúde	I 25	Catadores com vacinação em dia e exames periódicos de saúde - %	Qntd de catadores vacinados e com exames periódicos * 100 / Qntd total de catadores	<b>MF</b> > 80%
				<b>F</b> 50 a 80%
				<b>D</b> < 50%
	I 26	Seguro de acidentes ocasionados no local de trabalho	Existência de seguro em casos de acidente	<b>MF</b> Existe e se mantém durante o período de afastamento do funcionário
				<b>F</b> Existe, mantendo durante um mês
				<b>D</b> Não existe seguro
	I 27	Catadores associados afastados por acidentes ou lesões ocasionados pelo manejo de resíduos ou doenças em geral - %	Nº de catadores afastados pelas condições de saúde * 100 / Nº de total de catadores	<b>MF</b> < 20%
				<b>F</b> 20 a 50%
				<b>D</b> > 50%
	I 28	Situações de risco existentes para os catadores nas associações - %	Nº de situações de risco * 100 / Nº total de situações	<b>MF</b> < 20%
				<b>F</b> 20 a 50%
				<b>D</b> > 50%

MF – Muito Favorável; F – Favorável; D – Desfavorável.

#### 5.1.6 Dimensão COVID-19

A construção destes indicadores foi motivada pelos impactos na gestão de resíduos ocasionados pela pandemia por COVID-19 (Quadro 14). É inegável a importância da abordagem deste tema, principalmente por se tratar de uma temática atual e que atinge esferas sociais, econômicas e ambientais.

Diante destas circunstâncias, a utilização de indicadores que contemplem esta abordagem é indispensável para o alinhamento de ideias e construção de estratégias de âmbito federal, estadual e municipal, garantindo a sistematização e acessibilidade a informações que orientem a população acerca da importância do manejo adequado dos resíduos sólidos em situações específicas como a mencionada.

Estes indicadores promovem o monitoramento da conjuntura social dos catadores associados nos núcleos de coleta seletiva, além de avaliar a existência de ações educativas para os catadores e população, a respeito do manejo dos resíduos durante a pandemia.

Quadro 14 – Indicadores da Dimensão COVID-19

	Indicador		Forma de Mensuração	Tendência à Sustentabilidade – TS
Dimensão COVID-19	I 29	Treinamentos e capacitações em períodos de pandemia	Existência de capacitações reforçando a importância da higienização contínua, uso de EPI's.	MF- Capacitação contínua de catadores nas cooperativas e centrais de triagem
				F- Capacitação esporádica
				D- Não existência de ações de capacitação.
	I 30	Remuneração dos catadores	Existência de auxílio temporário durante a pandemia	MF- Auxílio financiado pela prefeitura, órgão público ou empresa privada + Auxílio Emergencial do Governo Federal
				F- Apenas auxílio emergencial ofertado pelo Governo Federal
				D- Não recebimento de qualquer auxílio social
	I 31	Campanhas de divulgação para orientar a população acerca do manejo dos resíduos sólidos durante períodos de desastres/epidemias/pandemias	Existência e frequência das campanhas de educação ambiental para a população	MF – Existem, com frequência igual ou superior a 3 dias por semana
				F - Existem, com frequência inferior a 3 dias por semana
				D - Não existem campanhas
	I 32	Catadores afastados por Covid-19	Nº de catadores afastados * 100 / Nº total de catadores	MF- < 20%
				F- 20 a 40%
				D- > 40%

MF – Muito Favorável; F – Favorável; D – Desfavorável.

## 5.2 VALIDAÇÃO DOS INDICADORES PELO MÉTODO DELPHI

### 5.2.1 Perfil dos Participantes

Cinquenta e cinco (55) indivíduos foram identificados e convidados para integrar o grupo de colaboradores. Estes profissionais atuam nas seguintes instituições: Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR), Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), Associação Paraibana de Amigos da Natureza (APAN), Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), Secretaria de Estado do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca (SEDAP), Faculdade Internacional da Paraíba (FPB).

Dos 55 especialistas contatados, 35 aceitaram participar da pesquisa, respondendo o termo de aceite e contribuindo com a primeira rodada do Método Delphi. Essa amostra

representa 63,6 % do total, indicando que mais da metade dos especialistas requisitados se propuseram a contribuir com a pesquisa.

Na Tabela 3 pode-se constatar a presença majoritária de participantes do gênero feminino, correspondendo a 71%, e 29% do gênero masculino. A faixa etária oscilou de 25 a mais de 56 anos, com concentração de idades entre 25 e 35 anos (52%), seguido de 36 a 45 anos (24%). Estes dados revelam a diversidade do público colaborador, com grande atuação de jovens pesquisadores na temática de resíduos sólidos.

No que diz respeito à formação dos especialistas, houve predominância de engenheiros das mais diversas áreas, direcionando o estudo para uma perspectiva mais técnica. Desse modo, engenheiros civis e ambientais foram os mais recorrentes, com 49% e 39%, respectivamente. As demais formações verificadas foram engenharia agrônoma, engenharia sanitária e gestão ambiental (Tabela 3).

Tabela 3 – Informações Gerais dos Especialistas Participantes da Rodada Delphi

<b>Perfil dos especialistas</b>	
<b>Gênero</b>	
Feminino	71%
Masculino	29%
<b>Faixa etária</b>	
25 - 35 anos	52%
36 - 45 anos	24%
46 - 55 anos	16%
> 56 anos	8%
<b>Formação</b>	
Engenharia Civil	49%
Engenharia Ambiental	39%
Engenharia Agrônoma	6%
Engenharia Sanitária	3%
Gestão Ambiental	3%
<b>Nível de Escolaridade</b>	
Graduação	9%
Especialização	11%
Mestrado	37%
Doutorado	43%

### *5.2.2 Primeira Rodada do Método Delphi*

Na primeira rodada do Método Delphi, como já citado, o instrumento foi enviado para 55 especialistas, com retorno de 35 devidamente respondidos, resultando em um percentual de respostas de 63,6%. Esta etapa ocorreu entre os meses de abril a junho de 2020, sendo o prazo de envio dilatado duas vezes. A ampliação de prazos é recorrente em estudos que aplicam este método, pois trata-se de um processo lento e que envolve diversos fatores como a dimensão da análise, o tipo e acessibilidade aos especialistas (SCHMALZ; SPINLER; RINGBECK, 2021)

Trinta e dois (32) indicadores seguiram para análise da relevância e concordância com as gradações atribuídas às tendências à sustentabilidade. O retorno do documento preenchido permitiu compreender a visão dos especialistas em relação aos indicadores pré-estabelecidos no estudo. O primeiro momento resultou em 125 observações, abarcando sugestões de alteração, exclusão e inclusão de novos indicadores e suas respectivas tendências (Apêndice B). Todas as recomendações foram analisadas de maneira criteriosa e sintetizadas preservando a ideia principal, sendo acatadas quando consideradas pertinentes.

Os resultados estatísticos correspondentes a 1ª rodada do Método Delphi para as dimensões política/institucional, econômica, social, ambiental, saúde e Covid-19 encontram-se na Tabela 4. De acordo com os dados, foi constatado que dos 32 indicadores sugeridos, 30 atingiram o consenso desejado. Entretanto, apesar da elevada aceitação, a maioria dos indicadores foram submetidos a modificações, conforme sugestões dos especialistas.

Os indicadores I 04 – Cobertura do serviço, I 05 – Adesão da população, I 06 – Programas de educação e divulgação e I 14 – Renda média mensal nas associações, alcançaram 100% de consenso entre os especialistas.

Em contrapartida, os indicadores I 16 - Inclusão de catadores não associados e I 17 - Rotatividade de catadores, pertencentes à dimensão social apresentaram as menores taxas de concordância, 74,3% e 71,4%, respectivamente, sendo inferiores ao admitido que foi  $\geq 75\%$ . Por esta razão, estes indicadores foram eliminados e não seguiram para a 2ª rodada. A falta de consenso pode ter sido motivada pela dificuldade de calcular e acompanhar estas ferramentas, inclusive, os participantes ressaltaram que a rotatividade dos catadores (I 17) pode ser justificada por várias razões como condições precárias de trabalho ou salários abaixo do esperado, e por esta razão, a sustentabilidade dos demais indicadores pode garantir a redução dessa alternância.

O indicador com maior número de objeções foi o I 03 – Autofinanciamento, onde os especialistas relataram a dificuldade em mensurar esta ferramenta, e complementaram que uma maneira de reduzir o acréscimo de taxas para a população (sugerido pelo indicador), seria por meio da formalização de parcerias.

O indicador I 02 – Existência de parcerias foi considerado importante, entretanto, foi bastante questionado em relação às tendências a sustentabilidade. Para os contribuintes, as gradações poderiam abranger menores valores, visto a dificuldade encontrada pelos programas de coleta seletiva em formalizar parcerias.

A análise dos catadores formais que atuam na coleta seletiva (I 15) foi considerada desafiadora, notada a dificuldade em reconhecer a categoria e a necessidade da realização de pesquisas censitárias para coletar dados atualizados a respeito da quantidade de catadores que atuam de maneira informal no município. Apesar da complexidade em executar este indicador, optou-se pela permanência do mesmo para a 2ª rodada.

A princípio, os indicadores condições de trabalho (I 18) e uso de equipamento de proteção individual - EPI's (I 19) eram desmembrados, após palpites dos especialistas, optou-se pela incorporação do I 19 ao I 18 como condição de trabalho desejável. Assim, os resultados obtidos pelos indicadores segregados foram desconsiderados e seguiram para análise na 2ª rodada.

No que diz respeito à concordância com a Tendência à Sustentabilidade - TS, infere-se que todas as gradações estabelecidas alcançaram aprovação igual ou superior a 60%. Os indicadores com menores concordâncias foram o I 05 - Adesão da população, I 13 - Custo da coleta seletiva em relação à coleta regular e I 03 – Autofinanciamento, com 60%, 62,9% e 68,6%, respectivamente. Apesar da satisfatória taxa de aceitação, houve ressalvas, principalmente na atualização de valores e ampliação de gradações para abarcar faixas menores de taxas.

Os valores de discordância oscilaram entre 2,9% e 11,4%, em que os indicadores com maiores percentuais de divergência foram o I 26 - Seguro de acidentes ocasionados no local de trabalho (11,4%) e o I 27 – Catadores associados afastados por acidentes ou lesões ocasionadas pelo manejo de resíduos ou doenças em geral (8,6%). O parâmetro de concordância foi adotado com o intuito de analisar a anuência dos especialistas em relação às escalas propostas, e se as mesmas são adequadas e viáveis para o indicador.

Como produto da primeira rodada, 07 indicadores foram excluídos, 04 incluídos e 25 mantidos. Dos vinte e cinco, 17 foram modificados e 07 mantiveram inalterados. Foram feitas alterações nas denominações, fórmulas de cálculo e gradações das tendências à sustentabilidade. Além disso, edições nas nomenclaturas das dimensões saúde e Covid-19 foram realizadas com o intuito de tornar as dimensões mais abrangentes. Dessa forma, a dimensão saúde foi renomeada para Saúde e Segurança do Catador, e a dimensão Covid-19 para Desastres, Epidemias e Pandemias.



Tabela 4 – Resultado da Primeira Rodada do Método Delphi para as Dimensões de Sustentabilidade

Dimensão Política/Institucional								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	Σ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
<b>I 01</b> - Instrumentos legais na relação da prefeitura com prestadores de serviço de coleta seletiva	4,71	5	97,1	33	85,7	8,6	-	Modificado
<b>I 02</b> - Existência de parcerias	4,49	5	94,3	34	82,9	11,4	2,9	Modificado
<b>I 03</b> – Autofinanciamento	4,57	5	91,4	34	68,6	25,7	2,9	Excluído
<b>I 04</b> - Cobertura do serviço	4,86	5	100	33	74,3	17,1	2,9	Modificado
<b>I 05</b> - Adesão da população	4,97	5	100	33	60	28,6	5,7	Modificado
<b>I 06</b> - Programas de educação e divulgação	4,83	5	100	33	82,9	11,4	-	Modificado
<b>I 07</b> – Membros capacitados	4,71	5	97,1	33	82,9	8,6	2,9	Modificado
<b>I 08</b> - Informações sistematizadas e disponibilizadas sobre coleta seletiva para a população	4,69	5	97,1	33	82,9	11,4	-	Excluído
Dimensão Econômica								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	Σ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
<b>I 09</b> - Custo do serviço de coleta seletiva em relação a massa coletada seletivamente- R\$/t	4,6	5	94,3	32	82,9	8,6	-	Inalterado
<b>I 10</b> - Percentual de materiais recicláveis comercializados	4,83	5	94,3	33	85,7	8,6	-	Modificado
<b>I 11</b> - Percentual do custo do programa de coleta seletiva em relação ao custo com manejo de resíduos	4,44	5	91,4	31	74,3	14,3	-	Excluído
<b>I 12</b> - Percentual do orçamento municipal destinado aos serviços de coleta seletiva	4,4	5	80	32	71,4	17,1	2,9	Inalterado
<b>I 13</b> - Custo da coleta seletiva em relação à coleta regular	4,34	5	82,9	32	62,9	28,6	-	Modificado

Tabela 4 - Resultado da Primeira Rodada do Método Delphi para as Dimensões de Sustentabilidade

Continuação

Dimensão Social								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	Σ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
I 14 - Renda média mensal nas associações	4,86	5	100	33	80	14,3	-	Modificado
I 15 - Catadores formais que atuam na coleta seletiva	4,54	5	91,4	33	77,1	17,1	-	Modificado
I 16 – Inclusão de catadores não associados	4,03	4	74,3	32	74,3	14,3	2,9	Excluído
I 17 - Rotatividade de catadores	4,09	4	71,4	33	80	14,3	-	Excluído
I 18 - Condições de trabalho	Indicador I 19 incorporado ao I 18.							
I 19 – Uso de EPI's								
Dimensão Ambiental								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	Σ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
I 20 - Massa per capita coletada seletivamente	4,97	5	97,1	32	71,4	17,1	2,9	Inalterado
I 21 - Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de RSU	4,63	5	94,3	32	80	8,6	2,9	Modificado
I 22 – Taxa de rejeitos	4,56	5	88,6	32	82,9	8,6	-	Inalterado
I 23 - Taxa de recuperação de recicláveis	4,63	5	97,1	33	80	11,4	2,9	Inalterado
I 24 - Satisfação da população atendida em relação à coleta seletiva (periodicidade/ frequência/horário)	4,29	4	88,6	33	77,1	17,1	-	Excluído

Tabela 4 - Resultado da Primeira Rodada do Método Delphi para as Dimensões de Sustentabilidade

Continuação

Dimensão Saúde								
	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	$\Sigma$ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
<b>I 25</b> - Catadores com vacinação em dia e exames periódicos de saúde	4,74	5	97,1	33	77,1	14,3	2,9	Inalterado
<b>I 26</b> - Seguro de acidentes ocasionados no local de trabalho	4,49	5	88,6	33	77,1	5,7	11,4	Excluído
<b>I 27</b> - Catadores associados afastados por acidentes ou lesões ocasionados pelo manejo de resíduos ou doenças em geral	4,63	5	94,3	33	74,3	11,4	8,6	Inalterado
<b>I 28</b> - Situações de risco existentes para os catadores nas associações	4,29	5	85,7	32	71,4	14,3	5,7	Modificado
Dimensão COVID-19								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	$\Sigma$ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
<b>I 29</b> - Ações educativas voltadas a higienização e utilização de EPI's durante e pós-pandemia	4,83	5	97,1	33	74,3	20	-	Modificado
<b>I 30</b> - Remuneração dos catadores	4,83	5	97,1	32	82,9	8,6	-	Inalterado
<b>I 31</b> - Campanhas de divulgação para orientar a população acerca do manejo dos resíduos sólidos durante períodos de desastres/epidemias/pandemias	4,82	5	94,3	32	80	11,4	-	Inalterado
<b>I 32</b> - Catadores afastados por Covid-19	4,79	5	94,3	32	74,3	11,4	5,7	Modificado

V – Número de questionários válidos; C – Concordo; CP – Concordo Parcialmente; D – Discordo.

Além da exclusão de dois indicadores da dimensão social (I 16 e I 17) por não terem atingido o consenso, mais 05 indicadores foram eliminados em função da dificuldade em mensurá-los e da inviabilidade em reformular estes indicadores. Os indicadores suprimidos foram: 02 pertencentes à dimensão Política/Institucional (I 03 e I 08), um Econômica (I 11), um Ambiental (I 24) e um da Covid-19 (I 26), totalizando a eliminação de 07 indicadores, conforme mostrado no Quadro 15.

As principais causas para eliminação dos indicadores mencionados foram fundamentadas nas contribuições dos especialistas, que alegaram a dificuldade em avaliar os indicadores I 03 (Autofinanciamento) e I 08 (Informações sistematizadas e disponibilizadas sobre coleta seletiva para a população). Paralelamente, consideraram o I 11 (Percentual do custo do programa de coleta seletiva em relação ao custo com manejo de resíduos) irrelevante, pois mesmo que os custos sejam elevados, torna-se algo relativo em função dos ganhos que a sociedade pode ter.

O I 24 (Satisfação da população atendida em relação à coleta seletiva) trata-se de um indicador sujeito ao feedback da população em relação aos serviços da coleta seletiva. Por este motivo, foi considerado um indicador vulnerável em relação a quem responde, em virtude dos diversos fatores envolvidos, além disso, não existem dados atualizados a respeito da satisfação da população atendida pela coleta seletiva, inviabilizando a avaliação deste indicador.

Quadro 15 - Indicadores de Sustentabilidade Excluídos Após Primeira Rodada do Método Delphi

Dimensão	Indicadores excluídos
Política/Institucional	I 03 – Autofinanciamento
	I 08 - Informações sistematizadas e disponibilizadas sobre coleta seletiva para a população
Econômica	I 11 - Percentual do custo do programa de coleta seletiva em relação ao custo com manejo de resíduos
Social	I 16 – Inclusão de catadores não associados
	I 17 - Rotatividade de catadores
Ambiental	I 24 - Satisfação da população atendida em relação à coleta seletiva (periodicidade/ frequência/horário)
Saúde	I 26 - Seguro de acidentes ocasionados no local de trabalho

O Quadro 16 mostra os ajustes realizados para cada indicador, após as recomendações dos especialistas na 1ª rodada. Vinte e duas (22) formatações foram

realizadas, permitindo o aprimoramento e representação fidedigna dos indicadores para o estudo.

A modificação realizada no indicador 01 (Instrumentos legais na relação da prefeitura com prestadores de serviço de coleta seletiva) está relacionada às faixas de classificação das tendências. Na primeira rodada, a tendência desfavorável considerava a existência de convênio sem repasse financeiro, entretanto, os especialistas criticaram, evidenciando que a existência de convênio não deveria ser considerada algo desvantajoso, por este motivo, para a segunda rodada foi estabelecido como desfavorável a ausência de contrato ou convênio da Prefeitura com prestadores de serviços.

O indicador 05 (Adesão da população) ponderava na tendência muito favorável a participação plena e efetiva da população atendida pelo sistema de coleta seletiva, contudo, é reconhecida a dificuldade da participação da população por diversas razões, principalmente culturais. Deste modo, os especialistas julgaram os valores das tendências elevados e que estes deveriam ser modificadas, aproximando-se da realidade.

As críticas para o indicador I 06 – Programas de Educação e Divulgação promoveram a alteração da forma de mensuração e gradações da TS. A seguinte observação promoveu a modificação das escalas: “Atividades com frequência definida (quinzenal, mensal, bimestral) pode ser considerado permanente, a diferença pode estar na abrangência do programa”. Destarte, a edição na forma de mensuração contemplou a existência e abrangência dos programas, e as tendências consideraram o público alcançado por estas ações.

Na Dimensão Saúde, o I 28 - Situações de risco existentes para os catadores nas associações foi contestado em razão das inúmeras condições de riscos que os catadores estão submetidos, dificultando a estimativa desta ferramenta. Como alternativa, foi proposta a avaliação por risco ocupacional de acordo com a proposto pela Portaria Nº 25/1996 em riscos de acidentes, ergonômicos, físicos, químicos e biológicos (BRASIL, 1996).

Quadro 16 - Modificações Realizadas nos Indicadores Após Primeira Rodada do Método Delphi

Alteração		1ª rodada	Modificações para 2ª rodada
<b>Indicador</b>	<b>I 01</b>	Gradações	MF - Existência de contrato F - Existência de convênio com repasse financeiro D - Existência de convênio sem repasse financeiro
			MF - Existência de contrato ou convênio com repasse financeiro F - Existência de convênio sem repasse financeiro D - Não existência de contrato ou convênio

Quadro 16 - Modificações Realizadas nos Indicadores Após Primeira Rodada do Método Delphi

Continuação

Alteração			1ª rodada	Modificações para 2ª rodada
Indicador	I 02	Mensuração	Nº de requisitos atendidos * 100 / Nº de requisitos desejáveis	Quantidade de parcerias formalizadas
		Gradações	MF - $\geq 80,0\%$ F - 50,1 a 79,9% D - $\leq 50\%$	MF - > 4 parcerias F - 1 a 3 parcerias D - Nenhuma parceria
	I 04	Gradação da TS	MF - $\geq 85\%$ F - 50,1 a 84,9% D - $\leq 50\%$	MF - > 85% F - 50 a 85% D - < 50%
	I 05	Gradações	MF - 100% F - 50,1 a 99,9% D - $\leq 50\%$	MF - > 85% F - 50 a 85% D - < 50%
	I 06	Mensuração	Frequência anual de atividades desenvolvidas	Existência e abrangência do(s) programa(s) de educação e divulgação
		Gradações	MF - Permanente F - Quinzenal, mensal ou bimestral D - Anual/Pontual	MF - Existe e abrange todos os públicos (Propagandas de TV) F - Existe, mas abrange parte do público (redes sociais, atuação em escolas, empresas) D - Não existe programas de educação e divulgação.
	I 07	Nomenclatura	Membros capacitados	Catadores associados capacitados
	I 10	Mensuração	Qntd de materiais recicláveis comercializados * 100 / Qntd de materiais potencialmente	Qntd de materiais recicláveis comercializados * 100 / Qntd de materiais que chegam as cooperativas
	I 13	Nomenclatura	Custo da coleta seletiva em relação à coleta regular	Custo da coleta seletiva em relação à gestão de resíduos
		Mensuração	Custo total com coleta seletiva * 100 / Custo da coleta regular	Custo total com coleta seletiva * 100 / Custo com a gestão de resíduos
	I 14	Nomenclatura	Renda média mensal nas associações	Renda média mensal dos catadores associados nos núcleos de coleta seletiva
	I 15	Nomenclatura	Catadores formais que atuam na coleta seletiva	Catadores associados que atuam nos núcleos de coleta seletiva
		Mensuração	Qntd de catadores formais com carteira assinada x 100 / Qntd de catadores cadastrados	Qntd de catadores associados nos núcleos x 100 / Qntd de catadores que atuam na coleta seletiva
		Gradações	MF - > 50% F - 20 a 50% D - < 20%	MF - > 80% F - 50 a 80% D - < 50%
	I 21	Nomenclatura	Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de RSU	Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de RSU
		Gradações	MF - > 40% F - 20 a 40% D - < 20%	MF - > 20% F - 10 a 20% D - < 10%

Quadro 16 - Modificações Realizadas nos Indicadores Após Primeira Rodada do Método Delphi

Continuação

Alteração			1ª rodada	Modificações para 2ª rodada
Indicador	I 28	Nomenclatura	Situações de risco existentes para os catadores nas associações	Tipos de riscos existentes para os catadores nas associações
		Mensuração	Nº de situações de risco * 100 / Nº total de situações	Nº de riscos que os catadores estão expostos (por classe) * 100 / Nº total de riscos
		Gradações	MF - < 20% F - 20 a 50% D - > 50%	MF - < 10% F - 10 a 20% D - > 20%
	I 29	Nomenclatura	Treinamentos e capacitações em períodos de pandemia	Treinamentos e capacitações em períodos de desastres/epidemias/ pandemias.
	I 32	Gradações	MF - < 20% F - 20 a 40% D - > 40%	MF - < 10% F - 10 a 20% D - > 20%

Quatro (04) indicadores foram inseridos para compor a matriz, juntamente com as fórmulas de mensuração e escalas correspondentes às Dimensões de Sustentabilidade (Quadro 17). Estes indicadores condizem às Dimensões Política/Institucional, Econômica, Ambiental e Covid-19, e seguiram para avaliação na segunda rodada do Método Delphi.

Quadro 17 - Indicadores Incluídos Após Sugestões dos Especialistas

Dimensão	Indicador	Forma de Mensuração	Tendência à Sustentabilidade – TS
Política/ Institucional	Realização de capacitações com os catadores associados	Periodicidade das capacitações para os catadores associados	MF – Semestral
			F – Anual
			D – Não existem capacitações
Econômica	Existência de TCR e destinação de valor monetário para coleta seletiva	Existência da TCR e transferência de um percentual para a coleta seletiva	MF- Existe, e destina um percentual para a coleta seletiva que cobre os custos parciais.
			F- Existe, e destina um percentual para a coleta seletiva que cobre os custos parcialmente.
			D- Existe, mas não destinada uma taxa para a coleta seletiva.
Ambiental	Percentual de recicláveis vendidos diretamente para indústrias e/ou empresas - %	Quantitativo de recicláveis vendidos às indústrias e/ou empresas (t) * 100 / Quantitativo repassado aos atravessadores (t)	MF- > 90%
			F- 50 a 90%
			D- < 50%
Covid-19	Readequação do local de trabalho e fornecimento de materiais de prevenção	Nº de situação atendidas * 100 / Nº de situações desejáveis	MF- > 80%
			F- 50 a 80%
			D- < 50%

### *5.2.3 Segunda Rodada do Método Delphi*

A segunda rodada do Método Delphi ocorreu entre os meses de setembro e novembro de 2020, com prazo ampliado 03 vezes. Os documentos foram enviados para os 35 especialistas respondentes da primeira rodada, destes, 26 (74,3%) retornaram o documento preenchido. Houve a abstenção de 9 participantes, correspondendo a 25,7% do total. Nesta etapa, foi enviado o documento que incluía os indicadores a serem avaliados após alterações, além dos resultados da análise da primeira rodada com o feedback dos especialistas.

O envio do feedback e resultados alcançados na primeira etapa permitiu aos participantes visualizar e compreender as modificações efetuadas nos indicadores e, a partir destas informações, refletirem a possibilidade de alterar as notas atribuídas a relevância do indicador, com base nas médias e medianas; e modificar a concordância com as gradações estabelecidas para as tendências à sustentabilidade, de acordo com as alterações realizadas.

Na segunda fase desta etapa, 28 indicadores foram enviados para análise da relevância e concordância com as escalas das tendências a sustentabilidade. Com o retorno das respostas foram contabilizadas 46 sugestões (Apêndice C), que corresponderam a quinze (15) observações para os indicadores da Dimensão Política/Institucional, nove (09) para Dimensão Econômica, cinco (05) para Dimensão Social, seis (06) para Dimensão Ambiental, oito (08) para Dimensão Saúde e Segurança do Catador, três (03) para Dimensão Desastres, Epidemias e Pandemias.

Os resultados dos indicadores e respectivas tendências na segunda rodada do Método Delphi podem ser observados na Tabela 5. Todos os indicadores lograram êxito, sendo aprovados pelos especialistas com nível de consenso superior a 75%. O somatório das notas variou de 88,4% a 100%, com destaque para os indicadores das Dimensões Social e Ambiental que atingiram a unanimidade dos especialistas. No geral, houve convergência de opiniões, quando comparado à primeira rodada, tornando-se um indicativo de que as modificações realizadas foram acatadas.

Os indicadores com 100% de consenso desta rodada foram o I 01, I 03, I 04, I 05, I 06 e I 07 da Dimensão Política/Institucional, o I 09, I 10, I 11 da Dimensão Econômica, I 13, I 14, I 15 da Dimensão Social, I 16, I 17, I 18, I 19, I 20 pertencentes à Dimensão Ambiental, I 22 da Dimensão Saúde e Segurança do Catador, e os indicadores I 25, I 28 da Dimensão Desastres, Epidemias e Pandemias.



O menor consenso observado foi para o I 24 - Tipos de riscos existentes para os catadores nas associações, que foi de 88,4%. Os especialistas julgaram o indicador subjetivo e de difícil mensuração, em face da diversidade de riscos presentes no ambiente de trabalho. Embora contestado, optou-se pela permanência do indicador, levando em consideração que as informações fornecidas por esta ferramenta poderão contribuir, em um primeiro momento, para avaliação deste cenário.

O I 14 - Catadores Associados que Atuam nos Núcleos de Coleta Seletiva, foi bem avaliado, atingindo concordância de 100%. Entretanto, apesar da importância inegável, os especialistas alertaram para a medição e acompanhamento deste indicador, declarando-o complexo em virtude da escassez de dados sobre o quantitativo de catadores de recicláveis informais e da instabilidade no número de catadores associados.

Em relação às tendências à sustentabilidade, os dados apontaram para resultados satisfatórios nesta rodada, no qual todas as tendências obtiveram concordância superior a 75%. A menor concordância encontrada foi para o I 03 – Cobertura do Serviço, com 76,9%. No tocante à discordância das tendências foi constatado que os valores variaram de 3,8% a 7,7%, e apenas 05 indicadores apresentaram discordância nas tendências, que foram o I 12 - Existência da Taxa de Coleta de Resíduos - TCR e Percentual Concedido para a Coleta Seletiva (3,8%), I 14 - Catadores Associados que Atuam nos Núcleos de Coleta Seletiva (7,7%), I 17 - Taxa de Material Recolhido Seletivamente em Relação a Massa de RSU Potencialmente Reciclável (3,8%), I 19 - Taxa de Recuperação de Recicláveis (3,8%) e I 23 - Tipos de Riscos Existentes para os Catadores nas Associações.

Os indicadores I 11 – Custo da Coleta Seletiva em Relação aos Custos com a Gestão de Resíduos e o I 22 (Catadores Associados Afastados por Acidentes ou Lesões Ocasionadas pelo Manejo de Resíduos ou Doenças em Geral) foram excluídos em virtude da ausência de dados para mensurar estes indicadores. Quanto aos indicadores incluídos, três (I 07, I 20, I 28) obtiveram consenso de 100%, apenas o I 12 (Existência da TCR e Percentual Concedido para a Coleta Seletiva) atingiu 96,2%. O indicador I 28 (Readequação do Local de Trabalho e Fornecimento de Materiais de Prevenção em Situações de Desastres/Epidemias/Pandemias) foi o único destes que recebeu contribuições de ajustes das escalas, sendo as mesmas acatadas.

Tabela 5 - Resultados da Segunda Rodada do Método Delphi

Dimensão Política/Institucional								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	Σ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
I 01 - Instrumentos legais na relação da prefeitura com prestadores de serviço de coleta seletiva	4,92	5	100	26	88,5	11,5	-	Inalterado
I 02 - Existência de parcerias	4,54	5	96,1	26	84,6	15,2	-	Inalterado
I 03 - Cobertura do serviço	4,96	5	100	26	76,9	23,1	-	Inalterado
I 04 - Adesão da população	4,92	5	100	26	84,6	15,4	-	Modificado
I 05 - Programas de educação e divulgação	4,88	5	100	26	96,2	3,8	-	Modificado
I 06 – Catadores associados capacitados	4,77	5	100	26	96,2	3,8	-	Inalterado
I 07 - Realização de capacitações com os catadores associados	4,88	5	100	26	100	-	-	Inalterado
Dimensão Econômica								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	Σ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
I 08 - Custo do serviço de coleta seletiva em relação a massa coletada seletivamente	4,61	5	96,1	26	80,8	19,2	-	Inalterado
I 09 - Percentual de materiais recicláveis comercializados	4,92	5	100	26	88,5	11,5	-	Excluído
I 10 - Percentual do orçamento municipal destinado aos serviços de coleta seletiva	4,88	5	100	26	92,3	7,7	-	Inalterado
I 11 - Custo da coleta seletiva em relação aos custos com a gestão de resíduos	4,88	5	100	26	88,5	11,5	-	Excluído

Tabela 5 - Resultados da Segunda Rodada do Método Delphi

Continuação

Dimensão Econômica								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	$\Sigma$ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
I 12 - Existência da TCR e percentual concedido para a coleta seletiva	4,69	5	96,2	26	88,5	7,7	3,8	Inalterado
Dimensão Social								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	$\Sigma$ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
I 13 - Renda média mensal dos catadores associados nos núcleos de coleta seletiva	4,96	5	100	26	100	-	-	Inalterado
I 14 - Catadores associados que atuam nos núcleos de coleta seletiva	4,73	5	100	26	80,8	11,5	7,7	Inalterado
I 15 – Condições de trabalho	5	5	100	26	92,3	7,7	-	Inalterado
Dimensão Ambiental								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	$\Sigma$ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
I 16 - Massa per capita coletada seletivamente	4,92	5	100	26	88,5	11,5	-	Inalterado
I 17 - Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de RSU	4,92	5	100	26	84,4	11,5	3,8	Modificado
I 18 – Taxa de rejeitos	4,85	5	100	26	96,2	3,8	-	Inalterado
I 19 - Taxa de recuperação de recicláveis	4,85	5	100	26	88,5	7,7	3,8	Inalterado
I 20 - Percentual de recicláveis vendidos diretamente para indústrias e/ou empresas	4,77	5	100	26	100	-	-	Inalterado

Tabela 5 - Resultados da Segunda Rodada do Método Delphi

Continuação

Dimensão Saúde e Segurança do Catador								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	$\Sigma$ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
<b>I 21</b> - Catadores com vacinação em dia e exames periódicos de saúde	4,73	5	96,2	26	100	-	-	Modificado
<b>I 22</b> – Catadores associados afastados por acidentes ou lesões ocasionados pelo manejo de resíduos ou doenças em geral	4,77	5	100	26	96,2	3,8	-	Excluído
<b>I 23</b> - Tipos de riscos existentes para os catadores nas associações	4,58	5	88,4	26	84,6	7,7	7,7	Inalterado
Dimensão Desastres, Epidemias e Pandemias								
Indicador	Relevância			Concordância com a TS				Situação
	Média	Mediana	$\Sigma$ 4 e 5 %	V	C %	CP %	D %	
<b>I 24</b> - Treinamentos e capacitações em períodos de desastres/epidemias/pandemias	4,88	5	96,1	26	100	-	-	Inalterado
<b>I 25</b> - Remuneração dos catadores	4,88	5	100	26	100	-	-	Inalterado
<b>I 26</b> - Campanhas de divulgação para orientar a população acerca do manejo dos resíduos sólidos durante períodos de desastres/epidemias/pandemias	4,85	5	95,9	26	100	-	-	Inalterado
<b>I 27</b> - Percentual de catadores afastados por Covid-19	4,81	5	96,1	26	100	-	-	Inalterado
<b>I 28</b> - Readequação do local de trabalho e fornecimento de materiais de prevenção em situações de desastres/epidemias/pandemias	4,96	5	100	26	96,2	3,8	-	Modificado

V – Número de questionários válidos; C – Concordo; CP – Concordo Parcialmente; D – Discordo.

Detectada a necessidade de adaptar alguns indicadores para a versão final, foram ajustados 05 indicadores: **I 04** (Adesão da População), **I 05** (Programas de Educação e Divulgação), **I 22** (Catadores com Vacinação em Dia e Exames Periódicos de Saúde), **I 25** (Remuneração dos Catadores) e **I 28** (Readequação do Local de Trabalho e Fornecimento de Materiais de Prevenção em Situações de Desastres/Epidemias/Pandemias). As alterações preconizadas na segunda rodada são, em tese, alusivas às faixas de gradações (Quadro 18).

O indicador Adesão da População (I 04) considerava na forma de mensuração o número de “residências” que participam do programa, este termo refere-se a casas, condomínios e edifícios que participam da coleta seletiva. Com o intuito de tornar a forma de mensuração mais clara, optou-se por especificar o tipo de residência.

Em relação às tendências à sustentabilidade do indicador Programas de Educação e Divulgação (I 05), os especialistas propuseram a incorporação de programas de rádio na tendência muito favorável (MF), com propósito de incluir este público na abrangência dos programas, sendo esta sugestão considerada.

Em relação ao I 22, foi recomendado o aumento das gradações das tendências, visto a importância de gradações elevadas para estimular os cuidados que devem ser adotados pelos catadores. Sugestões semelhantes foram identificadas para o I 29, sendo ambas incorporadas.

O termo “remuneração” dos catadores (I 25) foi transcrito para “auxílio”, dado que remuneração se refere aos benefícios extra salariais, e neste caso, os catadores associados às cooperativas e associações não possuem salário fixo e carteira assinada, por tal motivo, houve a substituição dos termos.

Quadro 18 - Alterações Realizadas Após a Segunda Rodada do Método Delphi

Indicador	Alteração	2ª rodada	Modificações para Matriz Final
<b>I 04</b> – Adesão da população	Mensuração	Nº de residências que participam do programa * 100 / Nº de residências atendidas pelo programa	Nº de casas, edifícios e condomínios que participam do programa * 100 / Nº de residências atendidas pelo programa
<b>I 05</b> - Programas de educação e divulgação	Inclusão de programas de rádio na tendência MF	MF - Existe e abrange todos os públicos (Propagandas de TV)	MF - Existe e abrange todos os públicos (Propagandas de TV e rádio)
<b>I 22</b> - Catadores com vacinação em dia e exames periódicos de saúde	Gradação	<b>MF</b> - > 80% <b>F</b> - 50 a 80% <b>D</b> - < 50%	<b>MF</b> - > 90% <b>F</b> - 70 a 90% <b>D</b> - < 70%

Quadro 18 – Alterações Realizadas após a Segunda Rodada do Método Delphi

Continuação

Indicador	Alteração	2ª rodada	Modificações para Matriz Final
<b>I 25</b> – Remuneração dos catadores	Nomenclatura	Remuneração dos catadores	Auxílio dos catadores
<b>I 28</b> - Readequação do local de trabalho e fornecimento de materiais de prevenção em situações de desastres/epidemias/pandemias	Gradação	<b>MF</b> - > 80% <b>F</b> - 50 a 80% <b>D</b> - < 50%	<b>MF</b> - > 90% <b>F</b> - 50 a 90% <b>D</b> - < 50%

A interpretação dos resultados e recomendações moldou a estruturação dos indicadores, auxiliando na compreensão e eliminação de ambiguidade e incertezas. O Quadro 19 apresenta o resumo das duas rodadas do Método Delphi, em relação à quantidade de sugestões, alterações, inclusão e exclusão de indicadores.

Quadro 19 - Quantidade de Indicadores Iniciais, Modificados, Excluídos e Incluídos, após Sugestões dos Participantes.

Rodada	Com consenso	Sem consenso	Inicial	Final	Sugestões	Inalterado	Modificado	Excluído	Incluído
Primeira Rodada	30	2	32	28	125	7	18	7	4
Segunda Rodada	28	-	28	24	46	22	3	4	0

### 5.3 MATRIZ DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DA COLETA SELETIVA

Após a execução das duas rodadas do Método Delphi, foi possível elencar os indicadores mais relevantes a serem utilizados na análise do Programa de Coleta Seletiva da Cidade de João Pessoa-PB. A princípio, 32 indicadores foram sugeridos e, como produto das etapas findou em 24 indicadores de sustentabilidade para compor a matriz.

A matriz final de indicadores de sustentabilidade da coleta seletiva pode ser observada no Quadro 20. Esta contém em sua estrutura 24 indicadores distribuídos em 06 dimensões, 24 formas de mensuração e 72 tendências à sustentabilidade. O arranjo dos indicadores por dimensão encontra-se da seguinte forma: 07 Indicadores

Políticos/Institucional, 03 Econômicos, 03 Sociais, 04 Ambientais, 02 da Saúde e Segurança do Catador e 05 da Dimensão Desastres, Epidemias e Pandemias

Quadro 20 - Matriz de Indicadores de Sustentabilidade da Coleta Seletiva

DIMENSÃO POLÍTICA/INSTITUCIONAL		
Indicador	Forma de mensuração	Dimensão à Sustentabilidade
I 01 - Instrumentos legais na relação da prefeitura com prestadores de serviço de coleta seletiva	Existência e modalidade de instrumentos legais	<b>MF</b> - Existência de contrato ou convênio com repasse financeiro
		<b>F</b> - Existência de convênio sem repasse financeiro
		<b>D</b> - Não existência de contrato ou convênio
I 02 - Existência de parcerias	Quantidade de parcerias formalizadas	<b>MF</b> - $\geq 4$ parcerias
		<b>F</b> - 1 a 3 parcerias
		<b>D</b> - Nenhuma parceria
I 03 - Cobertura do serviço - %	Nº da população atendida pelo programa * 100 / Nº da população urbana do município	<b>MF</b> - $> 90\%$
		<b>F</b> - 70 a 90%
		<b>D</b> - $< 70\%$
I 04 - Adesão da população - %	Nº de casas, edifícios e condomínios que participam do programa * 100 / Nº de residências e condomínios atendidas pelo programa	<b>MF</b> - $> 85\%$
		<b>F</b> - 50 a 85%
		<b>D</b> - $< 50\%$
I 05 - Programas de educação e divulgação	Existência e abrangência do(s) programa(s) de educação e divulgação	<b>MF</b> - Existe e abrange todos os públicos (Propagandas de TV e Rádio)
		<b>F</b> - Existe, mas abrange parte do público (redes sociais, atuação em escolas, empresas)
		<b>D</b> - Não existem programas de educação e divulgação.
I 06 - Realização de capacitações	Periodicidade das capacitações para os catadores associados	<b>MF</b> - Semestral
		<b>F</b> - Anual
		<b>D</b> - Não existem capacitações
I 07 - Catadores associados capacitados	Nº de catadores associados capacitados * 100 / Nº total de catadores associados	<b>MF</b> - $> 85\%$
		<b>F</b> - 50 a 85%
		<b>D</b> - $< 50\%$



Quadro 20 – Matriz de Indicadores de Sustentabilidade da Coleta Seletiva

Continuação

DIMENSÃO ECONÔMICA		
Indicador	Forma de mensuração	Dimensão à Sustentabilidade
I 08 - Custo do serviço de coleta seletiva em relação a massa coletada seletivamente- R\$/t	Custo total com coleta seletiva / Qntd coletada seletivamente	MF - < R\$ 250,00
		F - R\$ 250,00 a R\$ 350,00
		D - > R\$ 350,00
I 09 - Percentual do orçamento municipal destinado aos serviços de coleta seletiva - %	Orçamento para coleta seletiva * 100 / Total do orçamento municipal	MF - > 6%
		F - 3 a 6%
		D - < 3%
I 10 - Existência da TCR e percentual concedido para a coleta seletiva	Existência da TCR e destinação de um percentual para a coleta seletiva	MF - Existe, e destina um percentual para a coleta seletiva que cobre os custos totais
		F – Existe, e destina um percentual para a coleta seletiva que cobre os custos parcialmente
		D - Existe, mas não destinada uma taxa para a coleta seletiva.
DIMENSÃO SOCIAL		
Indicador	Forma de mensuração	Dimensão à Sustentabilidade
I 11 - Renda média mensal dos catadores associados nos núcleos de coleta seletiva - R\$	Renda média mensal dos catadores / Salário mínimo vigente	MF - > 2 salários mínimos
		F - 1 a 2 salários mínimos
		D - < 1 salário mínimo
I 12 - Catadores associados que atuam nos núcleos de coleta seletiva - %	Qntd de catadores associados nos núcleos x 100 / Qntd total de catadores de recicláveis (associados + autônomos)	MF - > 80%
		F – 50 a 80%
		D - < 50%
I 13 – Condições de trabalho - % <sup>1</sup>	Nº de requisitos atendidos x 100 / Nº de requisitos desejáveis	MF - > 90%
		F - 60 a 90%
		D - < 60%

<sup>1</sup> Condições de trabalho desejáveis para os catadores nas cooperativas: Existência de refeitório, limpeza diária do refeitório, existência de sanitários, limpeza diária dos sanitários, controle periódico de roedores e insetos, ventilação e iluminação adequadas, controle de odores cômodos, assento em altura adequada ao trabalho, cobertura adequada da edificação, proteção física dos equipamentos que apresentam risco no manuseio (esteiras, prensas, moedor de vidro), utilização de EPI's.

Quadro 20 – Matriz de Indicadores de Sustentabilidade da Coleta Seletiva

Continuação

DIMENSÃO AMBIENTAL		
Indicador	Forma de mensuração	Dimensão à Sustentabilidade
I 14 - Massa per capita coletada seletivamente - kg/hab.ano	Qnt de recicláveis coletados via coleta seletiva / Pop urbana x ano	MF - > 14 kg/hab.ano
		F – 3 a 14 kg/hab.ano
		D - < 3 kg/hab.ano
I 15 – Taxa de rejeitos - %	(Qntd coletada seletivamente – Qntd Comercializada) x 100 / Qntd coletada seletivamente	MF - < 10%
		F - 10 a 20%
		D - > 20%
I 16 - Taxa de recuperação de recicláveis	Quantidade coletada seletivamente x 100 / Massa de resíduos potencialmente recicláveis	MF - > 80%
		F - 50 a 80%
		D - < 50%
I 17 – Percentual de recicláveis vendidos diretamente para indústrias e/ou empresas - %	Quantitativo de recicláveis vendidos às indústrias e/ou empresas (t) * 100 / Quantitativo comercializado (t)	MF - > 80%
		F - 50 a 80%
		D - < 50%
DIMENSÃO SAÚDE E SEGURANÇA DO CATADOR		
Indicador	Forma de mensuração	Dimensão à Sustentabilidade
I 18 - Catadores com vacinação em dia e exames periódicos de saúde - %	Qntd de catadores vacinados e com exames periódicos * 100 / Qntd total de catadores	MF - > 90%
		F - 70 a 90%
		D - < 70%
I 19 - Tipos de riscos existentes para os catadores nas associações - % <sup>2</sup>	Nº de riscos que os catadores estão expostos (por classe) * 100 / Nº total de riscos	MF - < 10%
		F - 10 a 20%
		D - > 20%

<sup>2</sup> Tipos de riscos existentes para os catadores nas associações:

**Riscos de acidentes:** Máquinas e equipamentos sem proteção e manutenção, possibilidade de incêndio e explosão, armazenamento inadequado, má iluminação, problemas com eletricidade, ferramentas improvisadas.

**Riscos ergonômicos:** esforço físico intenso, levantamento e transporte manual de peso, exigência de postura inadequada, controle rígido de produtividade, ritmos excessivos, trabalho diurno e noturno, jornada de trabalho prolongada, monotonia e repetitividade.

**Riscos físicos:** lesões auditivas provocadas por ruídos, vibrações, frio, calor, umidade, pressão, radiação.

**Riscos químicos:** poeiras, gases, vapores, substâncias compostas e produtos químicos.

**Riscos biológicos:** contaminação por vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas, bacilos.

Quadro 20 – Matriz de Indicadores de Sustentabilidade da Coleta Seletiva

Continuação

DIMENSÃO DESASTRES, EPIDEMIAS E PANDEMIAS		
Indicador	Forma de mensuração	Dimensão à Sustentabilidade
I 20 - Treinamentos e capacitações em períodos de desastres/epidemias/pandemias	Existência de capacitações reforçando a importância da higienização contínua, uso de EPI's, manuseio dos resíduos.	<b>MF</b> - Capacitação contínua de catadores nas cooperativas
		<b>F</b> - Capacitação esporádica
		<b>D</b> - Não existência de ações de capacitação
I 21 - Auxílio dos catadores	Existência de auxílio temporário durante períodos de desastres/epidemias/pandemias	<b>MF</b> - Auxílio financiado pela prefeitura, órgão público ou empresa privada + Auxílio Emergencial do Governo Federal
		<b>F</b> - Apenas auxílio emergencial ofertado pelo Governo Federal
		<b>D</b> - Não recebimento de qualquer auxílio social
I 22 - Campanhas de divulgação para orientar a população acerca do manejo dos resíduos sólidos durante períodos de desastres/epidemias/pandemias	Existência dos programas (via televisão, rádio, outdoor, redes sociais) e frequência das campanhas de divulgação.	<b>MF</b> - Existem, com frequência igual ou superior a 3 dias por semana
		<b>F</b> - Existem, com frequência igual ou inferior a 2 dias por semana
		<b>D</b> - Não existe campanhas
I 23 – Percentual de catadores afastados por Covid-19	Nº de catadores afastados por Covid-19 * 100 / Nº total de catadores associados	<b>MF</b> - < 10%
		<b>F</b> - 10 a 20%
		<b>D</b> - > 20%
I 24 - Readequação do local de trabalho e fornecimento de materiais de prevenção em situações de desastres/epidemias/pandemias <sup>3</sup>	Nº de situação atendidas * 100 / Nº de situações desejáveis	<b>MF</b> - > 90%
		<b>F</b> - 50 a 90%
		<b>D</b> - < 50%

<sup>3</sup> Situações desejáveis relacionadas ao ajuste do local de trabalho em situações de desastres/epidemias/pandemias: Fornecimento constante de máscaras, distribuição de luvas, disponibilidade de álcool gel em pontos estratégicos, instalação de pias por todo galpão, suprimento de produtos para desinfecção e higienização do local, escalas alternadas de turnos de trabalho, distância mínima de 1,5 entre catadores nas associações, fiscalizações.

## **5.4 VALIDAÇÃO DA MATRIZ DE INDICADORES NO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA**

### *5.4.1 Coleta seletiva da cidade de João Pessoa-PB*

A gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana do município de João Pessoa-PB são de responsabilidade da Prefeitura Municipal, por meio da Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR), sendo atribuída a esta a função de 21 serviços de limpeza urbana. As principais incumbências da EMLUR são: coleta e transporte de resíduos domésticos e comerciais, resíduos de podas, capinas e limpeza urbana; varrição, capina, pintura de meio fio e demais atividades no âmbito de limpeza pública, incluindo também ações de educação ambiental (JOÃO PESSOA, 2014). De acordo com a EMLUR (2019), todo o município é atendido pelos serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares.

No ano de 2018, a geração de resíduos sólidos em João Pessoa-PB foi de 258.932,52 toneladas, resultando em uma geração per capita de 0,89 kg/hab/dia (EMLUR, 2018), valor inferior à média nacional que foi de 1,039 kg/hab/dia para o mesmo ano (ABRELPE, 2019) e similar ao de cidades como Natal-RN e São Bernardo do Campo-SP, que possuem geração de 0,86 kg/hab/dia (NATAL, 2015) e 0,89 kg/hab/dia (SNIS, 2019), respectivamente.

A capital gera uma ampla variedade de resíduos sólidos, portanto, identificar os tipos de resíduos produzidos é primordial para o alinhamento de estratégias de coleta, transporte e tratamento. A composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares gerados na cidade de João Pessoa-PB, no ano de 2019, pode ser observada na Figura 4. Constata-se que os resíduos orgânicos são a fração mais expressiva, representando 57% da amostra, vale salientar que a matéria orgânica é resultante da soma da fração orgânica e verde. Este percentual é semelhante ao encontrado por diversos autores, que identificaram a matéria orgânica como parcela majoritária da composição gravimétrica em várias cidades brasileiras (MENEZES et al., 2019; SOUZA; MOURA; MACHADO, 2020; SILVA et al., 2020). A soma da parcela reciclável corresponde a 27%, com predominância de materiais plásticos (19%), seguidos de papelão (3%), papel (2%), vidro (2%) e metais (1%).

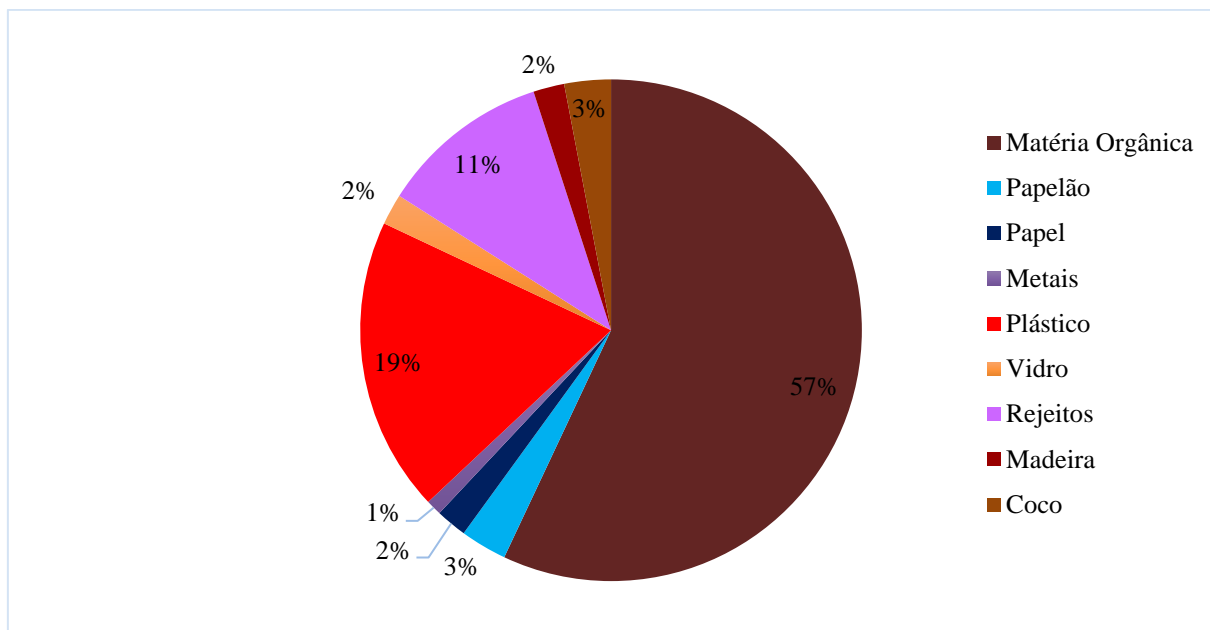


Figura 5 - Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade de João Pessoa, Paraíba (Fonte: EMLUR, 2019).

Pimentel et al. (2020) identificaram duas rotas de tratamento e disposição para os resíduos de João Pessoa: rota tecnológica convencional (RTC) e rota tecnológica seletiva (RTS), conforme mostrado na Figura 6. A RTC tem como início a coleta indiferenciada por meio de caminhões compactadores, e seguem para disposição final no Aterro Sanitário Metropolitano de João Pessoa (ASMJP). Os resíduos de alguns veículos passam pela pesagem e são levados à central de triagem – CT - localizada nas proximidades do ASMJP, onde a parcela reciclável é segregada e comercializada, e os rejeitos são destinados às células do ASMJP.

Em contrapartida, A RTS inicia com o recolhimento dos resíduos previamente segregados nas residências, e seguem para os núcleos de coleta seletiva localizados em alguns bairros da capital. Nos núcleos, é realizada a seleção dos resíduos por tipologia em metal, papel, papelão, vidro e borracha, sendo a parcela reciclável comercializada e os rejeitos encaminhados ao aterro sanitário do município (NÓBREGA et al., 2019). Vale ressaltar que os recicláveis são vendidos para os atravessadores que, posteriormente, revendem para as indústrias recicladoras (NÓBREGA et al., 2019; PIMENTEL et al., 2020).

Além da coleta seletiva porta a porta, o município conta com 12 conjuntos de Ponto de Entrega Voluntária (PEVs) espalhados em alguns bairros do município para a entrega de materiais como vidro, metal, plástico e papel. Os bairros que contemplam esses pontos são Manaíra, Tambaú, Cabo Branco, Bancários, Jaguaribe, Mangabeira, Valentina de Figueiredo,

Cristo. De acordo com dados da Emlur (2019), os PEVs são responsáveis pela coleta de cerca de uma (1) tonelada de resíduos potencialmente recicláveis (EMLUR, 2019).

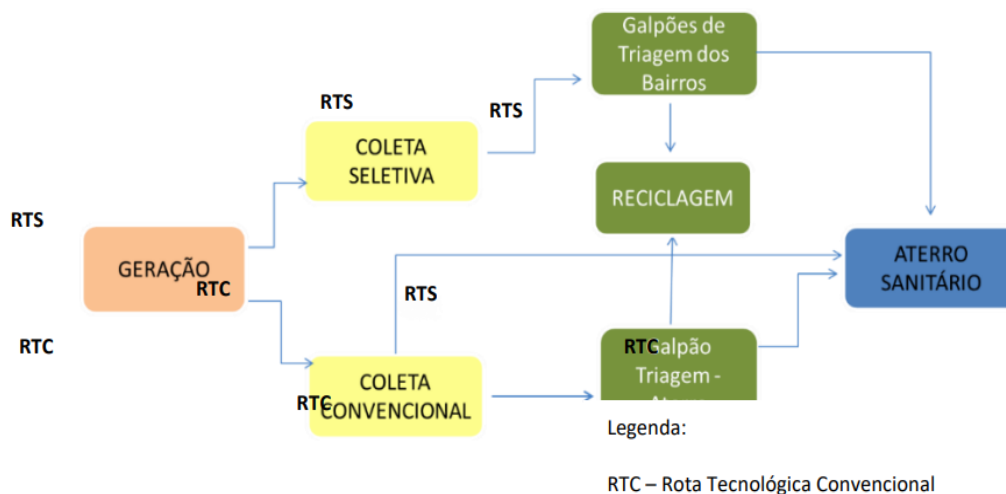


Figura 6 - Rota tecnológica dos Resíduos Sólidos de João Pessoa-PB (Fonte: Pimentel et al., 2020).

A capital paraibana, João Pessoa, opera o programa de coleta seletiva que possui taxa de cobertura de atendimento de 20,56% da área total do município, atingindo mais de 80.000 residências e condomínios (PIMENTEL et al., 2020). A capital possui índice de reciclagem de 5,3%, estando entre as capitais brasileiras que mais reciclam (EMLUR, 2019).

A coleta seletiva no município, em tese, deveria ser responsável pela coleta da fração seca potencialmente reciclável, entretanto, em razão da precariedade do sistema, grande parte dos resíduos recolhidos pelo sistema de coleta convencional é destinado ao ASMJP.

Para o funcionamento exitoso da coleta seletiva, a atuação dos catadores de materiais recicláveis é indispensável, pois são atores sociais fundamentais no gerenciamento integrado dos resíduos sólidos. Na capital, a coleta é desempenhada por catadores associados e catadores autônomos, ou seja, não possuem vínculo com organização formal (associações ou cooperativas). Em relação aos catadores formais, contabiliza-se 195 catadores associados (SNIS, 2018), por outro lado, não foram encontradas estimativas concretas do número de catadores autônomos existentes no município.

Atualmente, existem três associações de catadores de recicláveis: Associação de Trabalhadores de Materiais Recicláveis (ASTRAMARE), Acordo Verde e Associação de Catadores de Resíduos de João Pessoa (ASCARE). Estas associações atuam em 04 núcleos de coleta seletiva (contemplam 23 bairros da capital), além da Central de Triagem - CT. A CT está

localizada próxima à entrada ao Aterro Sanitário, sendo coordenada por associados da ASTRAMARE, onde atende toda João Pessoa, pois segrega a parcela reciclável que chega ao ASMJP, sendo responsável pelo maior volume de material coletado. No Quadro 21 é possível verificar as associações de catadores existentes, os respectivos núcleos e bairros contemplados por estes núcleos.

Quadro 21 - Associações de Catadores e Respectivos Núcleos de Coleta Seletiva da Cidade de João Pessoa-PB (Fonte: EMLUR, 2019).

Associação	Núcleos	Bairros atendidos por núcleo
Acordo Verde	Cidade Universitária	Jardim Cidade Universitária, Bancários, Anatolia
ASCARE	Bessa	Oceania, Aeroclube, Bessa, Manaíra
	Cabo Branco	Miramar, Cabo Branco, Altiplano, Tambaú
ASTRAMARE	Bairro dos Estados	Estados, 13 de maio, Torre, Pedro Gondim, Ipês, Mandacaru
	Central de Triagem	-

#### 5.4.2 Validação da Matriz de Indicadores

##### 5.4.2.1 Indicador 01 - Instrumentos Legais na Relação da Prefeitura com Prestadores de Serviço de Coleta Seletiva

O indicador foi classificado como favorável, pois foi constatado que existe apenas convênio entre prefeitura e o programa de coleta seletiva, sem repasse financeiro. A prefeitura fornece suporte à estas associações, através da concessão de galpões, fornecimento de EPI's, fardamentos, transporte para os catadores se locomoverem à Central de Triagem e serviços de manutenção. Em Itaquera, São Paulo, o programa de coleta seletiva também possui convênio com a prefeitura, onde a mesma apoia as associações por meio do pagamento de despesas fixas de serviços como aluguel, água, energia e impostos (PASCHOALIN FILHO et al., 2021).

Besen et al. (2017) descrevem este indicador como uma ferramenta importante na análise da existência das relações entre prefeituras e empresas ou organizações de catadores, pois permite o desenvolvimento da fiscalização e monitoramento por parte da prefeitura.

##### 5.4.2.2 Indicador 02 – Existência de Parcerias

O indicador I 02, apresentou-se como muito favorável em razão do número de parcerias formalizadas com o programa de coleta seletiva. No total, são mais de 04 parcerias com instituições públicas e iniciativas privadas. As parcerias são indispensáveis para o desempenho, expansão e continuidade do sistema. Estas auxiliam na estruturação financeira e operacional do programa (NOGUEIRA ZON et al., 2020).

#### *5.4.2.3 Indicador 03 – Cobertura do Serviço*

Este indicador investiga a abrangência do programa de coleta seletiva no município, ou seja, a população que está sendo assistida pelo sistema. Na análise foi considerada a população atendida pelo serviço em relação à população urbana, conforme mostrado na fórmula:

$$\text{Cobertura do serviço} = \frac{\text{População atendida pelo programa} * 100}{\text{População urbana do município}}$$

De acordo com estimativas do IBGE, a população residente estimada para a área urbana de João Pessoa no ano de 2019 foi de 805.962 (IBGE, 2019). Deste total, cerca de 350.000 habitantes são atendidos pelo programa de coleta seletiva (EMLUR, 2019), resultando em uma taxa de cobertura de 43%. Apesar dos investimentos para o aperfeiçoamento e efetividade do programa, ainda existem lacunas para atingir a universalização dos serviços proposto pela PNRS. Jucá, Barbosa e Sobral (2020) encontraram taxa de cobertura para a cidade de Recife-PE de 30%, valor similar foi encontrado por Dantas, M. (2019) ao analisar a abrangência da coleta seletiva na cidade de Natal-RN, que foi de 35%.

Siman et al. (2019) enfatizam para a importância da expansão da cobertura da coleta seletiva como uma forma de minimizar o descarte de materiais potencialmente recicláveis em aterro sanitários, pois além de diminuir a vida útil do aterro, provoca a perda de matéria e energia.

#### *5.4.2.4 Indicador 04 – Adesão da População*

Atualmente, não existem dados que informam o número de residências, edifícios e condomínios que aderem à coleta seletiva no município, dificultando a mensuração deste indicador. Desta forma, apesar da relevância indiscutível, não foi possível avaliar o referido



indicador, e por esta razão, foi classificado como desfavorável. Diversos municípios brasileiros não realizam o levantamento da população que participa efetivamente da coleta seletiva. Nogueira Zon et al. (2020) mostraram que de 24 municípios do Estado do Espírito Santo estudados, apenas dois mensuravam a quantidade de residências que aderiam à coleta seletiva, esta investigação torna evidente a falta de procedimentos adotados para estimar dados desta natureza.

A investigação da adesão é indispensável para a expansão do programa e maior aproveitamento dos materiais, a adesão deve estar alinhada com os programas de educação ambiental, uma vez que baixas taxas de aderência estão relacionadas à ausência da percepção ambiental por parte da população.

#### 5.4.2.5 Indicador 05 – Programas de Educação e Divulgação

Foi identificado que existem projetos de educação ambiental realizados pela EMLUR, Setor de Educação Ambiental (SEDEC), Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) e educadores ambientais do Centro de Estudos e Práticas Ambientais (CEPAM). As ações de educação ambiental existentes podem ser observadas no Quadro 22.

Quadro 22 - Projetos de Educação Ambiental da Coleta Seletiva do Município de João Pessoa-PB (Fonte: EMLUR, 2019).

Programa	Descrição	Abrangência
Limpinho 3R	Incentivar a população por meio de bonificações, para o progresso da coleta seletiva na área. Tratava-se de um projeto piloto que operava no Núcleo de Coleta ASCARE-JP.	Bairro do Bessa e proximidades
Alô Limpinho	Serviço de atendimento que recebe denúncias, reclamações, pedidos para coleta de resíduos ou limpeza de ruas.	-
Cidade Limpeza, Verão Beleza	Campanha realizada entre os meses de janeiro e fevereiro na orla, pelos educadores ambientais, conscientizando os banhistas a manterem as praias limpas, para tanto, são distribuídas sacolinhas biodegradáveis de praia e de carro.	População em geral
Santo de casa não faz milagre	Capacitação das pessoas que passam a adotar a coleta seletiva em casa ou no ambiente de trabalho.	Interessados em geral
Oficina de Reciclagem e Reaproveitamento	Reaproveitamento de materiais recicláveis através da confecção de objetos para decoração.	-
Oficinas de Compostagem com Servidores das Creches e Escolas	Estimula as escolas e creches municipais a realizarem compostagem com resíduos orgânicos gerados nas instâncias destas unidades.	Escolas e creches municipais

Estas ações são realizadas mediante solicitação feita por órgãos públicos, empresas privadas e escolas. O indicador foi avaliado como favorável, visto que as ações não contemplam toda a população, apenas uma parte específica do público. A possibilidade de incluir ações voltadas para toda a população por meio de propagandas, rádio e mídias sociais deve ser considerada como alternativas no processo de conscientização e transformação da perspectiva ambiental dos envolvidos, dado que a educação ambiental é um instrumento indispensável na promoção da sustentabilidade (KARPINSKI et al., 2017) e o pontapé inicial para o êxito na redução de geração e desperdício de materiais (PEREIRA; FERNANDINO, 2019).

Ferronato et al. (2021) relatam a importância das ações de divulgação da coleta seletiva, onde na Bolívia, pelo menos 30% da população conheceram e aderiram a coleta seletiva por meio da publicidade. Ainda de acordo com os autores, a ausência ou redução da propagação de informações interfere na participação e comprometimento da população com a coleta seletiva.

#### *5.4.2.6 Indicador 06 – Realização de Capacitações*

Em conversa com o Presidente de uma das Associações de Materiais Catadores de Recicláveis, foi relatado que algumas ações de capacitações foram realizadas nas associações. As iniciativas foram voltadas para os eixos de Segurança de Trabalho, utilização adequada de EPI's, gestão e comercialização dos materiais recicláveis. Em relação à periodicidade, ele declarou que não são ações contínuas, mas alega que à medida que surgem programas de qualificação, os catadores participam da dinâmica. O indicador foi classificado como favorável, apesar de não existir uma frequência destas atividades.

#### *5.4.2.7 Indicador 07 – Catadores Associados Capacitados*

O número total de catadores associados aos núcleos no ano de 2019 era de 157 (EMLUR, 2019). Entretanto, para o cálculo do indicador foi considerado o número de catadores entrevistados nos núcleos durante a etapa de levantamento das informações para o PMGIRS-JP. Esta opção foi considerada com o intuito de tornar a análise representativa, visto que os dados obtidos correspondem apenas a 72 de 157 catadores associados. Deste modo, dos 72 catadores associados entrevistados, apenas 13 eram capacitados. A porcentagem de catadores associados capacitados considerado no estudo foi de 18%, resultando em uma tendência desfavorável.

#### 5.4.2.8 Indicador 08 – Custo do Programa de Coleta Seletiva em Relação a Massa Coletada Seletivamente

Na análise do indicador I 08 foram consideradas todas as despesas associadas à coleta seletiva no ano de 2018, incluindo aluguel de imóveis, mão de obra, serviços e transporte. Os custos relacionados à mão de obra envolvem alimentação, fardamentos e EPI, salário dos motoristas; enquanto a modalidade serviços integra energia, água e esgoto. As despesas para o ano mencionado podem ser observadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Custos Diretos com a Coleta Seletiva no ano de 2018 (Fonte: Lins, 2020).

Anos	Custos				
	Aluguel de Imóveis	Mão de Obra	Serviços	Transporte	Total
2015	R\$31.320,00	R\$ 467.688,60	R\$ 38.957,85	R\$ 659.469,44	<b>R\$ 1.197.435,89</b>
2016	R\$31.320,00	R\$ 467.688,60	R\$ 49.405,66	R\$ 659.469,44	<b>R\$ 1.207.883,70</b>
2017	R\$31.320,00	R\$ 467.688,60	R\$ 63.434,27	R\$ 659.469,44	<b>R\$ 1.221.912,31</b>
2018	R\$31.320,00	R\$ 467.688,60	R\$ 53.550,61	R\$ 659.469,44	<b>R\$ 1.212.028,65</b>

O custo da coleta seletiva em relação à massa coletada seletivamente analisada no período de 2015 a 2018 variou de R\$ 318,70/t a 395,20/t (Tabela 7). O ano com menor custo foi 2018, provavelmente devido à quantidade de materiais coletado ter sido superior aos outros anos investigados, em contrapartida, o ano com maior despesa foi 2015, com R\$ 395,20/t. Estes valores são semelhantes a cidades como Aracaju-SE que apresentou custos de R\$ 357,00/t (DANTAS, J., 2019) e Salvador-BA de R\$ 339,52/t (FECHINE, 2014). Entretanto, Simas et al. (2019) encontraram resultados desfavoráveis para este indicador, onde 24 municípios do Espírito Santo apresentaram custos superiores a R\$ 500/t.

De acordo com a Pesquisa Ciclossoft 2018 realizada pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), o custo médio da coleta seletiva por tonelada no ano de 2018 foi de R\$ 442,24. Em comparação com o encontrado para João Pessoa-PB, foi possível concluir que o custo da capital é menor que a média nacional, indicando uma situação favorável para este indicador.

Tabela 7 - Custo com a Coleta Seletiva em Relação à Massa Coletada Seletivamente na Cidade de João Pessoa-PB.

Ano	Custo Total (R\$)	Massa coletada seletivamente (t/ano)	Custo em relação à massa coletada (R\$/t)
2015	R\$ 1.197.435,89	3030,04	395,20
2016	R\$ 1.207.883,70	3102,1	389,40
2017	R\$ 1.221.912,31	3373,84	362,20
2018	R\$ 1.212.028,65	3802,82	318,70

#### *5.4.2.9 Indicador 09 – Percentual do Orçamento Municipal Destinado aos Serviços de Coleta Seletiva*

Não existe uma parcela do orçamento municipal destinado diretamente à coleta seletiva. A Prefeitura, por meio da EMLUR, apoia os núcleos de coleta seletiva com manutenção, transporte, galpões e quitação de despesas. O indicador foi avaliado como desfavorável, pois distancia-se da sustentabilidade econômica.

#### *5.4.2.10 Indicador 10 – Existência da Taxa de Coleta de Resíduos (TCR) e Percentual Concedido para a Coleta Seletiva*

O indicador foi classificado como desfavorável, pois não há repasse financeiro da taxa arrecadada para a coleta seletiva. Apesar de existir TCR no município, o valor coletado não é suficiente para cobrir os custos com serviços de limpeza urbana. O PMGIRS-JP (JOÃO PESSOA, 2014) retrata que isso ocorre por duas razões principais: custos elevados de limpeza urbana e grande parcela de inadimplência por parte da população. No ano de 2018, foi arrecadado cerca de R\$ 23 milhões com taxa, representando apenas 20% das despesas totais (EMLUR, 2019).

A taxa de resíduos é considerada pela PNRS como uma das alternativas para atingir a sustentabilidade econômica das atividades de manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Na cidade de João Pessoa, a Taxa de Coleta de Resíduos (TCR) é regulamentada pela Lei Complementar nº 45/2007, que atribui a responsabilidade de contribuição aos proprietários de imóveis que usufruem dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos (JOÃO PESSOA, 2007).

Siddiqi, Haraguchi e Narayanamurti (2020) afirmam que a taxa de resíduos é adotada em vários municípios como um instrumento da gestão de resíduos, entretanto, a contribuição

em países em desenvolvimento é irrisória ou não se constitui como uma exigência por parte dos entes municipais.

#### *5.4.2.11 Indicador 11 - Renda Média Mensal dos Catadores Associados nos Núcleos de Coleta Seletiva*

O resultado para o indicador I 11 foi favorável, uma vez que a renda média mensal dos catadores se enquadra entre 1 e 2 salários mínimos. A renda dos associados depende do quantitativo coletado pelas associações. Entretanto, a média geral para o ano de 2018 foi calculada com base na receita arrecadada com a comercialização dos materiais recicláveis (Tabela 8). Considerando que o programa de coleta possuía 195 catadores associados no ano de 2018 (SNIS, 2018), estima-se o ganho mensal de R\$ 1115,30, valor superior ao salário mínimo vigente no ano de 2018, que era de R\$ 954,00.

Tabela 8 - Arrecadação dos Núcleos de Coleta Seletiva com a Venda de Recicláveis no Ano de 2018 (Fonte: Lins, 2020).

<b>Material</b>	<b>Valor arrecadado (R\$)</b>
Papel	452.081,00
Plástico	1.025.991,50
Vidro	24.658,40
Metal	1.107.163,75
<b>Total</b>	<b>2.609.894,65</b>

Miranda et al. (2020) ao analisarem 07 cooperativas de catadores situadas na cidade de Londrina-PR, identificaram que todas possuíam ganhos acima de 50% do salário mínimo vigente. Fernandes, Costa e Souza (2020) relatam como fatores impactantes na remuneração de catadores da cidade de Viçosa-MG a ineficiência da coleta seletiva, problemas de gestão e disputa de materiais com catadores não associados.

#### *5.4.2.12 Indicador 12 - Catadores Associados que Atuam nos Núcleos de Coleta Seletiva*

Apesar da relevância do indicador I 12, não foi possível mensurá-lo devido à ausência de dados a respeito da quantidade de catadores que atuam informalmente na coleta seletiva do município. Neste viés, o indicador apresentou uma tendência desfavorável.

#### 5.4.2.13 – Indicador 13 – Condições de Trabalho

As condições de trabalho para o desempenho das atividades nas cooperativas de catadores refletem diretamente no desempenho dos associados, na qual deve ser promovida a infraestrutura básica e condições satisfatórias de trabalho. Investimentos em infraestrutura podem viabilizar a sustentabilidade social e financeira, uma vez que promoverá a redução de acidentes no local de trabalho, aumento da produtividade e economia com investimentos a médio e longo prazo. Para a análise deste indicador foram definidas as condições de trabalho desejáveis proposto por Besen et al. (2017) (Quadro 23).

Em conversa informal com o Presidente de uma das associações de catadores, em janeiro de 2021, o mesmo relatou que não existem refeitórios nos galpões, pois os suprimentos como alimentação e água são fornecidos diretamente pela EMLUR. Em relação aos EPI's, o referido presidente afirma que são utilizados luvas, botas, máscaras, chapéus e óculos.

Quadro 23 - Condições de Trabalho Desejáveis nas Associações (Fonte: Besen et al., 2017).

Condições de Trabalho Desejáveis			
Existência de refeitório		Controle periódico de roedores, insetos	
Limpeza diária do refeitório		Ventilação e iluminação adequadas	X
Existência de sanitários	x	Cobertura adequada da edificação	X
Limpeza diária dos sanitários	x	Proteção física dos equipamentos que apresentam risco no manuseio	
Utilização de EPI's	x	Controle de odores cômodos	
Assento em altura adequada ao trabalho		-	

O indicador apresentou uma avaliação desfavorável, pois das 11 condições desejáveis, apenas 05 foram atendidas, representando 45,4% do total. Os requisitos atendidos foram existência e limpeza de sanitários, utilização de EPI's, ventilação e iluminação adequadas, e cobertura adequada da edificação. Uma realidade contrastante foi observada para o programa de coleta seletiva de Itabira-SP, em que todas as condições de trabalho foram atendidas e o indicador apresentou uma tendência à sustentabilidade muito favorável (SILVEIRA, 2018).

Os catadores associados desempenham suas funções em galpões que apresentam condições estruturais e de trabalho precárias, esta afirmação pode ser observada na Figura 7, que expõe a situação atual de um dos núcleos de coleta seletiva da cidade analisada. De acordo

com um dos Presidentes das Associações de Catadores, os núcleos existem desde o ano de 2003, e desde então melhorias não foram feitas.



Figura 7 - Condições de Trabalho dos Catadores em um dos Núcleos de Coleta Seletiva (Núcleo Bessa) (Fonte: Autora, 2021)

É possível observar que melhorias em diversos aspectos devem ser realizados para proporcionar condições satisfatórias de trabalho para os catadores, iniciando-se pela limpeza e reestruturação do galpão. Dutra, Yamane e Siman (2018) relatam que a ausência de condições apropriadas de trabalho interfere de forma direta na eficiência dos catadores. Para Nobre et al. (2020), a precariedade na infraestrutura dos galpões afeta a produtividade e, consequentemente, a expansão do sistema.

#### *5.4.2.14 Indicador 14 - Massa Per Capita Coletada Seletivamente*

O indicador I 14 foi classificado como desfavorável, pois apresenta uma massa per capita coletada de 5,28 kg/hab.ano, para o ano de 2018. Esse valor é ínfimo quando comparado ao coletado pela coleta regular que foi de 321,27 kg/hab.ano para o mesmo ano. Os quantitativos recolhidos via coleta seletiva são bastante variáveis, e de acordo com Silva, Jucá e Almeida (2017), possuem relação direta com a cobertura da coleta seletiva e os investimentos feitos para a melhoria do sistema. Na cidade de Salvador-BA o valor encontrado foi de 1,40 kg/hab. ano (FECHINE; MORAES, 2014),

#### 5.4.2.15 Indicador 15 – Taxa de Rejeitos

Em relação à taxa de rejeitos de materiais recicláveis, não existe o controle, sequer dados concretos a respeito do quantitativo que chega às associações. Os dados para esta análise foram extraídos do estudo realizado por Pimentel (2017) que estimou a parcela de resíduos que chegam aos núcleos de coleta e a respectiva fração comercializada, conforme a Tabela 9. Por meio destes dados, foi possível estimar a taxa de rejeitos do sistema, todavia, vale destacar para a necessidade de pesquisas que investiguem de maneira aprofundada e concreta a parcela de rejeitos dos núcleos e central de triagem.

O cálculo da taxa de rejeitos considerou apenas os núcleos de coleta seletiva, pois os resíduos que chegam às cooperativas são segregados e coletados por meio da rota tecnológica seletiva. Deste modo, a taxa de rejeitos encontrada foi de 8,9%, revelando que o indicador apresenta uma tendência muito favorável.

Tabela 9 - Quantitativo dos Materiais Coletados e Comercializados pelos Núcleos de Coleta Seletiva do Município no ano de 2015 (Fonte: Pimentel, 2017).

<b>Núcleo</b>	<b>Coletado</b>	<b>Comercializado</b>
Bessa	589,55	536,02
Estados	193,99	175,25
Cabo Branco	314,21	285,85
Cidade Universitária	257,6	235,96
Mangabeira	245,1	224,73
Total	1600,45	1.595,70

#### 5.4.2.16 Indicador 16 – Taxa de Recuperação de Recicláveis

Para o cálculo deste indicador, considera-se a massa coletada seletivamente em relação ao potencialmente reciclável. O total coletado no ano de 2018 foi 3802,82 t, enquanto a massa potencialmente reciclável foi de 54375,83 t, deste modo, a taxa de recuperação de recicláveis encontrada foi de 6,99% para o ano citado. Logo, o indicador foi classificado como desfavorável.

Apesar da tendência desfavorável deste indicador, o programa de coleta seletiva de João Pessoa-PB destaca-se como uma das cidades brasileiras que mais reciclam (EMLUR, 2019). De acordo com o SNIS (2019), a taxa média de recuperação no país foi de 2,2% para o ano de 2019, nessa perspectiva, o valor encontrado para o município de João Pessoa-PB está acima da



média nacional. Almeida e Mol (2020) encontraram índice de 0,68% para Belo Horizonte-MG, enquanto Dantas, M. (2019) verificou uma redução das taxas de recuperação em Natal-RN, reduzindo de 1,16% em 2013 para 0,92% em 2016.

A valorização dos recicláveis fortalece a economia, através da redução de despesas com coleta, transporte e destinação final; melhora o sistema de gestão de resíduos sólidos, diminui os impactos ambientais decorrentes da extração de matéria prima virgem e descarte inadequado de materiais, resgata a cidadania e gera renda. Por este motivo, é essencial que sejam desenvolvidas estratégias para que a população participe efetivamente da coleta, e os catadores desempenhem as atividades visando a maximização da recuperação dos resíduos.

#### *5.4.2.17 Indicador 17 - Percentual de Recicláveis Vendidos Diretamente para Indústrias e/ou Empresas*

O indicador foi classificado como desfavorável, pois os núcleos de coleta seletiva não vendem os recicláveis diretamente para as indústrias ou empresas recicladoras, este repasse ocorre inicialmente para os atravessadores (que atuam como intermediadores entre as cooperativas de catadores e indústrias recicladoras) que, posteriormente, comercializam estes materiais para indústrias/empresas recicladoras (EMLUR, 2019).

#### *5.4.2.18 Indicador 18 – Catadores com Vacinação em Dia e Exames Periódicos de Saúde*

De acordo com dados da EMLUR, no ano de 2019 10% dos catadores não eram vacinados, os demais (90%) eram vacinados contra tétano (43%), hepatite (33%) e outras doenças (14%). A tendência de sustentabilidade para o I 20 é favorável. Gutberlete e Uddin (2018) atentam para a importância da vacinação como uma das medidas de redução e prevenção de riscos à saúde dos catadores que manuseiam materiais contaminados ou cortantes.

#### *5.4.2.19 Indicador 19 – Tipo de Riscos Existentes para os Catadores nas Associações*

Em relação aos tipos de riscos ocupacionais definidos pela Portaria Nº 25/1994 (BRASIL, 1996), foram identificados os seguintes riscos nas associações: riscos de acidentes (máquinas e equipamentos sem proteção e manutenção, armazenamento inadequado, má

iluminação e ferramentas improvisadas), riscos ergonômicos (esforço físico intenso, levantamento e transporte manual de peso, exigência de postura inadequada, controle rígido de produtividade, ritmos excessivos, monotonia e repetitividade), riscos físicos (lesões auditivas provocadas por ruídos, frio, calor, umidade), riscos químicos (poeiras) e riscos biológicos (contaminação por vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas).

Dos 31 tipos de riscos estabelecidos, os catadores associados estão propensos a pelo menos 20 deles, o que representa 64,5% da amostra. Com isso, o indicador foi classificado como desfavorável. Miranda et al. (2020) relatam os riscos ergonômicos como um dos problemas encontrados nas associações, estando relacionados principalmente à postura inadequada durante a etapa de triagem dos recicláveis e o peso excessivo no transporte de materiais.

#### *5.4.2.20 Indicador 20 – Treinamento e Capacitações em Períodos de Desastres/Epidemias/Pandemias*

A Prefeitura Municipal, por meio da EMLUR, elaborou durante a pandemia do COVID-19 um protocolo com orientações de distanciamento e procedimentos como higienização frequente das mãos, uso contínuo de máscara e outros, que foram entregues às associações de catadores de materiais recicláveis. Além disso, foram distribuídos equipamentos de proteção e, na ocasião, os catadores foram orientados a respeito das medidas estabelecidas no protocolo. Estas instruções eram reforçadas em visitas aos núcleos e em reuniões com os presidentes das associações. O indicador foi classificado como muito favorável.

Foram desenvolvidas ações por parceiros com as associações, como Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que por meio de projetos de extensão distribuíram máscaras, cartilhas informativas e orientaram os catadores sobre as principais medidas a serem tomadas. Empresas como O Boticário e Havan também contribuíram com as associações, através do fornecimento de álcool gel.

Adotar medidas de segurança e reforçá-las é uma das formas de minimizar possíveis contágios, principalmente para os catadores, já que o vírus sobrevive em superfícies inanimadas por até 5 dias (VAN DOREMALEN et al., 2020). Para Zambrano-Monserrate, Ruano e Sanchez-Alcalde (2020) dentre os efeitos da pandemia destaca-se a redução das taxas de reciclagem em função dos riscos de contágio por superfícies inanimadas.

#### 5.4.2.21 Indicador 21 – Auxílio aos Catadores

Durante a Pandemia por COVID-19, os catadores cessaram temporariamente as atividades de coleta seletiva em razão dos possíveis riscos de infecção. Estas circunstâncias os colocaram em situação de vulnerabilidade econômica, tornando necessária a adoção de medidas emergenciais, como o auxílio. Um dos Presidentes das Associações informou que a gestão municipal não deu suporte financeiro aos catadores, as assistências financeiras recebidas foram providas do Programa de Logística Reversa parceiro das associações e do Governo Federal, por meio do auxílio emergencial. O indicador apresentou uma tendência favorável.

#### 5.4.2.22 Indicador 22 - Campanhas de Divulgação para Orientar a População Acerca do Manejo dos Resíduos Sólidos Durante Períodos de Desastres/Epidemias/Pandemias

No tocante às campanhas de divulgação voltadas para a população durante a pandemia, a EMLUR atuou em algumas vertentes como na elaboração de panfletos, pontuando as principais medidas de proteção e na orientação em relação ao descarte das máscaras, como uma ação preventiva de contaminação dos agentes de limpeza no manejo dos resíduos. Estas ações foram divulgadas por meio de entrevistas na TV aberta e também nas redes sociais. A avaliação do indicador foi favorável.

Os panfletos elaborados pela EMLUR para a campanha de divulgação podem ser observados na Figura 8.



Figura 8 - Materiais Elaborados para a Campanha de Conscientização da População Pessoaense (Fonte: EMLUR, 2020).

#### *5.4.2.23 Indicador 23 – Percentual dos Catadores Afastados por Covid-19*

Não foi possível mensurar este indicador em virtude da ausência de estatísticas concretas. A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) realizou o levantamento sobre a situação dos trabalhadores da gestão de resíduo sólidos das capitais brasileiras durante o período de isolamento pela pandemia e, constatou que de 1.430 agentes que atuam na gestão, 46 estavam com suspeita, sendo que 3 testaram positivo até o período de maio de 2020 (ABES, 2020). Todavia, estes dados não retratam a quantidade de catadores de materiais recicláveis afastados pela doença.

#### *5.4.2.24 Indicador 24 - Readequação do Local de Trabalho e Fornecimento de Materiais de Prevenção em Situações de Desastres/Epidemias/Pandemias*

O indicador mostrou-se desfavorável nesta análise, pois não houve adaptações estruturais dos núcleos de coleta seletiva durante a pandemia. As melhorias no ambiente de trabalho em situações adversas são indispensáveis para o funcionamento do sistema de forma segura. A adoção de medidas como higienização, fornecimento de EPIs e instruções de como os catadores devem proceder nestas ocasiões promove a redução de implicações futuras para os agentes da cadeia de reciclagem (SANTOS; CURI; SILVA, 2020). Vale ressaltar que os métodos de prevenção não devem limitar-se somente aos períodos de desastres, epidemias e pandemias, devendo ser um processo contínuo e direcionado para os catadores, já que existem outros patógenos transmissores de doenças.

### **5.5 GRAU DE SUSTENTABILIDADE DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA**

O Quadro 24 compila os resultados do cálculo dos indicadores, a classificação em termos de tendência da sustentabilidade e a pontuação atribuída a cada indicador de acordo com a tendência enquadrada.

Quadro 24 – Resultado dos Indicadores de Sustentabilidade

<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>	<b>TS</b>	<b>Avaliação de campo</b>	<b>Máxima Pontuação da Matriz</b>
01 - Instrumentos legais na relação da prefeitura com prestadores de serviço de coleta seletiva	Apenas Convênio	F	3	5
I 02 - Existência de parcerias	> 4	MF	5	5
I 03 - Cobertura do serviço - %	43%	D	1	5
I 04 - Adesão da população - %	Sem informações	D	0	5
I 05 - Programas de educação e divulgação	Existe, mas abrange parte do público	F	3	5
I 06 - Realização de capacitações	São realizadas capacitações	F	3	5
I 07 – Catadores associados capacitados	18%	D	1	5
I 08 - Custo do programa de coleta seletiva em relação a massa coletada seletivamente- R\$/t	R\$ 318,70 /t	F	3	5
I 09 - Percentual do orçamento municipal destinado aos serviços de coleta seletiva - %	Não destina	D	1	5
I 10 - Existência da TCR e percentual concedido para a coleta seletiva	Existe, mas não concede	D	1	5
I 11 - Renda média mensal dos catadores associados nos núcleos de coleta seletiva - R\$	R\$ 1115,30	F	3	5
I 12 - Catadores associados que atuam nos núcleos de coleta seletiva - %	Não existem informações	D	0	5
I 13 – Condições de trabalho - %	45,4%	D	1	5
I 14 - Massa per capita coletada seletivamente - kg/hab.ano	5,28 kg/hab.ano	D	1	5
I 15 – Taxa de rejeitos - %	8,9%	MF	5	5
I 16 - Taxa de recuperação de recicláveis	6,99	D	1	5
I 17 – Percentual de recicláveis vendidos diretamente para indústrias e/ou empresas - %	Não vende diretamente para empresas recicladoras	D	1	5
I 18 - Catadores com vacinação em dia e exames periódicos de saúde - %	90%	F	3	5
I 19 - Tipos de riscos existentes para os catadores nas associações - %	64,5%	D	1	5
<b>Total</b>			<b>37</b>	<b>100</b>

As notas de avaliação de campo resultantes da aplicação dos indicadores para o programa de coleta seletiva foram de 37 pontos, enquanto a pontuação máxima da matriz foi de 100 pontos. Com isso, foi determinado o Grau de Sustentabilidade (GS) do sistema. O GS do programa de coleta seletiva do município de João Pessoa foi de 3,7; revelando que o sistema apresenta baixa sustentabilidade (Quadro 25).

Embora tenha apontado baixa sustentabilidade, a Dimensão Política/Institucional apresentou o melhor desempenho na investigação, com pontuação de 4,3. Este resultado demonstra que a gestão municipal está articulada com as associações de catadores, fornecendo insumos para o fortalecimento da categoria. Em relação à cobertura do sistema, esta é insuficiente e pode ser considerada uma das principais causas para as baixas taxas de coleta de recicláveis no município.

A Dimensão Econômica apresentou baixa sustentabilidade, com 3,3 pontos. Infere-se que os custos com coleta seletiva apresentaram média sustentabilidade, todavia, estas despesas poderiam ser reduzidas com a cobrança efetiva da taxa de coleta de resíduos. A taxa de coleta é uma das alternativas para promover a sustentabilidade financeira do sistema, entretanto, na cidade de João Pessoa a contribuição não cobre as despesas com a gestão de resíduos sólidos.

O menor GS foi observado para a Dimensão Social (2,7), demonstrando que melhorias devem ser realizadas, principalmente no âmbito de trabalho, onde a infraestrutura é precária e os equipamentos precisam de manutenção contínua. Em relação aos ganhos dos catadores, estes excedem um salário mínimo, em média, mas poderiam ser maiores se o valor comercial dos recicláveis fossem valorizados e se não houvesse a competição de materiais com catadores autônomos.

Foi verificada baixa sustentabilidade para a Dimensão Ambiental, onde foi constatado que as principais lacunas existentes estão relacionadas às baixas taxas de coleta e elevada quantidade de materiais que são desviados para o Aterro Sanitário Metropolitano de João Pessoa (ASMJP) como rejeito, diminuindo o aproveitamento dos resíduos passíveis de reciclagem. Uma forma de solucionar esta problemática seria por meio da transformação da percepção ambiental da população para a redução da geração de resíduos sólidos, ou seja, otimizar o programa de coleta seletiva municipal.

A dimensão saúde e segurança do catador também promoveu a análise social, embora com um viés para as questões relacionadas ao bem-estar dos catadores. Os resultados dos indicadores demonstraram que a situação tangencia para uma insustentabilidade, pois diversos são os riscos inerentes às atividades desempenhadas por estes agentes. Por esta razão, monitorar

constantemente estes indicadores oportuniza a elaboração de medidas que garantam o conforto e segurança do catador.

Quadro 25 - Grau de Sustentabilidade por Dimensão do Programa de Coleta Seletiva

Dimensão	Grau de Sustentabilidade – GS	Situação
Política/Institucional	4,3	Baixa Sustentabilidade
Econômica	3,3	Baixa Sustentabilidade
Social	2,7	Baixa Sustentabilidade
Ambiental	4,0	Baixa Sustentabilidade
Saúde e Segurança do Catador	4,0	Baixa Sustentabilidade

Os indicadores da Dimensão Desastres, Epidemias e Pandemias não foram considerados na análise do Grau de Sustentabilidade, por se tratar de uma situação atípica e momentânea. Desta forma, os indicadores foram sugeridos para investigar as melhorias feitas pelos gestores no programa em situações adversas, como é o caso da Pandemia por COVID-19.

Através do Quadro 26, foi possível constatar que dos cinco indicadores da Dimensão Desastres, Epidemias e Pandemias, 1 apresentou tendência muito favorável (I 21), dois foram favoráveis (I22 e I 23) e dois desfavoráveis (I 24 e I 25). A construção de indicadores para a dimensão desastres, epidemias e pandemias promove a análise da influência de cenários adversos na gestão de resíduos sólidos. Diante dos impactos nas esferas sociais, ambientais e econômicas resultantes da pandemia por COVID-19, os resultados encontrados para esta dimensão mostraram-se otimistas, principalmente no quesito orientação da população e catadores a respeito da importância de medidas preventivas. No tocante à readequação dos galpões, não houve adaptação do local para melhor acomodar os catadores.

Quadro 26 - Resultados dos Indicadores da Dimensão Desastres, Epidemias e Pandemias

Indicador	Resultado	TS
I 21 - Treinamentos e capacitações em períodos de desastres/epidemias/pandemias	Ocorreram treinamentos	MF
I 22 - Auxílio dos catadores	Auxílio financiado por programa + Auxílio Emergencial	F
I 23 - Campanhas de divulgação para orientar a população acerca do manejo dos resíduos sólidos durante períodos de desastres/epidemias/pandemias	Foram realizadas campanhas com frequência igual ou inferior a 2 dias por semana	F
I 24 – Percentual de catadores afastados por Covid-19	Não existem informações	D
I 25 - Readequação do local de trabalho e fornecimento de materiais de prevenção em situações de desastres/epidemias/pandemias	Não houve readequações	D

TS – Tendência à Sustentabilidade; MF – Muito Favorável; F – Favorável; D – Desfavorável

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os indicadores de sustentabilidade propostos neste estudo mostraram-se executáveis na análise da coleta seletiva municipal. Por meio destas ferramentas foi possível identificar os pontos assertivos e as falhas do sistema. Em relação ao Método Delphi, este mostrou-se uma ferramenta eficiente no processo de validação dos indicadores, permitindo, por meio do consenso dos especialistas, reduzir erros e ambiguidade dos indicadores.

A matriz de indicadores de sustentabilidade da coleta seletiva estruturada nesta pesquisa pode ser aplicada para análise de diversos cenários, desde que sejam realizadas adaptações de acordo com as particularidades locais. A implantação desta proposta para o acompanhamento da gestão e gerenciamento dos resíduos é indispensável para o cumprimento da PNRS, que prevê os indicadores como parte do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos.

A coleta seletiva do município de João Pessoa-PB mostrou-se vulnerável em todas as dimensões analisadas para o período de 2018 a 2019. O Grau de Sustentabilidade (GS) encontrado foi de 3,7, revelando que o sistema apresenta baixa sustentabilidade. Dificuldades foram encontradas nas estimativas de alguns indicadores, em razão da ausência de dados sistematizados e confiáveis, desta forma, fica constatada a necessidade do planejamento e estruturação que viabilizem o acompanhamento de cenários por meio de indicadores.

Não se pode desprezar o progresso gradual da coleta seletiva na cidade de João Pessoa-PB. Entretanto, diversas são as dinâmicas que afetam a funcionalidade do sistema, como a universalização do serviço, melhoria das condições estruturais e incentivos. Desta forma, faz-se necessária a articulação do poder público municipal, associações de catadores e a sociedade para a melhoria e expansão do sistema.

Recomenda-se que os indicadores sejam utilizados continuamente pelos gestores como instrumento de monitoramento, identificação e controle das lacunas existentes, para que ações sejam delineadas buscando alcançar a sustentabilidade ambiental, financeira e social da coleta seletiva.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>>. Acesso em: 02 de mar. de 2020.
- AHMAD, S.; WONG, K. Y. Development of weighted triple-bottom line sustainability indicators for the Malaysian food manufacturing industry using the Delphi method. **Journal of Cleaner Production**, v. 229, p. 1167-1182, 2019.
- AHMED, M. S.; ARIF, M. F.; HOSSAIN, M. M. Prediction of solid waste generation and finding the sustainable pathways in the city of Dhaka. **Environmental Quality Management**, v. 31, n. 6, p. 1587-1601, 2020.
- ALFAIA, R. G. S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. Municipal solid waste in Brazil: a review. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 12, p. 1195–1209, 2017.
- ALMEIDA, C. M. C de.; MOL, M. P. G. Avaliação da coleta seletiva no município de Belo Horizonte, Brasil. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, v. 13, n. 3, p. 1032-1047, 2020.
- Anuário da Reciclagem – ANCAT. **Relatório de Atuação Da ANCAT 2017-2018**. 2018. Disponível em: <https://ancat.org.br/wp-content/uploads/2019/09/Anua%CC%81rio-da-Reciclagem.pdf>. Acesso em: 27 de jun. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004, 71 p.
- BARTOLACCI, F.; CERQUETI, R.; PAOLINI, A.; SOVERCHIA, M. An economic efficiency indicator for assessing income opportunities in sustainable waste management. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 78, 2019.
- BERNARDO, M.; LIMA, R. S. Comparação entre modalidades de coleta seletiva de materiais recicláveis. In: **Anais... XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet**, Ouro Preto, 2015.
- BESSEN, G. R.; GÜNTHER, W. M. R.; RIBEIRO, H.; JACOBI, P. R.; DIAS, S. M. **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade**. 1º ed. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/USP, 2017.
- BESSEN, Gina Rizpah. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. 2011. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2011.
- BILLINGS, H. A.; HALL, E. R.; GAS, B. L.; MCDONALD, P.; BECKER, B. J.; MICHAEL, K. MOORE, P. A.; NICKOL, D. R. Quality indicators of IPE resources: Creation of a checklist for design and evaluation using a modified Delphi process. **Journal of Interprofessional Education & Practice**, v. 21, 2020.

BISPO, C.; COLOMBO, C.; BRAZ, R.; MEDEIROS, M.; SOUZA, F. Coleta seletiva em Natal/RN: Cenário das cooperativas de materiais recicláveis. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 7, n. 1, p. 141-160, 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril 2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jun. 2001. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291>

BRASIL. **Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010b**. Regulamenta a Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 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: 26 out. 2019.

BRASIL. **Decreto Nº 7.405, de 23 de dezembro de 2010c**. Institui o programa Pró-Catador. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7405.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7405.htm). Acesso em: 26 out. 2019.

BRASIL. **Lei Federal nº 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. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 26 out. 2019.

BRASIL. **Lei Nº 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. Brasília, DF: Presidência da República, 2007.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981.

BRASIL. Portaria SSST nº 25, de 29 de dezembro de 1994. Regulamenta o texto da Norma Regulamentadora nº 9 – Riscos Ambientais. NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1994. Disponível em: [www.gov.br/diarios/DOU/1994/12/30](http://www.gov.br/diarios/DOU/1994/12/30). Acesso em: 27 ago. 2020.

BUIA, T. D.; TSAIA, F. M.; TSENG, M.; ALI, M. H. Identifying sustainable solid waste management barriers in practice using the fuzzy Delphi method. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 154, 2020.

CALABRÒ, P. S.; SATIRA, A. Recent advancements toward resilient and sustainable municipal solid waste collection systems. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 26, 2020.

CAMPANI, Darci Barnech. **Indicadores Socioambientais como Instrumento de Gestão na Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

CAMPANI, D. B.; WARTCHOW, D.; RAMOS, G. G. C. Indicadores socio-ambientais como instrumento de gestão na coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, v. 6, p. 110-121, 2013.

CASAIS, A. G. M.; SILVA, C. A. Q da.; CRUZ, L. M. S.; SILVEIRA, R. N. P. O. Análise quantiquantitativa da Gestão de Resíduos Sólidos na Cidade de Palmas-To: um coco na coleta seletiva e ODS. In: **Anais... 3º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. Gramado, 2020.

CAVICCHIA, C.; SAMACCHIARO, P.; VICHI, M. A composite indicator for the waste management in the EU via Hierarchical Disjoint Non-Negative Factor Analysis. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 73, 2021.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Pesquisa Ciclosoft 2018**. Disponível em: <http://cempre.org.br/ciclosoft/id/9>. Acesso em: 01 nov. 2019.

Classificação Brasileira de Ocupação – CBO. **Portaria Nº 397, de 09 de outubro de 2002**. Aprova a Classificação Brasileira de Ocupações - CBO/2002, para uso em todo território nacional e autoriza a sua publicação. 2002.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P do. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira em Gestão Urbana**, v. 10, n. 1, 2018.

DANTAS, J. H. L. **Índice de sustentabilidade para coleta seletiva no município de Aracaju / Se. 70 fls.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

DANTAS, M. W. A. **A Coleta Seletiva na Cidade do Natal-Rn: uma avaliação utilizando índice de sustentabilidade**. 2019. 29 f. Artigo científico (Mestrado em uso sustentável de recursos naturais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

DEUS, R. M.; BEZERRA, B. S.; BATTISTELLE, R. A. G. Solid waste indicators and their implications for management practice. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 1129-1144, 2019.

DING, Y.; ZHAO, J.; LIU, J.; ZHOU, J.; CHENG, L.; ZHAO, J.; SHAO, Z.; IRIS, C.; PAN, B.; LI, X.; HU, Z. A review of China's municipal solid waste (MSW) and comparison with international regions: Management and technologies in treatment and resource utilization. **Journal of Cleaner Production**, v. 293, p. 2021.

DUTRA, R. M. S.; YAMANE, L; H.; SIMAN, R. R. Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers' organizations: A case study of 16 Brazilian cities. **Waste Management**, v. 77, p. 50-58, 2018.

Emergência da Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma questão ambiental e de saúde. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 74 – 89, 2018.

FASANO, F., ADDANTE, A. S., VALENZANO, B., SCANNICCHIO, G. Variables Influencing per Capita Production, Separate Collection, and Costs of Municipal Solid Waste in

the Apulia Region (Italy): An Experience of Deep Learning. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 18, n. 2, 2021.

FECHINE, R.; MORAES, L. R. S. Indicadores de sustentabilidade como instrumentos para avaliação de programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos e sua aplicação na cidade de Salvador-BA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 2, n. 1, p. 87-104, 2014.

FECHINE, Roberta. **Indicadores de sustentabilidade como instrumentos para avaliação de programas de coleta seletiva na cidade de Salvador-BA**. 2014. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

FEO, G de.; FERRARA, C.; IANNONE, V.; PARENTE, P. Improving the efficacy of municipal solid waste collection with a communicative approach based on easily understandable indicators. **Science of the Total Environment**, v. 651, p. 2380-2390, 2019.

FERNANDES, M. S.; COSTA, B. A. L.; SOUZA, N. D. Coleta seletiva e as associações de catadores(as) de materiais recicláveis de Viçosa (Minas Gerais): do “lixão” ao Fórum Municipal Lixo e Cidadania. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.4, p. 196-211, 2020.

FERRONATO, N., PREZIOSI, G., PORTILLO, M. A. G., LIZARAZI, E. G. G., TORRETTA, V. Assessment of municipal solid waste selective collection scenarios with geographic information systems in Bolivia. **Waste management**, v. 102, p. 919-931, 2020.

FERRONATO, N.; PORTILLO, M. A. G.; LIZARAZU, G. E. G.; TORRETTA, V. Formal and informal waste selective collection in developing megacities: Analysis of residents' involvement in Bolivia. **Waste Management & Research**, v. 39, p. 108-121, 2021.

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

FIDELIS, R.; MARCO-FERREIRA, A.; ANTUNES, L. C.; KOMATSU, A. K. Socio-productive inclusion of scavengers in municipal solid waste management in Brazil: Practices, paradigms and future prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 154, 2020.

FRARE, B. M.; CLAUBERG, A. P. C.; SEHNEM, S.; CAMPOS, L. M. S.; SPULDARO, J. Toward a sustainable development indicators system for small municipalities. **Sustainable Development**, v. 28, p. 1148–1167, 2020.

GRACHT, H. A. V der. Consensus measurement in Delphi studies Review and implications for future quality assurance. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 79, ed. 8, p. 1525-1536, 2012.

GREENE, K. L., TONJES, D. J. Quantitative assessments of municipal waste management systems: using different indicators to compare and rank programs in New York state. **Waste Management**, v. 34, n. 4, p. 825-836, 2014.

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

GUTBERLET, J.; UDDIN, S. M. N. Household waste and health risks affecting waste pickers and the environment in low- and middle-income countries. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v. 23, 2017.

HUANG, Q.; CHEN, G. WANG, Y. XU, L. CHEN, W. Identifying the socioeconomic drivers of solid waste recycling in China for the period 2005–2017. **Science of the Total Environment**, v.724, 2020.

ILYAS, S., SRIVASTAVA, R. R., KIM, H. Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. **Science of the Total Environment**, v. 749, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico**, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas da População**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 25 fev. 2020.

JOÃO PESSOA. **Decreto Nº 8886 de 23 de dezembro de 2016**. Dispõe sobre a Política Municipal de Resíduos Sólidos do Município de João Pessoa e da outras providências. João Pessoa. 2016. Disponível em: <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=334658#:~:text=em%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20espec%C3%ADfica,-,Art.,no%20fluxo%20de%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos>. Acesso em: 13 jun. 2020.

JOÃO PESSOA. **Lei N 12.412, de 20 de julho de 2012**. Dispõe sobre a concessão de incentivo financeiro aos catadores associados ou cooperados de material reutilizável e reciclável - Programa Bolsa Verde. João Pessoa. 2012. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/2012/1242/12412/lei-ordinaria-n-12412-2012-dispoe-sobre-a-concessao-de-incentivo-financeiro-aos-catadores-associados-ou-cooperados-de-material-reutilizavel-e-reciclavel-programa-bolsa-verde?q=12.412>. Acesso em: 14 jun. 2020.

JOÃO PESSOA. **Lei Nº 10.712, de 09 de janeiro de 2006**. Implanta a coleta seletiva de lixo nas escolas públicas do município, e dá outras providências. João Pessoa. 2006. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/2006/1072/10712/lei-ordinaria-n-10712-2006-implanta-a-coleta-seletiva-de-lixo-nas-escolas-publicas-do-municipio-e-da-outras-providencias?q=coleta%20seletiva>. Acesso em: 13 jun. 2020.

JOÃO PESSOA. **Lei Nº 11.104 de julho de 2007**. Implanta a coleta seletiva de lixo em todas as Repartições Públicas da Administração Direta e Indireta e em todas as Autarquias e Empresas Públicas do Município de João Pessoa/PB. João Pessoa. 2007. Disponível: <https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/2007/1111/11104/lei-ordinaria-n-11104-2007-implanta-a-coleta-seletiva-de-lixo-em-todas-as-reparticoes-publicas-da-administracao-direta-e-indireta-e-em-todas-as-autarquias-e-empresas-publicas-do-municipio-de-joao-pessoa-pb?q=coleta+seletiva>. Acesso em: 13 jun. 2020.

JOÃO PESSOA. **Lei Nº 12.957 de 29 de dezembro de 2014**. Dispõe sobre o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no Município de João Pessoa e aprova o Plano

Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos apreciado pelo COMAM. João Pessoa. 2014. Disponível: <https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/2014/1296/12957/lei-ordinaria-n-12957-2014-dispoe-sobre-o-plano-municipal-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos-no-municipio-de-joao-pessoa-e-aprova-o-plano-municipal-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos-apreciado-pelo-comam?q=12.957>. Acesso em: 14 jun. 2020.

JOÃO PESSOA. **Lei Complementar Nº 45, DE 10 de maio de 2007**. Trata da Taxa de Coleta de Resíduos – TCR, e dá outras providências. 2007. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/pb/j/joao-pessoa/lei-complementar/2007/4/45/lei-complementar-n-45-2007-trata-da-taxa-de-coleta-de-residuos-tcr-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 25 jan. 2021.

JOÃO PESSOA. **Lei Nº 13.122 de 22 de dezembro de 2015**. Dispõe sobre o descarte de embalagens recicláveis em todos os pontos comerciais na cidade de João Pessoa, e dá outras providências. João Pessoa. 2015. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/2015/1313/13122/lei-ordinaria-n-13122-2015-dispoe-sobre-o-descarte-de-embalagens-reciclaveis-em-todos-os-pontos-comerciais-na-cidade-de-joao-pessoa-e-da-outras-providencias?q=13122>. Acesso em: 14 jun. 2020.

JOÃO PESSOA. **Lei Nº 8204, de 20 de dezembro de 1996**. Cria no Município de João Pessoa, Estado da Paraíba, programa de coleta e reciclagem de lixo e dá outras providências. João Pessoa. 1996. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/1996/821/8204/lei-ordinaria-n-8204-1996-cria-no-municipio-de-joao-pessoa-estado-da-paraiba-programa-de-coleta-e-reciclagem-de-lixo-e-da-outras-providencias?q=coleta%20seletiva>. Acesso em: 13 jun. 2020.

JOÃO PESSOA. **Lei Nº 9906, de 28 de abril de 2003**. Autoriza o Executivo a instituir no Município de João Pessoa a campanha de conscientização da população para coleta seletiva de lixo, e adota outras providências. João Pessoa. 2003. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/2003/991/9906/lei-ordinaria-n-9906-2003-autoriza-o-executivo-a-instituir-no-municipio-de-joao-pessoa-a-campanha-de-conscientizacao-da-populacao-para-coleta-seletiva-de-lixo-e-adota-outras-providencias?q=coleta+seletiva>. Acesso em: 13 jun. 2020.

JOÃO PESSOA. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), 2014**. João Pessoa, 2014. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/emlur/plano-municipal-de-residuos-solidos/> Acesso: 02 ago. 2020.

JUCÁ, J. F. T.; BARBOSA, K. R. M.; SOBRAL, M. C. Sustainability indicators for municipal solid waste management: A case study of the Recife Metropolitan Region, Brazil. **Waste Management & Research**, v. 38, ed. 12, p. 1450-1454, 2020.

KARPINSKI, J. A.; DEL MOURO, N. F.; FRANCO NETTO, F.; DRUCIAKI, F. P. Programa de Coleta Seletiva de lixo: um estudo de caso do município de Cândói no Paraná. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 504-520, 2017.

KHOSHBEEN, A. R.; LOGAN, M.; VISVANATHAN, C. Integrated solid waste management for Kabul city, Afghanistan. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 22, n. 1, p. 240-253, 2020.

LAURIERI, N.; LUCCHESI, A.; MARINO, A.; DIGIESI, S. A door-to-doorwastecollection system case study: a surveyon its sustainabilityandeffectiveness. **Sustainability**, v. 12, 2020.

LIMA, Cissa Cristina Teles. **Aplicação de indicadores de sustentabilidade de resíduos sólidos no município de Araguari-MG**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

LINS, Raissa Barreto. **Análise Ambiental e Econômica do Sistema de Coleta Seletiva. Estudo de Caso: João Pessoa-PB**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

LOPES, M. F. **Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (MG)**. 215 fls. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

LORETO, M. D. S de.; SANTOS, P. M. Política Nacional do Meio Ambiente Brasileira: uma análise à luz do ciclo de políticas públicas. **Perspectivas em Políticas Públicas**, v. 13, n. 25, p. 297-335, 2020.

MADDEN, B.; FLORIN, N.; MOHR, S.; GIURCO, D. Using the waste Kuznet's curve to explore regional variation in the decoupling of waste generation and socioeconomic indicators. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 149, p. 674-686, 2019.

MAIA, H. J. L.; FREITAS, J. P.; ALENCAR, L. D.; CAVALCANTE, L. P. S.; BARBOSA, E. M. Legislação ambiental da Paraíba: contribuições à gestão integrada de resíduos sólidos. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 14-19, 2015.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D de. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Pro. posições**, v. 29, n. 2, p. 389-415, 2018.

MCLACHLAN, S.; BUNGAY, H. Consensus on research priorities for Essex & Herts Air Ambulance: a Delphi study. **Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine**, v. 29, n. 25, 2021.

MENEZES, R. O.; CASTRO, S. R.; SILVA, J. B. G.; TEIXEIRA, G. P.; SILVA, M. A. M. Statistical analysis of the gravimetric characterization of household solid waste: A case study from the city of juiz de fora, Minas Gerais, Brazil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 271-282, 2019.

MILTOJEVIĆ, V., ILIĆ KRSTIĆ, I. & PETKOVIĆ, A. Informing and public awareness on waste separation: a case study of the City of Niš (Serbia). **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 14, n. 9, p. 1853-1864, 2017.

MIRANDA, N. M.; MATTOS, U. A. L. Revisão dos modelos e metodologias de coleta seletiva no Brasil. **Sociedade e Natureza**, v. 30, n. 2, p. 1-22, 2018.

MIRANDA, I. T. P.; FIDELIS, R.; FIDELIS, D. A. S.; PILATTI, L. A.; PICININ, C. T. The Integration of Recycling Cooperatives in the formal Management of Municipal solid waste as a strategy for the Circular Economy—The Case of Londrina, Brazil. **Sustainability**, v. 12, 2020.

Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis - MNCR. **Quantos Catadores existem em atividade no Brasil?**. 2019. Disponível em <http://www.mnccr.org.br/sobre-o-mnccr/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil>. Acesso em 27/05/2020.

MUCHINSKI, C. M., PEREIRA, B. B. Avaliação da sustentabilidade do programa de coleta seletiva em Uberlândia, por meio do levantamento e análise de indicadores sociais, ambientais e econômicos. **Getec**, v. 7, n. 15, p. 89-102, 2018.

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R de.; OMETTO, J. P. H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente e Água**, vol. 10 n. 4, p. 890-902, 2015.

NATAL. Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Natal/Rn. **Diagnóstico da situação do saneamento**. 2015. Disponível em: <<http://natal.rn.gov.br>> PMSB CARACTERIZACAO\_GERAL>. Acesso em: 07 out. 2020.

NOBRE, F. J. V.; CABRAL, G. V. M.; DIAS, L. G.; PRATES, L. A. S.; ABDO, V. H. H.; COUTINHO, C. M. S.; OLIVEIRA, I. S.; FERREIRA, B. C. S. Coleta seletiva de papel, plástico, metal e vidro em Belo Horizonte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, 2020.

NOBREGA, C. C.; CARVALHO, M.; GARCIA, H. R. M.; FORÉS, V. I.; BOVEA, M. D. Avaliação do ciclo de vida da coleta seletiva de papel e papelão no núcleo do Bessa, município de João Pessoa (PB), Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 5, p. 875-886, 2019.

NOGUEIRA ZON, J. L.; LEOPOLDINO, C. J.; YAMANE, L. H.; SIMAN, R. R. Waste pickers organizations and municipal selective waste collection: Sustainability indicators. **Waste Management**, v. 118, p. 219-231, 2020.

NOURIL, D.; SABOUR, M. R.; GHANBARZADEHLAK, M. Industrial solid waste management through the application of multi-criteria decision-making analysis: a case study of Shamsabad industrial complexes. **J Mater Cycles Waste Manag**, v. 20, p. 43-58, 2018.

NUVOLARI, A. Understanding successive industrial revolutions: A “development block” approach. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 32, p. 33-44, 2019.

OLAY-ROMERO, E.; TURCOTT-CERVANTES, D. E.; HERNÁNDEZ-BERRIEL, M. C.; CORTÁZAR, A. L.; CUARTAS-HERNÁNDEZ, M.; ROSA-GÓMEZ, I de la. Technical indicators to improve municipal solid waste management in developing countries: A case in Mexico. **Waste Management**, v. 107, p. 201-210, 2020.

OLIVEIRA, B. O. S de. **Análise de cenários de gestão dos resíduos sólidos urbanos baseado na transição de ecoeficiência, na sub-região da Amazônia Ocidental, Brasil**. 2020. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual Paulista, 2020.

OLIVEIRA, V., SOUSA, V., VAZ, J. M., DIAS-FERREIRA, C. Model for the separate collection of packaging waste in Portuguese low-performing recycling regions. **Journal of Environmental Management**, v. 216, p. 13-24, 2018.

PALERMO, G. C.; GOMES, A. P. P. **Tratamento e Gestão de Resíduos**. Rio de Janeiro:UVA, 2017.



PARAÍBA. **Lei Nº 10.187 de 25 de novembro de 2013**. Dispõe sobre a obrigatoriedade da criação e manutenção de programas de reciclagem pelas empresas produtoras, distribuidoras e envasadoras de garrafas PET, no âmbito do Estado da Paraíba. João Pessoa. 2013. Disponível em: <http://www.al.pb.leg.br/leis-estaduais>. Acesso em: 18 de mai. 2020.

PARAÍBA. **Lei Nº 9.293 de 22 de dezembro de 2010**. Institui o Programa de Beneficiamento de Associações e Cooperativas dos Catadores de Materiais Recicláveis da Paraíba com separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública estadual direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação as associações com cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. João Pessoa. 2010. Disponível em: <http://www.al.pb.leg.br/leis-estaduais>. Acesso em: 18 de mai. 2020.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; GHERMANDI, A.; DIAS, A. J. G.; LUZ, E. G da.; CORTESE, T. T. P. Stakeholder views of source separation collection programme in East São Paulo, Brazil. **Waste Management & Research**, v. 39, p. 93-100, 2021.

PEREIRA, T. S., FERNANDINO, G. Evaluation of solid waste management sustainability of a coastal municipality from northeastern Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 179, 2019.

PIMENTEL, Cristine Helena Limeira. **A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de João Pessoa/PB - À Luz das Rotas Tecnológicas de Tratamento**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

PIMENTEL, C. H. L.; NÓBREGA, C. C.; JUCÁ, J. F. T.; PIMENTEL, U. H. O.; MARTINS, W. A. A gestão das rotas tecnológicas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos no município de João Pessoa/PB. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7063-7088, 2020.

PIRES, L. R., SINGH, A. S., JUNIOR, V. M. V. O programa de coleta seletiva da cidade de uberlândia - mg: uma análise do seu desempenho e nível de sustentabilidade. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 4, n. 2, p. 250-278, 2019.

POTT, C. M., ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v. 31, p. 271-283, 2017.

RAGAZZI, M., RADA, E. C., SCHIAVONA, M. Municipal solid waste management during the SARS-COV-2 outbreak and lockdown ease: Lessons from Italy. **Science of the Total Environment**, v. 745, 2020.

RAMOS, R. R. (2013) Gestão de resíduos sólidos urbanos: indicadores de sustentabilidade aplicados a programas de gestão e associações de catadores de materiais recicláveis. **Geografia**, v. 22, n. 3, p. 27-45.

RATHORE, P.; SARMAH, S. P. Economic, environmental and social optimization of solid waste management in the context of circular economy. **Computers & Industrial Engineering**, v. 145, 2020.

RIBEIRO, A. B.; PISANI JR, R. Método de obter a geração de resíduos de serviços de saúde para monitorar a execução do plano de gerenciamento de resíduos em um hospital. **Revista**

**AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**, v. 5, n. 2, p. 11-27, 2012.

RICHTER, Leonice Terezinha. **A importância da conscientização e da coleta seletiva de lixo no município de Palmitos - SC**. 2014. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

RIGAMONTI, L., STERPI, I., GROSSO, M. Integrated municipal waste management systems: An indicator to assess their environmental and economic sustainability. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 1–7, 2016.

ROWE, G.; WRIGHT, G. Expert Opinions in Forecasting: The Role of the Delphi Technique. In: Principles of Forecasting de Armstrong JS (eds). **International Series in Operations Research & Management Science**, v. 30, Boston, 2001, p. 125-144.

SAADAT, S., RAWTANI, D., HUSSAIN, C. M. Environmental perspective of COVID-19. **Science of the Total Environment**, v. 728 , 2020.

SANTIAGO, L.S.; DIAS, S.M.F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanitária e Ambiental**, v.17, n.2, p. 203-212, 2012.

SANTOS, D. S.; CURI, R. C.; SILVA, M. M. P. Análise ambiental de empreendimentos dos catadores de materiais recicláveis em rede, Campina Grande, Paraíba, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 5, p. 483-499, 2020.

SANTOS, S. M.; SILVA, M. M.; MELO, R. M.; GAVAZZA, S.; FLORENCIO, L.; KATO, M. T. Multi-criteria analysis for municipal solid waste management in a Brazilian metropolitan área. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 561, 2017.

SCHMALZ, U.; SPINLER, S.; RINGBECK, J. Lessons Learned from a Two-Round Delphi-based Scenario Study. **MethodsX**, v. 8, 2021.

SIDDIQI, A.; HARAGUCHI, M.; NARAYANAMURTI, V. Urban waste to energy recovery assessment simulations for developing countries. **World Development**, v. 131, 2020.

SCOPE, C.; VOGEL, M.; GUENTHER, E. Greener, cheaper, or more sustainable: Reviewing sustainability assessments of maintenance strategies of concrete structures. **Sustainable Production and Consumption**, v. 26, p. 838-858, 2021.

SHAHRIER, S.; KOTANI, K.; SAIJO, T. Dilema da sustentabilidade intergeracional e o grau de capitalismo nas sociedades: um experimento de campo. **Sustentar. Sci.**, v. 12, p. 957–967, 2017.

SLOMSKI, V. G.; LIMA, I. C. S.; SLOMSKI, V. SLAVOV, T. Pathways to Urban Sustainability: An Investigation of the Economic Potential of Untreated Household Solid Waste (HSW) in the City of São Paulo. **Sustainability**, v. 12, n. 13, 2020.

SILVA, A. C da.; JUCÁ, J. F. T.; ALMEIDA, K. M. V. Fluxos Comerciais de Materiais Secos Recicláveis e Reaproveitáveis das Capitais do Nordeste Brasileiro: estudo de caso da Capital Aracaju (Se). In: **Anais... XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2017.

SILVA, C. O.; KONRAD, O.; s CALLADO, N. H.; ARAÚJO, L. G. S de.; HASAN, C. Resíduos sólidos urbanos de Maceió/AL: análise da composição gravimétrica sob influências sazonais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n. 3, p. 426-439, 2020.

SILVA, L da., PRIETTO, P. D. M., KORF, E. P. Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities. **Journal of Cleaner Production**, v. 237, 2019.

SILVEIRA, S. F. **Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Itabira (MG): uma ênfase na coleta seletiva**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

SIMAN, R. R.; GUNTHER, W. M. R.; BESEN, G. R.; YAMANE, L. Sustainability Indicators of Municipal Selective Collection and Waste-Pickers Organizations: case study. Conferência: Heraklion 2019 - **7ª Conferência Internacional sobre Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos**. 2019.

SIMAN, R. R.; YAMANE, L. H.; BALDAM, R. L.; TACKLA, J. P.; LESSA, S. F. A.; BRITTO, P. M de. Governance tools: improving the circular economy through the promotion of the economic sustainability of waste picker organizations. **Waste Management**, v. 105, p. 148-169, 2020.

Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS. **Resíduos Sólidos 2018**. Disponível em: <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 02 nov. 2019.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2018**. Brasília, 2019. 247 p.

SOARES, L. S. V.; MADUREIRA, A. S. **Cenários que desafiam a implementação emergencial da Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma questão ambiental e de saúde**. In: Orides Mezzaroba. (Org.). **Cenários que desafiam a implementação emergencial da Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma questão ambiental e de saúde**. 1ed. Florianópolis: CONPEDI, 2018, v. 1, p. 123-140.

SOUSA, V., FERREIRA, C. D., BRAÑA, A, F. Benchmarking operational efficiency in waste collection: Discussion of current approaches and possible alternatives. **Waste Management & Research**, v. 37, p. 803–814, 2019.

SOUZA, Z. H de.; MOURA, V. S. F.; MACHADO, B. L. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares dispostos no lixão do município de Mineiros – Goiás. **Brazilian Journal of Develop.**, v. 6, n. 5, p. 31392 – 31401, 2020.

Taelman, S.; Sanjuan-Delmás, D.; Tonini, D.; Dewulf, J. An operational framework for sustainability assessment including local to global impacts: Focus on waste management systems. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 162, 2020.

TAVARES, F. B. R.; SOUSA, F. C. F.; SANTOS, V. E. S.; SILVA, E. L. Analysis of the Access of the Brazilian Population to Basic Sanitation Services. **Research, Society and Development**, v. 8, 2019.

TIRESSANT, A. PAULIUK, S.; MERCIAI, S.; SCHIMIDT, J.; FRY, J.; WOOD, R.; TUKKER, A. Solid Waste and the Circular Economy: A Global Analysis of Waste Treatment and Waste Footprints. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, p. 628-640, 2017.

UMUNNAKWE, J.; EKWEOZOR, I. K. E.; UMUNNAKWE, B. A. Impact of lifestyle scenarios on household wastes in Port Harcourt. **Management of Environmental Quality An International Journal**, v. 30, 2019.

VAN DOREMALEN, N., MORRIS, D. H., PHIL, M., HOLBROOK, M. G., GAMBLE, A., WILLIAMSON, B. N., TAMIN, A., HARCOURT, J. L., THORNBURG, N. J., GERBER, S. I., LLOYD-SMITH, J. O., de WIT, E., MUNSTER, V. J. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. **N. Engl. J. Med**, v. 382, p. 1564–1567. 2020.

VEIGA, T. B. **Indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos e implicações para a saúde humana**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

VEIGA, T. B.; COUTINHO, S. S.; ANDRE, S. C. S.; MENDES, A. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Building sustainability indicators in the health dimension for solid waste management. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 24, 2016.

VILLALBA, L. Material Flow Analysis (MFA) and waste characterizations for formal and informal performance indicators in Tandil, Argentina: Decision-making implications. **Journal of Environmental Management**, v. 264, 2020.

WORLD BANK. **What a Waste: An Updated Look into the Future of Solid Waste Management**. 2018. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>. Acesso em: 07 de jul. 2020.

WORLD BANK. **Solid waste management**. 2019. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>. Acesso em: 14 jul. 2020.

YUKALANG, N.; CLARKE, B.; ROSS, K. Barriers to effective municipal solid waste management in a rapidly urbanizing area in Thailand. **International Journal Environmental Research and Public Health**, v. 14, 2017.

ZAMBRANO-MONSERRATE, M. A., RUANO, M. A., SANCHEZ-ALCALDE, L. Indirect effects of COVID-19 on the environment. **Science of the Total Environment**, v. 728, 2020.

ZON, J. L. N. **Avaliação da sustentabilidade de programas municipais de coleta seletiva e organizações de catadores de materiais recicláveis do Espírito Santo**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

ZON, J. L. N.; LEOPOLDINO, C. J. ; YAMANE, L. H. ; SIMAN, R. R. . **Waste pickers organizations and municipal selective waste collection: Sustainability indicators**. **Waste Management**, v. 118, p. 219-231, 2020.

## APÊNDICE A

### Carta Convite e Instruções de Preenchimento dos Instrumentos



#### Convite

Prezado (a),

Convidamos você a participar como especialista na temática de gestão de resíduos sólidos, área de pesquisa do trabalho intitulado como **Aplicação de matriz de indicadores de sustentabilidade para avaliar o programa de coleta seletiva em uma capital do Nordeste brasileiro – Estudo de caso: João Pessoa-PB.**

Este estudo faz parte da dissertação que está sendo desenvolvida por mim, Ana Cecilia Novaes de Sá, no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAAM) da Universidade Federal do Pará, sob orientação da docente Dr<sup>a</sup>. Claudia Coutinho Nóbrega.

A pesquisa propõe avaliar o desempenho do programa de coleta seletiva da cidade de João Pessoa-PB, por meio de indicadores de sustentabilidade. O estudo possibilitará a identificação dos aspectos que vulnerabilizam a coleta seletiva, fornecendo informações cruciais que poderão auxiliar gestores a desenvolverem atividades mais efetivas, como o monitoramento contínuo do programa, além de contribuir para a implantação de metas, ações e alternativas necessárias para o desempenho e consolidação da coleta seletiva.

Para atingir o objetivo proposto, pretende-se identificar e validar um conjunto de indicadores voltados para análise do programa de coleta seletiva. A coleta dessas informações será realizada por meio de questionários, aplicados via e-mail, para especialistas no tema. O critério de escolha dos profissionais foi fundamentado na especialidade no tema, área de formação, atuação em instituições públicas e privadas.

Cada especialista receberá um questionário, no qual irá avaliar a relevância do indicador para o estudo, e a concordância com o grau de sustentabilidade sugerido aos indicadores. Além disso, os especialistas poderão sugerir alterações nas denominações, fórmulas de cálculos, novos indicadores.

Essa fase da pesquisa poderá contar com até três etapas. A primeira consistirá no envio dos questionários aos pesquisadores, e retorno dos questionários respondidos. Na segunda etapa, serão reenviados os questionários com sugestões propostas, novos indicadores e indicadores que não atingiram o consenso de > 50% pelos especialistas, além disso, cada especialista receberá o feedback dos especialistas, permitindo a reavaliação das respostas.

As contribuições prestadas ao estudo serão utilizadas somente para fins da pesquisa e os nomes dos participantes serão mantidos em sigilo. Sua participação é de suma importância para a consolidação da pesquisa, caso aceite, assine abaixo.

---

Participante

João Pessoa, \_\_/\_\_/2020.

Agradecemos pela atenção, e esperamos sua contribuição nesse estudo que acreditamos ser fundamental para a gestão dos resíduos na cidade de João Pessoa-PB.



### PERFIL DO PARTICIPANTE

**1- Sexo:**

☐

Feminino

☐

Masculino

**2- Idade:**

☐

24 – 34 anos

☐

35 – 44 anos

☐

45 – 54 anos

☐

> 54 anos

**3- Formação**

**4- Escolaridade:**

☐

Pós Doutorado

☐

Doutorado

☐

Mestrado

☐

Especialização

☐

Graduação

☐

Técnico



## INSTRUÇÕES

Com base na revisão de literatura, foi selecionado um conjunto de indicadores das dimensões Política/Institucional, Econômica, Ambiental e Social que corresponde a aspectos importantes da coleta seletiva. Nesse sentido, o questionário pretende analisar:

**I – O grau de relevância** de cada indicador, demonstrando a importância do indicador em fornecer informações para a coleta seletiva. Deve-se atribuir uma nota, de acordo com a escala apresentada abaixo. Se possível, os indicadores que forem atribuídos notas abaixo de 4, justifique

- 5 – Muito relevante
- 4 – Relevante
- 3 – Desejável
- 2 – Baixa relevância
- 1 – Irrelevante

**II – A concordância** com a gradação estabelecida para a tendência à sustentabilidade do indicador. A tendência de sustentabilidade do indicador tem como objetivo apontar se as condições medidas pelo indicador estão próximos ou não da sustentabilidade.

As nomenclaturas da tendência à sustentabilidade utilizadas correspondem a:

- MF** – Muito favorável (Nota 5)
- F** – Favorável (Nota 3)
- D** – Desfavorável (Nota 1 ou 0; será pontuado com 0 em caso de não existência do que se pretende medir)

A título de informação, é importante ressaltar que cada tendência apresentará uma pontuação já existente na literatura, que só será utilizada nos cálculos finais da matriz de indicadores, após estabelecido os indicadores finais a serem aplicados no estudo.

Assinale com um X o seu ponto de vista a respeito da concordância com as gradações estabelecidas para a tendência à sustentabilidade. Caso concorde parcialmente ou discorde da tendência, justifique.

- C** – Concordo
- CP** – Concordo Parcialmente
- D** – Discordo

Obrigada pela contribuição!

## APÊNDICE B

### Sugestões dos Especialistas após Primeira Rodada do Método Delphi

INDICADOR	OBSERVAÇÕES
<b>I 01</b> - Instrumentos legais na relação da prefeitura com prestadores de serviço de coleta seletiva	<p><b>1</b> - Existência de convênio com repasse financeiro é uma situação MF. Enquanto que a não existência de convenio é D</p>
<b>I 02</b> - Existência de parcerias	<p><b>2</b> - “Difícil mensuração, pois depende de muita coisa. `Por exemplo, você pode ter o objetivo de ter 10 parcerias, mas só consegue 3, isso é ruim? Acho que não, inclusive porque no meio dessas 3 pode estar a principal”</p> <p><b>3</b> - “Penso que os percentuais poderiam a serem alcançados poderiam ser mais humildes, haja vista a dificuldade de se conseguir formalizar parcerias”</p> <p><b>4</b> - “Importante a existência de parcerias e sua diversificação. Portanto, sugiro acrescentar a relação de parceiros desejáveis o Ministério Público. Seria possível criar indicadores para cada parceiro, para que fique visível a sua importância para o programa?”</p> <p><b>5</b> - “Tem sua importância, mas qual sua significância na representação da sustentabilidade?”</p> <p><b>6</b> - “80% seria F ou D? Diante disso, sugiro colocar no limite de cada intervalo <math>o \leq</math> ou <math>\geq</math>. Por exemplo: MF <math>\geq</math> 80%; F e 50 a 79% e D <math>&lt;</math> 49%”</p> <p><b>7</b> - “Sugiro acrescentar às parcerias desejáveis o IFPB”</p>
<b>I 03</b> – Autofinanciamento	<p><b>8</b> - Achei difícil mensurar também. Quando vi autofinanciamento entendi que o serviço se manteria com seus próprios lucros, mas vejo em TS que pressupõe um “aporte” a manutenção do sistema”</p> <p><b>9</b> - “Como incorporar a esse quesito o atendimento a famílias de baixa renda? Preceito que o sistema de saneamento básico deve ser universal”</p> <p><b>10</b> - “Não é favorável que haja cobrança em orçamentos que não exista relação com os RS”</p> <p><b>11</b> - “Uma porcentagem do valor pago pelo TCR sendo destinado à coleta seletiva”</p> <p><b>12</b> - “A formalização de parcerias poderia diminuir a necessidade do acréscimo de taxas, uma vez que o aumento de despesas para a população poderia acarretar em menos aceitação. Não que não seja relevante (coloquei 4), mas pode-se priorizar formas de evitar a inclusão da taxa. Ademais, acho que no campo favorável, além da cobrança de taxa no IPTU, poderia ser o “orçamento que cubra os custos do serviço” e no desfavorável o “apenas orçamento que não cubra os custos do serviço”</p> <p><b>13</b> - “Cobrança de taxa no IPTU ou orçamento que não cubram os custos do serviço, não é favorável”</p> <p><b>14</b> - “Acho que para o MF desse indicador é relevante ponderar também quanto da taxa de RSU cobrada é destinada para a coleta seletiva e não para RSU no geral”</p> <p><b>15</b> - “Não seria este indicar pertencente a dimensão econômica?”</p>
<b>I 04</b> – Cobertura do serviço	<p><b>16</b> - “Acho que menos de 100% já deveria ser D”</p> <p><b>17</b> - “Também pensaria em uma mudança nos percentuais pensando em algo mais realista, mas eu concordo totalmente”</p> <p><b>18</b> - “Acredito que o MF deve ser mais alto, porque no conceito de sustentabilidade deve ser incorporada a universalização do sistema de saneamento”</p> <p><b>19</b> - “Nº da população atendida pelo programa * 100 / Nº da população urbana do município”</p> <p><b>20</b> - “Indico para toda a matriz padronizar e utilizar somente: pop do município ou pop urbana. Rever os indicadores”</p>



INDICADOR	OBSERVAÇÕES
<b>I 05 - Adesão da população</b>	<p>21 – “F para 75 a 99%”</p> <p>22 - “Manter a forma de mensuração por população e intervalo do TS do I04”</p> <p>23 - “Acima de 90% é muito favorável”</p> <p>24 - “Porcentagens deveriam ser bem mais próximos da realidade: MF &gt; 85%, F = 30 a 85% e D &lt; 30%”</p> <p>25 – “100% é utopia Repetiria de I 04”</p> <p>26 - “&gt;85% 50 a 85% &lt;50%”</p>
<b>I 06 - Programas de educação e divulgação</b>	<p>27 – “Atividades com frequência definida (quinzenal, mensal, bimestral) pode ser considerado permanente. A diferença pode estar na abrangência (todos os públicos; alguns públicos; ou um público) do programa de educação e da divulgação. Exemplo: Propaganda na TV, tende a abranger todos os públicos. Atuação em escola atenderia um público”</p> <p>28 – “Acho que mais importante que a frequência e a qualidade dos programas”</p> <p>29 - “O indicador é perfeito e bastante importante. Talvez não usaria em “%”, pois dificulta mensurar, por exemplo, o “Pontual”. Deixaria em períodos do ano mesmo”.</p>
<b>I 07 - Membros capacitados</b>	<p>30 – “Quem são os membros? A equipe gestora é, de certa, forma constante. A realização de capacitações poderia ser o indicador. A TS seria a frequência desse processo (semestral, anual, não há)”.</p> <p>31 “Necessário rever os valores, considerando que todos os membros envolvidos deveriam ser capacitados”</p>
<b>I 08 - Informações sistematizadas e disponibilizadas sobre coleta seletiva para a população</b>	<p>32 – “Não está claro como será analisada a tendência”</p> <p>33 – “É favorável que as informações sejam disponibilizadas para a população periodicamente”</p> <p>34 – “Informações são sistematizadas, mas não estão acessíveis para a população, não acho favorável”</p> <p>35 – “Sugiro acrescentar algum indicador relativo ao meio de divulgação virtual”</p>
<b>I 09 - Custo do programa de coleta seletiva em relação a massa coletada seletivamente</b>	<p>36 – “Não tenho muita noção de preços destes custos para pensar no que seria razoável. Parece lógico que seja o menor custo”</p> <p>37 – “Difícil calcular os custos reais”</p>
<b>I 10 - Percentual de materiais recicláveis comercializados</b>	<p>38 – “Esclarecer que os materiais recicláveis são o que passam pelas cooperativas e são vendidos, a princípio pensei esse material se referia ao gerado no comercio/população”</p> <p>39 – “Muito favorável seus 100%”</p> <p>40 – “No caso, você vai retirar a quantidade de recicláveis coletados do percentual que chega”</p>
<b>I 11 – Autofinanciamento</b>	<p>41 – “Também não acho que seja muito relevante, pois mesmo que tenha o custo alto, isso é relativo em relação aos ganhos que a sociedade por ter. Mesmo que o custo seja alto, vale a pena”</p> <p>42 - “Acho irrelevante esse percentual, pois a despesa com a coleta seletiva é da cooperativa e a despesa com os resíduos sólidos é da PMJP”</p>
<b>I 12 - Percentual do orçamento municipal destinado aos serviços de coleta seletiva</b>	<p>43 – “Não acho relevante, porque acho que o percentual vai ser pequeno em relação ao orçamento municipal. A tendência é colocar MF, o mais alto, já que não tenho ideia do valor disso (quanto mais alto, teoricamente, melhor)”</p> <p>44 – “Os percentuais ficaram muito bons. Acho que retrata a realidade econômica dos resíduos sólidos de um município”</p> <p>45 – “Trocar por indicador que mostre o autofinanciamento do serviço (valor arrecadado/custo do serviço), uma vez que o custo da coleta e da destinação varia de acordo com o formato. Um custo maior do que 6% do orçamento não indica sustentabilidade do serviço”</p> <p>46 – “Acho irrelevante esse percentual, pois a despesa com a coleta seletiva é da cooperativa e a despesa com os resíduos sólidos é da PMJP”</p> <p>47 – “Desafiador em face das outras demandas municipais”</p>

INDICADOR	OBSERVAÇÕES
<b>I 12</b> - Percentual do orçamento municipal destinado aos serviços de coleta seletiva	<b>48</b> – “Considero 5% muito favorável já”
<b>I 13</b> - Custo da coleta seletiva em relação à coleta regular	<b>49</b> – “Aqui também, o custo ser mais alto, não é necessariamente uma coisa ruim” <b>50</b> – “Talvez modificaria um pouco os percentuais, mas não seria uma grande variação” <b>51</b> – “Muito semelhante ao item I11” <b>52</b> – “É preciso definir o custo real da coleta regular para ter este indicador” <b>53</b> – “Acredito que a formula deve levar em consideração também o custo total do manejo do RS” <b>54</b> – “Achei os itens I11 e I13 muito parecidos; acho o item I13 mais relevante”
<b>I 14</b> - Renda média mensal nas associações	<b>55</b> – “O salário deve ser igual a 1 salário mínimo” <b>56</b> – “Por que dividir pelo salário mínimo? Para ser MF acho que se deve considerar mais que 2 salários mínimos, mas seria bom considerar algum parâmetro internacional”
<b>I 15</b> - Catadores formais que atuam na coleta seletiva	<b>57</b> – “Penso que a quantidade de catadores totais (formais + informais) deve ser levada em consideração” <b>58</b> – “Sugestão para aumentar a tendência de muito favorável para > 80%” <b>59</b> – “É necessário realizar censo de atualização para saber quantos tem atualmente” <b>60</b> – “Reconhecimento da categoria é um grande desafio nacional” <b>61</b> – “MF > 80% F 10 A 80% D < 10%”
<b>I 16</b> – Inclusão de catadores não associados	<b>62</b> – “O acompanhamento do I15 fornece essa informação de certa forma. A sustentabilidade não vai ser manter a inclusão acima de 50%, mas sim ter todos os catadores cadastrados”. <b>63</b> – “Falta esclarecer que os cadastrados são os associados. O indicador não ficou claro, entendi que é a inclusão de catadores não associados como associados (aumento do número de associados)” <b>64</b> – “Acho irrelevante, pois todos os cadastrados deveriam ser incluídos” <b>65</b> – “Indicador ambíguo Forma de mensuração não ficou muito clara” <b>66</b> – “Não entendi muito bem a firma de mensuração, mas acho muito interessante o uso deste indicador”
<b>I 17</b> - Rotatividade de catadores	<b>67</b> – “Cooperativas não possuem carteira assinada e por tal motivo não se tem contabilização de admitidos e demitidos” <b>68</b> – “Não seria o número médio de demissões – o número médio de admissões. Ou o contrário, mas de qualquer forma um menos o outro” <b>69</b> – “A rotatividade ocasionada por insustentabilidade do serviço, seja por condições precárias ou por salário abaixo do esperado já estão incluídos na análise. A rotatividade pode ser observada pelo número de demissões, uma vez que o número de admissões (vagas) estabilizará. Sugestão para reduzir a tendência de muito favorável para <10%”. <b>70</b> – “20% acho um número alto para ainda ser favorável” <b>71</b> – “Indicador de difícil controle. A sustentabilidade dos demais indicadores garantiria uma redução na rotatividade”. <b>72</b> – “As razões que levam à rotatividade devem ser investigadas para compreensão do indicador” <b>73</b> – “Pouca representatividade na sustentabilidade”

INDICADOR	OBSERVAÇÕES
<b>I 18 – Condições de trabalho</b>	<p><b>74</b> - “MF maior que 90%”</p> <p><b>75</b> – “Apesar de importante, parece que esse indicador é muito genérico, o uso de EPIs, por exemplo estaria contemplado aqui”</p> <p><b>76</b> – “Substituir <b>condições de trabalho</b> por <b>Ambiente de trabalho</b>, já que está relacionado a infraestrutura de trabalho (uso de EPIs também faz parte das condições)”</p> <p><b>77</b>– “Poderia iniciar de 90%”</p> <p><b>78</b> – “Acho que a entrega de EPIs também pode entrar como condição de trabalho desejável, já que o item I19 se detém ao seu uso”</p> <p><b>79</b> – “Sugestão: &gt; 90% 60 a 90% &lt; 60%”</p>
<b>I 19 - Uso de EPI's</b>	<p><b>80</b> – “Ter não usar também é desfavorável”</p> <p><b>81</b> – “Sugiro avaliar a possibilidade de excluir esse indicador, ou incorporá-lo ao anterior”</p> <p><b>82</b> - “Deve ser levado em consideração a instalação de EPC's, como os dispositivos de segurança de máquinas, exaustores e outros”</p> <p><b>83</b> – “Como o indicador fala em “utilização”, acredito que o fato de possuírem e não utilizarem e o de não possuírem EPIs são ambos desfavoráveis. Talvez o favorável fosse: “Possuem EPI's mas não os utilizam adequadamente”, ou algo que relatasse que em algumas situações eles acabam deixando de utilizar os Epi's. Tipo uma utilização parcial”</p> <p><b>84</b> – “Não acho favorável o não uso de EPI”</p> <p><b>85</b> – “Sugiro colocar o indicador na dimensão saúde”</p>
<b>I 20 - Massa per capita coletada seletivamente</b>	<p><b>86</b> – “Por que esses valores? Sugiro buscar outra forma de mensurar já que JP tem bairros com diferentes adensamentos”</p> <p><b>87</b> – “30 kg/hab.ano; 15 a 30 kg/hab.ano; &lt; 15 kg/hab.ano”</p> <p><b>88</b> – “Na mensuração, ao invés de ser população urbana, não deveria ser população atendida pela coleta seletiva?”</p>
<b>I 21 - Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de RSU</b>	<p><b>89</b> – “Acho irrelevante, pois o resultado é semelhante ao indicador I 20”</p> <p><b>90</b> – “Fora da realidade local e até nacional”</p> <p><b>91</b> – “Poderia iniciar de 50%”</p>
<b>I 22 – Taxa de rejeitos</b>	<p><b>92</b> – “Essa é a definição de rejeitos? Rejeitos não incluem os materiais não recicláveis? ”</p> <p><b>93</b> – “Entendi que a quantidade comercializa é quantidade que foi coletada e vendida”</p> <p><b>94</b> – “Acho muito relevante, porém, mensurar a quantidade coletada-quantidade comercializada é muito difícil, pois a pesagem só ocorre no momento da comercialização. Acredito que para mensurar isto será necessário estabelecer um tempo de 2 semanas, por exemplo. Ver isso na hora da execução”</p>
<b>I 23 - Taxa de recuperação de materiais recicláveis - %</b>	<p><b>95</b> – “Em vez de no cálculo ser quantidade coletada seletivamente, não deveria ser quantidade comercializada?”</p> <p><b>96</b> – “Entendi que é a taxa de recuperação em relação a Qntd total coletada de resíduos (reciclável e não reciclável)”</p> <p><b>97</b> – “Bem menor que a taxa média nacional e local”</p> <p><b>98</b> – “Esse me parece ser um valor complementar ao anterior”</p>
<b>I 24- Satisfação da população atendida em relação à coleta seletiva (periodicidade/frequência/horário)</b>	<p><b>99</b> - Acho que esse seria um indicador muito vulnerável em relação a quem responde. Embora seja importante, não sei se é relevante como indicador de sustentabilidade. Fiquei muito na dúvida.</p> <p><b>100</b> – “Ajustar intervalos da TS Favorável e Desfavorável. Favorável até 50%. Desfavorável menor do que 50%.”</p> <p><b>101</b> – “Acho mais adequado no âmbito social”</p>

INDICADOR	OBSERVAÇÕES
<b>I 25-</b> Catadores com vacinação em dia e exames periódicos de saúde	<p><b>102</b> – “Acho mais adequado no âmbito social”</p> <p><b>103</b> - “Poderiam ser indicadores distintos. A vacinação deveria ser requisito obrigatório para cadastrar os catadores”</p> <p><b>104</b> – “Sugiro colocar vacinação e exames periódico, que são medidas de prevenção coletivas juntos com os itens I18 e I19. Assim, no item dimensão ao invés de saúde ficaria segurança e saúde do trabalhador”</p> <p><b>105</b> – “É importante a imunização de todos, pois trabalham com resíduos que podem haver patógenos perigosos”</p>
<b>I 26</b> - Seguro de acidentes ocasionados no local de trabalho	<p><b>106</b> - “Acho que seria na parte social”</p> <p><b>107</b> - “O ideal é a contribuição para o INSS, não necessário um seguro em caso de acidentes. Se um trabalhador for muito beneficiado devido a um acidente, eles podem provocar os mesmos”</p>
<b>I 27</b> – Catadores afastados por acidentes ou lesões ocasionados pelo manejo de resíduos ou doenças em geral	<p><b>108</b> – “Acho que seria na parte social Mas apenas um comentário... entendo a importância e até poderia incluir os benefícios a saúde da população”</p> <p><b>109</b> – “Um sonho”</p> <p><b>110</b> – “Bom estabelecer um tempo de 6 meses, por exemplo”</p>
<b>I 28</b> - Situações de risco existentes para os catadores nas associações	<p><b>111</b> – “Acho esse indicador muito relativo. Teria que detalhar melhor os riscos”</p> <p><b>112</b> - “Bastante difícil mensurar as situações”</p> <p><b>113</b> – “Quais seriam as situações de risco? Pandemia? Acidente de trabalho? Neste caso, poderia ver a relação de número de dias com acidentes e número de dias sem acidente. Sugestão para reduzir a tendência muito favorável para &lt; 5- 10%”</p> <p><b>114</b> - “Praticamente inviável enumerar a quantidade de risco e situações existentes. Pode-se elaborar uma avaliação por tipo de risco (físico, químico e biológico)”</p> <p><b>115</b> – “Relevante, mas com baixa representatividade na sustentabilidade”</p>
<b>I 29-</b> Ações educativas voltadas a higienização e utilização de EPI's durante e pós-pandemia	<p><b>116</b> - “CP porque acredito que essas ações devem estar incluídas nos indicadores de saúde”</p> <p><b>117</b> - “Este indicador é importante mas depende da interação com a PMJP”</p> <p><b>118</b> – “Ações educativas de higienização de EPIs deve fazer parte do Programa de Gerenciamento de Risco, conforme determina a NR 6 e não está relacionada exclusivamente à pandemia. Que seja incluída no item EPI's”</p> <p><b>119</b> – “Interessante também observar o oferecimento de EPI's e álcool em gel. Talvez como um novo indicador”</p>
<b>I 30</b> - Remuneração dos catadores	<p><b>120</b> – “Depende de uma política municipal”</p> <p><b>121</b> – “Talvez pudesse unir a Dimensão Saúde com a do Covid-19”</p> <p><b>122</b> - “Acho irrelevante, pois a coleta seletiva é um serviço essencial e deveria ter continuado durante a pandemia, semelhante à coleta regular”</p>
<b>I 31</b> – Programas de educação ambiental, orientando a população acerca do manejo dos resíduos durante a pandemia	<p><b>123</b> – “CP porque não ficou claro como esse seria esse programa e achei a frequência elevada”</p>
<b>I 32</b> - Catadores afastados por Covid-19	<p><b>124</b> – “Sugestão para reduzir a tendência de muito favorável para menor do que 10%. Favorável até 30%”</p> <p><b>125</b> – “Acho irrelevante, pois ele é semelhante ao indicador I 27”</p>

## APÊNDICE C

### Alterações propostas após segunda rodada do Método Delphi

INDICADOR	OBSERVAÇÕES
<b>I 02 - Existência de parcerias</b>	<p><b>1</b> – “A depender da parceria, isso pode não significar nada para a sustentabilidade do programa de coleta seletiva. Exemplo: Em uma parceria entre uma indústria e uma associação que integra o programa de coleta seletiva do município para a coleta de um tipo específico de resíduo, a associação e a empresa ganham, mas o programa pode não ganhar nada, se o tipo de resíduo em questão não for de responsabilidade do município”</p> <p><b>2</b> – “Especificar o tipo de parceria (entre prefeitura e associações? associações e outros entes?) e a partir daí rever o quantitativo”</p> <p><b>3</b> - “Formalização das parcerias, gradação das tendências levando em consideração a quantidade de resíduos”</p> <p><b>4</b> - “Discordo na forma de mensuração. O número de parcerias não reflete diretamente seu impacto na coleta seletiva. A forma de mensuração anterior, atendimento aos requisitos, seria capaz de avaliar melhor esse impacto. Estes requisitos se relacionariam com a destinação dos resíduos”</p>
<b>I 03 – Cobertura do serviço</b>	<p><b>5</b> – “Acredito que 70% não deveria ser considerado favorável, considero uma cobertura baixa, poderia ser a partir de 80%”</p> <p><b>6</b> - “Talvez fosse interessante rever os percentuais e adequá-los à nossa realidade, a nível de Brasil. Apesar de julgar a gradação correta, não estaria muito distante da nossa realidade?”</p> <p><b>7</b> - “Seria interessante rever o quantitativo levando em consideração a realidade dos demais municípios”</p> <p><b>8</b> - “Inserir o termo "urbano" no indicador já que está limitado a área urbana”</p> <p><b>9</b> – “Porque temos áreas na cidade que o potencial de materiais recicláveis é irrelevante”</p>
<b>I 04 – Adesão da população</b>	<p><b>10</b> – “É preciso ficar claro se por "residência" está sendo considerado apenas casas ou também condomínios e/ou edifícios. A adesão de um edifício, em tese, equivaleria a uma maior quantidade de pessoas, o que acaba refletindo no dado apontado pelo indicador”</p> <p><b>11</b> – “Sugestão: <b>MF</b> - &gt; 90% <b>F</b> - 70 a 90% <b>D</b> - &lt; 70%. Partindo do princípio que elas já são atendidas pelo programa, talvez o mais adequado fosse considerar como desfavorável um valor inferior a 70% e não 50%”</p> <p><b>12</b> – “Nem nos mais países mais desenvolvidos a adesão chega a 100% espontaneamente”</p>
<b>I 05 – Programas de educação e divulgação</b>	<p><b>13</b> – “OBS: Incluiria programas de rádio em MF”</p> <p><b>14</b> – “Difícil graduar, mas talvez devesse ficar como: MF - todos os públicos (propagandas de TV e atuação em escolas e empresas) - já que isso é o mais difícil; F - como só redes sociais (seria o básico, mas tem grande alcance) e D - o que não tem nada.”</p>
<b>I 06 – Catadores associados capacitados</b>	<p><b>15</b> – “Talvez uma nova gradação. Eu acredito que um índice de 40% não seja desfavorável, pois pode ser uma tendência de crescimento...talvez colocar esse limiar em 30%”</p>
<b>I 08 - Custo do programa de coleta seletiva em relação a massa coletada seletivamente</b>	<p><b>16</b> – “Difícil definir este custo com exatidão, em função dos fatores envolvidos de cidade para cidade”</p> <p><b>17</b> – “Acredito que o indicador deva ser a relação entre Custo do programa de coleta seletiva e a quantidade coletada. Quanto à gradação, é difícil colocar valores como isso foi levantado. Já pensaram num indicador adimensional?”</p>
<b>I 09 – Percentual de materiais recicláveis comercializados</b>	<p><b>18</b> - Para que se chegue mais próximo de avaliar a eficácia do programa, seria interessante destacar que os materiais comercializados foram aqueles obtidos por meio do programa de coleta seletiva. As associações nem sempre possuem como única fonte de material aquela vinda do programa com o município.</p>

INDICADOR	OBSERVAÇÕES
<b>I 09</b> - Percentual de materiais recicláveis comercializados	<b>19</b> – “Acho 50% um percentual muito baixo para ser considerado favorável.” <b>20</b> – “Limiar inferior da gradação deveria ser menor”
<b>I 11</b> – Custo da coleta seletiva em relação aos custos com a gestão de resíduos	<b>21</b> – “Incluir ponderação com a população atendida”
<b>I 12</b> - Existência da TCR e percentual concedido para a coleta seletiva	<b>22</b> – “O valor arrecadado não é suficiente para cobrir os custos com a limpeza urbana” <b>23</b> – “Levar em consideração o valor arrecadado pelo município com a TCR, pois o mesmo não é suficiente para cobrir os custos da limpeza urbana.” <b>24</b> – “O valor arrecadado não consegue cobrir os custos com os serviços municipais de limpeza urbana”
<b>I 13</b> - Renda média mensal dos catadores associados nos núcleos de coleta seletiva	<b>25</b> – “Não poderia ser um valor maior, destinado para eles”
<b>I 14</b> –Catadores associados que atuam nos núcleos de coleta seletiva	<b>26</b> – “Rever a gradação "favorável": não está muito ampla? Além disso, é um indicador difícil de ser acompanhado devido à ausência de dados sobre catadores informais e a variação natural no número de catadores (associados e não associados)” <b>27</b> – “Reavaliar o indicador, devido a ausência de dados do quantitativo de catadores informais e ao fato que o número de associados é bastante variável”
<b>I 15</b> – Condições de trabalho	<b>28</b> – “Consideraria favorável a partir de 70% das condições de trabalho desejáveis atendidas” <b>29</b> – “Ótimo indicador, embora a avaliação possa ser subjetiva”
<b>I 16</b> – Massa per capita coletada seletivamente	<b>30</b> – “Há a possibilidade de ampliar as gradações para abarcar uma faixa menor da taxa? Achei um pouco elevado” <b>31</b> – “Valores parecem elevados” <b>32</b> – “Difícil mensurar com precisão”
<b>I 18</b> – Taxa de rejeitos	<b>33</b> – “Achei um pouco elevada essa taxa”
<b>I 19</b> – Taxa de recuperação de materiais recicláveis	<b>34</b> – “MF>50%; F de 15 a 50% e D < 15%”
<b>I 20</b> - Percentual de recicláveis vendidos diretamente para indústrias e/ou empresas	<b>35</b> – “Indicador de difícil acompanhamento / avaliação”
<b>I 21</b> - Catadores com vacinação em dia e exames periódicos de saúde	<b>36</b> – “Muito importante e que precisa ter uma gradação elevada para estimular os cuidados” <b>37</b> – “Sugestão: colocar um indicador com relação a ter ou não documentos pessoais, pois lembro que uma parte dos catadores que entrevistei não possuíam documentos” <b>38</b> – “Acho que deveria ser 90%”
<b>I 22</b> – Catadores associados afastados por acidentes ou lesões ocasionados pelo manejo de resíduos ou doenças em geral	<b>39</b> – “Talvez fosse interessante focar em acidentes de trabalho / doenças ocupacionais” <b>40</b> – “Muitos continuam trabalhando mesmo estando doentes, pois não têm como se afastarem, em função do não recolhimento do INSS”
<b>I 23</b> - Tipos de riscos existentes para os catadores nas associações	<b>41</b> – “Temática muito importante, porém o indicador pode ser subjetivo e de difícil avaliação” <b>42</b> – “Indicador importante, mas de difícil avaliação por ser subjetivo” <b>43</b> – “Acredito deve mudar a gradação. Os trabalhadores vão estar expostos a muitos riscos, alguns podem ser diminuídos, mas não totalmente. Eles devem usar EPI. É uma questão de segurança do trabalho. Eu reveria tudo e como coloca esse indicador, abrangendo algo com EPIs”

Continuação

INDICADOR	OBSERVAÇÕES
<b>I 25</b> - Remuneração dos catadores	<b>44</b> – “Acho que não seja o termo remuneração e sim o termo "auxílio”
<b>I 28</b> - Readequação do local de trabalho e fornecimento de materiais de prevenção em situações de desastres/epidemias/pandemias	<b>45</b> – “MF deveria ser maior que 90%” <b>46</b> – “Sugiro aumentar o percentual para 90%”

## ANEXO A

Indicadores de sustentabilidade encontrados na etapa de levantamento bibliográfico.

AUTOR (ES)	INDICADORES
<b>Besen (2011)</b>	Adesão da população
	Taxa de recuperação de recicláveis
	Cobertura de atendimento
	Taxa de rejeito
	Parcerias
	Condições de trabalho
	Custo da coleta seletiva em relação à domiciliar
	Instrumentos legais
	Custo do serviço em relação à quantidade coletada
	Educação/divulgação
	Inclusão de catadores avulsos
	Autofinanciamento
	Gestão Compartilhada
	Renda média
	Uso de equipamentos de proteção individual
	Membros capacitados
	Atendimento aos requisitos de segurança e saúde do ambiente de trabalho
	Participação de membros em reuniões
	Eficiência da produtividade/catador
	Instrumentos legais na relação com a prefeitura
	Atendimento aos requisitos saúde
	Rotatividade dos membros
	Qualidade de parcerias
	Diversificação das atividades e serviços
<b>Campani (2012)</b>	Taxa de recuperação de recicláveis
	Massa recuperada per capita
	Relação entre quantidade coletada Coleta Seletiva e Resíduos Domiciliares
<b>Brighenti et al (2011)</b>	Rotatividade de comercialização (R \$ / mês)
	Custo da triagem (R \$ / tonelada)
	Custo total de coleta seletiva (R \$ / tonelada)
	Cobertura de serviço (população)
	Rotatividade de catadores (%)
<b>Santiago e Dias (2012)</b>	Realização de eventos municipais com a temática ambiental
	Satisfação da população em relação à coleta pública (periodicidade/frequência/horário)
	Abrangência da coleta seletiva no município



<b>Santiago e Dias (2012)</b>	Existência de pontos para entrega voluntária dos resíduos segregados
	Existência de cursos de capacitação promovidos aos catadores
	Salubridade do local do trabalho dos catadores (EPI, banheiros, refeitório, armazenamento adequado do refugo e dos recicláveis, cobertura, piso impermeabilizado)
<b>Ramos (2013)</b>	Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU
	Quantidade de ações de fiscalização relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal
	Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população
<b>Fechine (2014)</b>	Marco legal no município
<b>Veiga (2014)</b>	Massa diária per capita de materiais recicláveis coletados pela coleta seletiva
	Percentual da população urbana atendida pela coleta seletiva
	Percentual de materiais recicláveis coletados pela coleta seletiva em relação à quantidade total de RSU coletada
	Percentual de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de RSU coletada
	Percentual de rejeitos provenientes de triagem em programas de coleta seletiva em relação à quantidade total de materiais recicláveis coletados
	Número de postos de trabalho gerados pela coleta seletiva
	Percentual da população participante de programas da coleta seletiva em relação à população atendida por esses programas
	Existência de cooperativas atuando segundo legislação
	Percentual de catadores organizados que trabalham na coleta seletiva do município
	Renda média mensal obtida pelos catadores
	Custo anual per capita com coleta seletiva
	Percentual de materiais recicláveis comercializados
	Número de situações de risco existentes para os catadores e funcionários que trabalham no manejo de resíduos
<b>Lopes (2016)</b>	Cobertura
	Tipo de sistema
	Frequência
	Recuperação de recicláveis
	Infraestrutura
	Condições Operacionais
<b>Besen et al. (2017)</b>	Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
	Instrumentos legais na relação da prefeitura com prestadores de serviço da coleta seletiva
	Atendimento da população
	Participação e controle social
	Condições de trabalho na coleta de resíduos secos

Continuação

<b>Besen et al. (2017)</b>	Condições ambientais de trabalho na central de triagem
	Saúde e segurança do trabalhador
	Custos do serviço de coleta seletiva
	Regularização da organização
	Diversificação de parcerias
	Renda média por membro
	Autogestão
	Capacitação da organização
	Benefícios aos membros
	Diversificação de atividades e serviços
<b>SNIS (2018)</b>	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município.
	Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (rdo + rpu) coletada
	Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana
	Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sól. domésticos
	Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva