



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS-CCA
ESPECIALIZAÇÃO EM RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

FERNANDA SILVA ELEUTÉRIO

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA AVALIAÇÃO DE GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Imperatriz - MA

2022

FERNANDA SILVA ELEUTÉRIO

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA AVALIAÇÃO DE GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como requisito básico para a obtenção do título de especialista no curso lato sensu em Especialização em Recuperação de Áreas Degradadas.

Orientador: Dr. Jorge Diniz de Oliveira

Imperatriz - MA

2022

E39i

Eleutério, Fernanda Silva

Indicadores de sustentabilidade na avaliação de gestão de resíduos sólidos urbanos.
/ Fernanda Silva Eleutério. – Imperatriz, MA, 2022.

65 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Recuperação de Áreas Degradadas) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2022.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Resíduos sólidos urbanos. 3. Indicadores de sustentabilidade. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 502.131.1

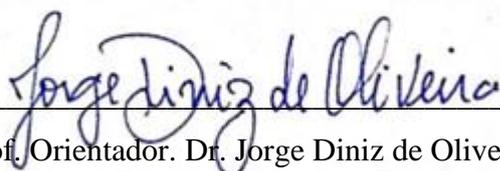
Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
da Região Tocantina do Maranhão
como requisito básico para a conclusão
do Curso de Recuperação de Áreas
Degradadas.

Data de aprovação: 20/12/2022.

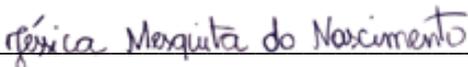
Banca Examinadora



Prof. Orientador. Dr. Jorge Diniz de Oliveira
Instituição: UEMASUL



Profa. Dra. Ivaneide de Oliveira Nascimento - 1º Membro
Instituição: UEMASUL



Profa. Dra. Jéssica Mesquita do Nascimento - 2º Membro
Instituição: UEMASUL

Dedico este trabalho a Deus e a Nossa Senhora, por serem meus alicerces nos momentos difíceis dessa jornada. A minha mãe Luzimar Fernandes e minha irmã Joselma Fernandes. A minha avó Beliza (in memoriam), que se faz presente nas minhas lembranças.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por ter me permitido chegar até aqui, a Nossa Senhora nas quais muitas vezes recorri para pedir força, sabedoria, paciência e resiliência para a realização deste trabalho.

A minha família, em especial a minha mãe e a minha irmã Joselma Fernandes por sempre estarem ao meu lado.

A minha prima Samira Gomes, por todo incentivo e apoio.

Ao meu orientador, Dr. Jorge Diniz Oliveira, a quem sou profundamente grata pelos ensinamentos, sugestões, paciência e confiança.

Aos membros da banca, Dra. Ivaneide de Oliveira Nascimento e Dra. Jéssica Mesquita do Nascimento, grata pelas sugestões e ensinamentos.

A coordenadora Anatórcia Alves, pelos conhecimentos partilhados, por ser sempre solícita e disposta a ajudar.

A UEMASUL e todo corpo docente da especialização em Recuperação de Áreas Degradadas, pelos conhecimentos partilhados e que tanto contribuíram para a minha vida profissional.

As minhas amigas da especialização que estiveram presentes ao longo desta caminhada, Joyce Fernanda, Aldimar Marques e Adriana Gomes, gratidão pela amizade e companheirismo.

As minhas amigas Aysla Caroline e Walderlanne Ferreira, por sempre estarem ao meu lado, pelo carinho e incentivo.

A minha amiga Mayele Araújo, por me ouvir sempre falar de TCC, por me aconselhar e me apoiar.

E, enfim, a todos que me ajudaram a chegar até aqui, minha profunda gratidão.

“É justo que muito custe o que muito vale.”

(Santa Teresa D’Ávila)

RESUMO

Um grande desafio na gestão dos RSU, é encontrar a melhor solução para a destinação final dos resíduos sólidos. A gestão é de suma importância, para que o manejo adequado seja uma estratégia de preservação do meio ambiente. Em tempos em que a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável tornaram-se termos recorrentes, as mudanças de hábitos se fazem necessárias para manter um ecossistema equilibrado. Nesse sentido, faz-se necessária a mensuração de como as dimensões de sustentabilidade estão sendo trabalhadas para haver uma maior eficácia quanto à gestão. O objetivo do trabalho foi analisar a importância de se fazer o uso dos indicadores de sustentabilidade na gestão de RSU. A metodologia de abordagem utilizada foi estudo de caso, com levantamento bibliográfico de pesquisas que abrangem o uso de indicadores de sustentabilidade na avaliação de gestão de RSU, em cidades da Região Nordeste. Após a análise, os indicadores se mostraram eficazes, pois permitiram avaliar e demonstrar as situações críticas. Contudo, as cidades analisadas foram consideradas não sustentáveis quanto à gestão dos RSU. Assim sendo, aconselha-se a implementação de ações que diminuam os efeitos negativos causados ao meio ambiente, devido à disposição inadequada dos resíduos sobre o solo.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Indicadores; Gerenciamento; Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

A major challenge in the management of MSW is to find the best solution for the final disposal of solid waste. Management is of paramount importance, so that proper management is a strategy for preserving the environment. In times when sustainability and sustainable development have become recurrent terms, changes in habits are necessary to maintain a balanced ecosystem. In this sense, it is necessary to measure how the sustainability dimensions are being worked on to have a greater effectiveness in terms of management. The objective of this study was to analyze the importance of using sustainability indicators in SUW management. The approach methodology used was case study, with bibliographic research that covers the use of sustainability indicators in the evaluation of SUW management in cities of the Northeast Region. After the analysis, the indicators proved to be effective because they allowed the evaluation and demonstration of critical situations. However, the cities analyzed were considered not sustainable in terms of SUW management. Therefore, it is advisable to implement actions that reduce the negative effects caused to the environment, due to the inadequate disposal of waste on the ground.

Keywords: Sustainable development; Indicators; Management; Solid Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Representação dos dois desacoplamentos	31
Figura 2 Ciclo de tomada de decisão	34
Figura 3 Modelo Pressão-Estado-Resposta	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Detalhamento do PEIR	39
Quadro 2 Modelos de pesquisa de avaliação do GRSU a partir de indicadores de sustentabilidade	43
Quadro 3 Características de unidade de processamento por disposição em Campina Grande – PB	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Fator de peso	40
Tabela 2 Faixa de Valores do Índice de Resíduos Sólidos	41
Tabela 3 Índice de RS	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Produção de RSU no Brasil	21
Gráfico 2 Geração de RSU no Brasil por Região em 2021	22
Gráfico 3 Geração de RSU no Brasil por Região em 2022	23
Gráfico 4 Coleta de RSU no Brasil (t/ano)	24

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

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

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

CF - Constituição Federal

CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

GRSU - Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

IUNC - União Internacional para a Conservação da Natureza

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

PEIR - Pressão - Estado - Impacto - Resposta

PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PSR - Pressure - State – Response

RS – Resíduos Sólidos

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

WWF - *World Wildlife Fund*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Resíduos Sólidos: uma visão geral	18
2.2 Lei 12.305/2010	19
2.3 Resíduos Sólidos Urbanos - RSU	20
2.4 Gestão dos RSU	24
2.4.1 Geração	26
2.4.2 Acondicionamento, varrição e capinação	26
2.4.3 Coleta e Transporte	26
2.4.4 Tratamento	27
2.4.5 Disposição final.....	27
2.5 Desenvolvimento Sustentável.....	27
2.5.1 Desenvolvimento e crescimento econômico.....	29
2.6 Indicadores de Desenvolvimento Sustentável	33
2.7 Indicadores de Sustentabilidade aplicados à GRSU	36
2.7.1 Indicadores sugeridos por Milanez	36
2.7.2 Indicadores sugeridos por Polaz	37
2.7.3 Indicadores propostos por Castro.....	37
2.7.4 Modelo de indicador Pressure – State – Response (PSR).....	38
3. MATERIAL E MÉTODOS	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Indicadores propostos por Lima (2022), em Rio Grande do Norte	45
4.1.1 Dimensão Ambiental.....	45
4.1.2 Dimensão econômica	46
4.1.3 Dimensão social	47
4.1.4 Dimensão política	47
4.1.5 Dimensão cultural	49
4.2 Indicadores propostos por Bento e Barros (2021), em Nazarezinho	50
4.3 Indicadores de sustentabilidade proposto por Silva e Cândido (2012), em Campinas Grande - PB	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	61

1. INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades humanas, as mudanças ou criação de novos hábitos, o desenvolvimento industrial e uma série de outros fatores são responsáveis pelo aumento de consumo, tem conseqüentemente gerado um aumento na produção de resíduos sólidos urbanos (RSU). Um dos principais desafios da geração dos RSU é quanto à sua disposição final. Seu gerenciamento inadequado pode resultar em riscos tanto para a comunidade, quanto para a preservação ambiental (CAETANO et al., 2020).

Repensar as atitudes e a mudança de hábitos passam a ser fundamentais à procura de um ambiente equilibrado. Em tempos em que a sustentabilidade se tornou tema recorrente do cotidiano. Na busca pela sustentabilidade a questão dos RSU tem preocupado gestores em níveis (municipais, estaduais e federais), já que a destinação inadequada pode ocasionar efeitos nocivos ao ecossistema e a saúde pública (LOZANO, 2012).

Monitorar a gestão de resíduos visando a sustentabilidade e o bem-estar, torna-se essencial avaliar o sistema e contribuir com novas propostas na busca de alternativas para a diminuição de resíduos. E uma das ferramentas que se demonstra eficaz nesse monitoramento são os indicadores de sustentabilidade, que desempenham um importante papel no levantamento de informações que identificam problemas e auxiliam em tomadas de decisões, na avaliação da situação da localidade diante da possibilidade de alcançar o desenvolvimento sustentável, e promover a melhoria na gestão dos resíduos sólidos urbanos (GRSU), (VIANA; CASTRO, 2014).

São considerados ferramentas de sistematização e disseminação de informação. A relevância de tomada de decisão é reconhecida pela Agenda 21. No desenvolvimento sustentável, cada pessoa é usuário e provedor de informação, incluindo dados, informações e experiências e conhecimentos adequadamente apresentados. A ausência de informação surge desde a tomada de decisões superiores, nos planos nacional e internacional, ao comunitário e individual (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO, 1992).

Isto também é garantido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), (Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010), esta lei aborda a responsabilidade compartilhada, que prevê que os responsáveis pela gestão dos resíduos são todos que participam do ciclo de vida de um produto, desde fabricantes a consumidores (BRASIL, 2010).

Em tempos em que a sustentabilidade se tornou termo recorrente, as mudanças de hábitos passam a ser fundamentais para um ambiente equilibrado. Nessa perspectiva, faz-se necessária a mensuração de como as dimensões da sustentabilidade estão sendo trabalhadas, para haver uma melhor eficácia na gestão dos resíduos sólidos, mediante o uso de indicadores como ferramenta de sistematização.

Diante desse contexto, o interesse por esse estudo surge mediante as diversas situações em que colocam em risco a biodiversidade, fatores de degradação ambiental que ocorrem devido à disposição inadequada dos resíduos, que podem trazer consequências ambientais e à saúde. A partir dessa realidade devemos pensar em uma maneira de modificar as atitudes comportamentais e demonstrar o uso de indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos. Portanto, o presente estudo tem como objetivo geral analisar a importância de se fazer o uso de indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos. Os objetivos específicos são: fazer levantamento de estudos sobre indicadores de sustentabilidade voltados à gestão dos resíduos sólidos urbanos, estudar os problemas relacionados à gestão pública dos resíduos sólidos e abordar a discussão sobre os princípios de sustentabilidade na gestão dos resíduos sólidos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos Sólidos: uma visão geral

Denominava-se “lixo” aquilo que não era mais útil ou que não se desejava mais, ainda que fosse algo de aproveitamento ou valor. A palavra lixo vem do latim *lix*, cujo significado remete a cinzas; resíduo vem de *residuum*, que em latim, remete a sobra de certa substância. Lixo é qualquer material sólido oriundo das atividades humanas ou da natureza e que já não tem finalidade para a qual foi criado, que não pode ser reciclado e é desprovido de valor comercial. O termo resíduo conduz a idade de nova utilização, seja como matéria-prima nos processos produtivos, ou como composto orgânico para o solo (OLIVEIRA, D., 2020).

O ser humano depende da natureza para obter alimento desde o primórdio. Na fase nômade, alimentava-se de frutas silvestres, raízes, carne dos animais, consumindo tudo aquilo que era possível obter da natureza. Com o passar dos anos os hábitos humanos sofreram modificações, o homem deixou de ser nômade, passou a cultivar a terra, criar animais e a produzir utensílios para o seu conforto. Apareceu as primeiras comunidades fixas. Portanto, o acúmulo dos resíduos foi aumentando, ainda que não apresentasse um problema em grande proporção (OLIVEIRA, E., 2018).

Conforme Oliveira, E. (2018), o surgimento das monoculturas, dos desmatamentos e das primeiras cidades, a elevação do consumo de alimento, trouxeram, consequências à natureza. O processo de industrialização e sua intensificação com a Revolução Industrial no século XVIII trouxeram grande migração das populações rurais para a urbana, formando aglomeração em torno de fábricas, conseqüentemente o aumento do consumo da matéria-prima.

Um dos maiores desafios encontrados na sociedade moderna é o equacionamento da geração excessiva e da disposição adequada dos RSU. Tem se mostrado relevante desde a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento que aconteceu em junho de 1992 no Rio de Janeiro, em escala global, tanto países ricos quanto nos países mais pobres, por contribuírem direta ou indiretamente com as mudanças climáticas e o aquecimento global. A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impacto socioambiental, tais como comprometimentos dos corpos d'águas e mananciais, degradação do solo, contribuição para a poluição da atmosfera, proliferação de vetores, além de intensificação de enchentes (ROSA, 2019).

A disposição inadequada traz consequências negativas ao ecossistema devido ao crescimento populacional, a carência de gestão nas cidades e à ausência de conscientização da população, portanto foram criadas leis para tentar minimizar e/ou solucionar os danos ambientais decorrentes dos resíduos, normativas legais já traziam a temática de resíduos sólidos -RS em seus conteúdos. (LINS; SANTOS, 2020).

A discussão sobre os RS s no Brasil ocorreu de forma lenta. Houve um atraso de quase duas décadas, o projeto de lei que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, a Lei de 12.305, de 2 de agosto de 2010, mostra-se, como a primeira legislação forma que regulamenta como o país deve tratar os resíduos sólidos. O despertar ambiental foi iniciado somente na década de 1980, quando foi criada a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), portanto, em seguida o capítulo sobre o meio ambiente na Constituição Federal de 1988 (SOARES, 2022).

O Art. 225º da Constituição Federal (CF) de 1988, diz que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como o bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (BRASIL, 1988).

A Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, instituída pela Lei nº 6.938/81, em seu Art. 3º, inciso I, o conceito de meio ambiente como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biologia, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. Contudo, o meio ambiente é visto como um conjunto de elementos essenciais, sendo que a natureza e o homem são partes dele (BRASIL, 1981).

2.2 Lei 12.305/2010

A PNRS, descrita na Lei Federal nº12.305 de agosto de 2010, dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, além de diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, aborda também responsabilidades dos geradores e do poder público (BRASIL, 2010).

A PNRS diz que os RS são todo material no estado sólido, semissólido, gasoso ou líquido, que seja decorrente de ações do homem. São classificados quanto a sua origem e periculosidade, para melhor gerenciá-los e para garantir a segurança do homem e do meio ambiente. Segundo o Artigo 13 da Lei supracitada, têm a seguinte classificação quanto a sua origem: resíduos sólidos urbanos (sendo o conjunto de resíduos domiciliares e resíduos de limpeza urbana, conforme definido na Lei citada acima), resíduos de

estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos de serviços públicos de saneamento básico, industriais, serviços de saúde, construção civil, agrossilvipastoril, serviços de transportes e resíduos de mineração. E quanto a sua periculosidade são classificados em: resíduos perigosos e resíduos não perigosos (BRASIL, 2010).

A PNRS, é considerada uma visão moderna na luta contra os maiores problemas decorrentes do lixo urbano, reúne princípios, instrumentos e diretrizes, adotadas pelo Governo Federal, Distrito Federal, Municípios ou particulares, considerando a gestão integrada e o gerenciamento ambiental adequado dos RS. (BRASIL, 2010).

A PNRS tem como principal destaque os seguintes princípios: Princípio da Prevenção e Princípio da Responsabilidade Compartilhada. Os princípios são comentados no Capítulo 6.º do inciso XI da PNRS, sendo que os primeiros a serem listados são os princípios da prevenção e da precaução. O princípio da prevenção se dá na ação prévia, a fim de evitar os impactos negativos que são concretos, minimizar ou mitigá-lo. Já o princípio da precaução aplica-se quando não se tem a certeza dos danos, porém, mesmo com a incerteza, medidas de precaução são tomadas. O princípio da responsabilidade compartilhada, define um conjunto de atribuições individualizadas de todos que possuem algum vínculo com o produto, em qualquer etapa de produção ou consumo, com o intuito de impedir os impactos causados ao meio ambiente (BRASIL, 2010).

Um dos princípios em destaque foi o da responsabilidade compartilhada entre cidadãos, empresas e Poder Público, logo o fabricante, distribuidor que colocam os produtos no mercado, têm a responsabilidade solidária pelo recolhimento destes produtos após o uso pelo consumidor, dentro da logística reversa, o qual responsabiliza também o consumidor final pelo retorno ao fabricante (SOARES, 2022).

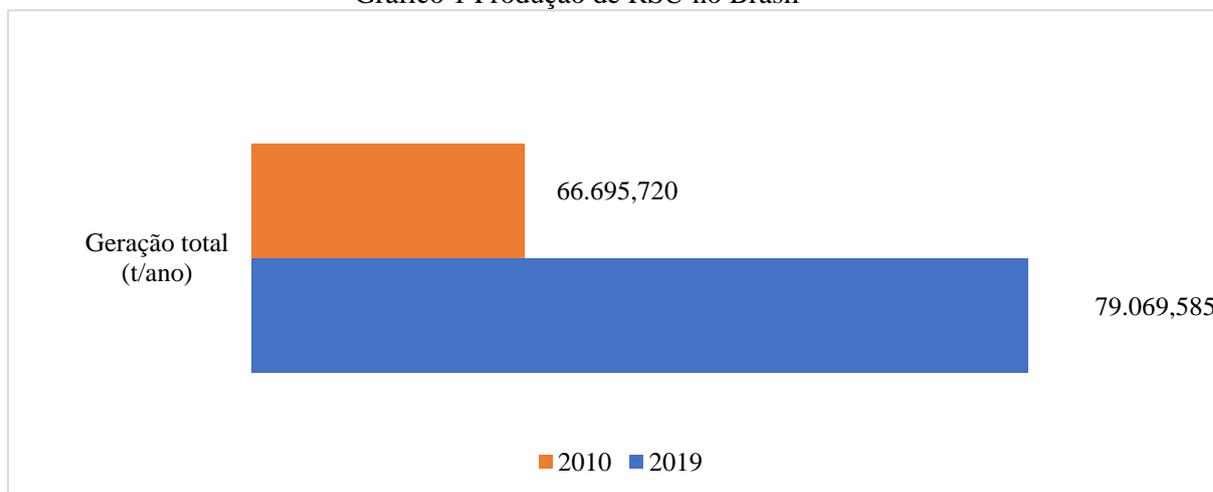
A responsabilidade compartilhada, consoante com a PNRS, tem como origem o ciclo de vida do que é produzido em todas as suas fases, desde a retirada de matéria-prima da natureza, como o produto é produzido, o consumo e a disposição final. O objetivo da PNRS é atribuir a todos, desde a retirada da matéria-prima até o seu consumo final, responsabilidades com os resíduos sólidos gerados, com o propósito de diminuir os impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada destes resíduos. (FAVARETTO, 2016).

2.3 Resíduos Sólidos Urbanos - RSU

Os RSU são decorrentes de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os de varrição, limpeza pública (BRASIL, 2010). Segundo a Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, a geração de resíduos domiciliares e de limpeza urbana, possui uma relação direta com o local onde se desenvolvem atividades humanas, considerando que o descarte de resíduos é resultado direto do processo de aquisição e consumo de bens e produtos das mais diversas características. Antes do período da pandemia, a geração dos resíduos ocorria de maneira dispersa nas diferentes regiões, em virtude de as atividades serem realizadas em diferentes locais (escolas, escritórios, centros comerciais, etc.) (ABRELPE, 2020).

Todavia, a concentração de pessoas em suas residências tornou-se maior, observou-se uma concentração de resíduos nesses locais, atendidos diretamente pelo serviço de limpeza pública (ABRELPE, 2021). Entre 2010 e 2019, a geração de RSU no Brasil registrou considerável aumento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano. Por sua vez, a geração per capita aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano (ABRELPE, 2020).

Gráfico 1 Produção de RSU no Brasil



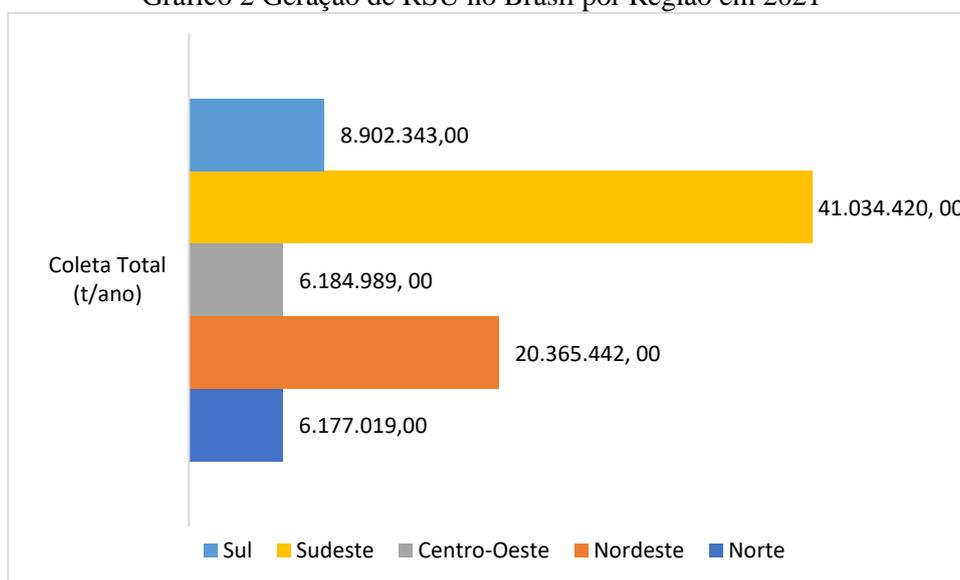
Adaptado de (ABRELPE, 2020)

No Brasil a geração sofreu influência direta da pandemia da COVID-19, durante o ano de 2020, tendo alcançado aproximadamente 82,5 milhões de toneladas geradas, ou 225.965 toneladas diárias. Dessa maneira, cada brasileiro gerou, em média, 1,07 kg de resíduo por dia, devido às novas dinâmicas sociais que em boa parte, foram quase que totalmente transferidas para as residências, visto que o consumo em restaurantes,

lanchonetes, foi substituído pelo delivery e os descartes dos resíduos passaram a acontecer nas residências (ABRELPE, 2021).

Em 2022 tendo como avanço a imunização da população contra a COVID-19 e a retomada de boa parte das atividades de forma presencial, as dinâmicas sociais passaram por mudanças o que influenciou diretamente os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, com essa retomada de boa parte das atividades, os centros de geração de resíduos foram deslocados dos domicílios para as escolas, escritórios, centros comerciais etc. O gráfico 2, apresenta os dados sobre a geração de RSU no Brasil por região durante o ano de 2021, tendo alcançado em média 82, 6 milhões de toneladas (ABRELPE, 2022).

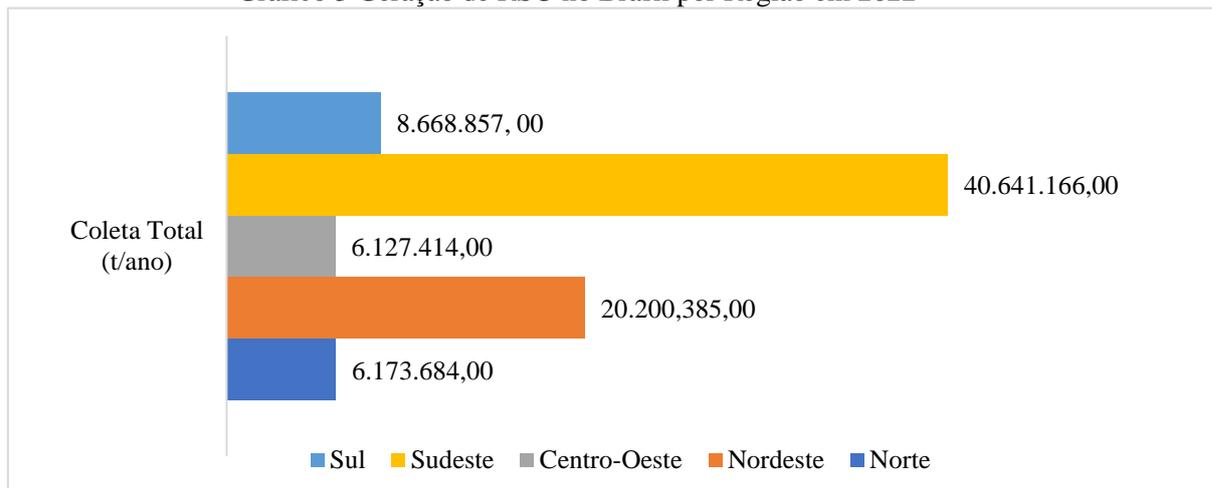
Gráfico 2 Geração de RSU no Brasil por Região em 2021



Adaptado de (ABRELPE, 2022)

O gráfico 3, apresenta os dados sobre a geração de RSU no Brasil durante o ano de 2022, tendo alcançado aproximadamente 81,8 milhões de toneladas o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro produziu, em média, 1,043 kg de resíduos por dia. A região nordeste apresentou uma geração de 20.365.442 (t/ano) em 2021, já em 2022, apresentou 20.200.385 (t/ano) (ABRELPE, 2022).

Gráfico 3 Geração de RSU no Brasil por Região em 2022



Adaptado de (ABRELPE, 2022)

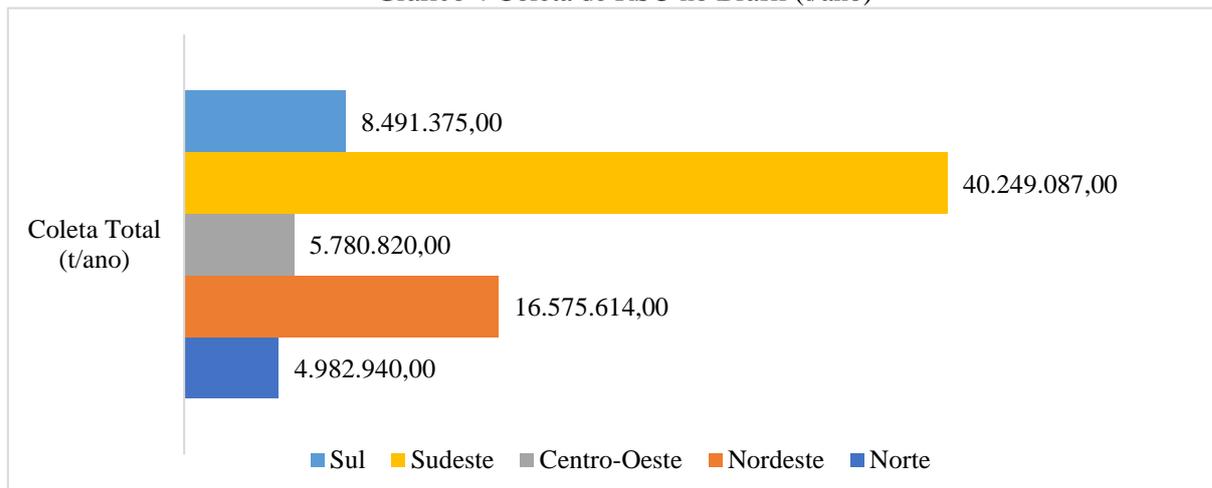
O sistema capitalista impulsiona a sociedade à cultura do consumismo. O consumismo além de contribuir com os impactos negativos, através da extração de matérias-primas, geram outros impactos através da quantidade de resíduos gerados, tratamento e disposição inadequada (SILVA; RODRIGUES; ALMEIDA et al.,2020).

A disposição inadequada é oriunda de diversos fatores, como social, econômico e cultural. É evidente que o descarte dos RSU é realizado de maneira inadequada, envolvendo pobreza, e consequências à saúde devido a transmissores de doenças, contudo o manejo adequado é um método de preservação ambiental (SILVA; RODRIGUES; ALMEIDA et al.,2020).

Conforme a ABRELPE, em 2020, com o aumento na geração dos resíduos domiciliares, a quantidade de materiais dispostos para a coleta junto aos serviços de limpeza urbana também cresceu, levando a um total de 76,1 milhões de toneladas coletadas, o que subentende uma cobertura de 92,2% de coleta (ABRELPE, 2021).

A região Sudeste tem a maior massa coletada dentre as demais regiões, com aproximadamente 40 milhões de toneladas por ano, seguida do Nordeste, com pouco 16,5 milhões de toneladas, e o Sul, com 8,5 milhões de toneladas coletadas (ABRELPE, 2021).

Gráfico 4 Coleta de RSU no Brasil (t/ano)



Adaptado de (ABRELPE, 2021)

Uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada, prevista na PNRS, é a disposição final. A maioria dos RSU coletados são dispostos em aterros sanitários, em 2020, aproximadamente 46 milhões de toneladas de resíduos foram dispostos nestes locais, superando a marca de 60% dos resíduos coletados que tiveram a destinação adequada no país. De outro modo, locais de disposição inadequada, ainda se encontram em operação e receberam cerca de 40% do total de resíduos (ABRELPE, 2021).

2.4 Gestão dos RSU

A gestão de resíduos sólidos busca o equilíbrio entre a elevada produção de resíduo e o destino ambientalmente adequado para este. A PNRS, surge com o desígnio de tratar essa problemática e estabelecimento de metas que visem a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento. De modo geral, a PNRS exige que todos os municípios brasileiros adotem melhorias ambientais e políticas voltadas para temáticas como a logística reversa e a coleta seletiva (LINS, et al., 2019).

A gestão integrada são as ações voltadas para solucionar os problemas dos resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Isto é, de forma multidisciplinar focadas no desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

Esta gestão deve ser constantemente avaliada. Neste caso, os indicadores de sustentabilidade tornam-se instrumentos importantes para que os gestores públicos

possam avaliar e monitorar a sustentabilidade ambiental e planejar estratégias que favoreçam a melhoria na qualidade de vida da sociedade (BRASIL, 2010).

As cidades tendem a usar diferentes tecnologias, comportamentos e políticas, para controlar os impactos negativos dos RSU, visando encontrar formas de reutilização. Estes métodos constituem a gestão de resíduos, são elementos que descrevem as etapas de gerenciamento, abrangendo a geração, coleta, transporte, tratamento de disposição final. Quanto ao gerenciamento, ainda, concentra-se na destinação final. A limpeza urbana e a coleta é realizada por empresas privadas sob a forma de concessão, permissão ou subcontratação, onde é feita a delegação de prestação dos serviços para a pessoa jurídica, física ou que demonstre capacidade para o seu desempenho, e são de responsabilidades municipais (BERTICELLI, 2016).

O modelo de gestão por ser compreendido como ações resultantes de referências político-estratégica, institucionais, legais, financeiras, sociais e ambientais, sendo capaz de nortear a organização do setor. Os elementos indispensáveis para um modelo de gestão envolvem diversos agentes sociais; na integração dos aspectos técnicos, ambientais, sociais, institucionais e políticos, garantindo a sustentabilidade (SILVA, 2015).

Podem ser realizados por via da administração pública, de forma direta ou indireta; baseado na ótica do Poder Público, e mediante a delegação à iniciativa privada, através de concessão, permissão, terceirização ou parceria público-privada (PPP). Estes modelos podem atuar de forma conjunta municipal, denominados modelos mistos. Um dos principais modelos gerenciais adotados para o trato dos RSU, são os modelos mistos e a terceirização (SILVA, 2015).

Para compor um modelo a fim de orientar um administrador do município a traçar metas, é necessário analisar alguns pontos, como o reconhecimento dos agentes sociais envolvidos, que são os catadores organizados ou não em associações, ou cooperativas. Diante deste contexto o associativismo, é uma forma de conseguirem visibilidade social (CAVALCANTI, 2013).

As organizações, associações, cooperativas de catadores que surgem como oportunidade de somar os interesses em comum de um grupo e se inserirem no mercado dos recicláveis. Se bem geridos pode vir a ser um negócio lucrativo, o mercado já existe e consegue garantir o sustento desses que, no entanto, desempenham uma função social e ambiental de suma importância (CAVALCANTI, 2013).

2.4.1 Geração

Compreende o tipo de resíduo conforme a sua classe, origem e característica. Gerados em residências urbanas, comércio, varrição de vias públicas, restos de alimentos, plásticos, papéis, vidros, metais, resíduos de poda, etc. Está ligada com a cultura local, além da disponibilidade de recursos. Contudo, quanto maior a cidade, maior a produção de resíduos (OLIVO, 2021).

2.4.2 Acondicionamento, varrição e capinação

A NBR 12980 dispõe sobre as etapas do processo de acondicionamento, varrição e capinação, define os vários tipos de coleta e os procedimentos a serem realizados nessa etapa. Na região urbana, a própria população realiza a separação e o acondicionamento do seu lixo domiciliar, permitindo o transporte do resíduo. A NBR 9191 estabelece as dimensões, a capacidade volumétrica, a resistência quanto à queda, à perfuração, a estanqueidade de líquidos acumulados. As exigências são maiores para os sacos utilizados no acondicionamento de resíduos de saúde (CAVALCANTI, 2013).

Segundo OLIVO (2021) a etapa de acondicionamento é essencial para um bom funcionamento de um sistema de coleta seletiva, a separação evita que os resíduos recicláveis sejam contaminados por resíduos orgânicos ou rejeitos. É necessário que as pessoas tenham esclarecimentos quando a localização do recipiente, os resíduos para a coleta, o modo mais adequado de acondicionar, higienização do local de acondicionamento, que seja estabelecido com o horário, dias da semana e local estabelecido para a coleta.

Para a varrição, são utilizados coletores pequenos que facilitem o transporte, podem ser acondicionados em sacos plásticos descartáveis, containers estacionários, etc. Nas ruas são utilizados recipientes rígidos. A capina pode ser manual e pode ser feita em média a cada 3 meses, ou estabelecendo algum planejamento conforme o crescimento do mato (CAVALCANTI, 2013).

2.4.3 Coleta e Transporte

Compreende a coleta dos resíduos recicláveis ou não recicláveis. Onde ocorre a coleta nos pontos ou em domicílio, e o transporte até o ponto de descarregamento,

podendo ser o aterro sanitário. A coleta pode ser realizada tanto no período diurno quanto noturno. A coleta no período noturno têm menor interferência em áreas de circulação intensa de pedestres e veículos, portanto maior produtividade. Durante o dia, diminui os riscos de acidentes e danos com o veículo, em trechos com pouca iluminação (CAVALCANTI, 2013).

2.4.4 Tratamento

O método mais utilizado, é a compostagem, reciclagem e a incineração com geração de energia. A maioria das cidades, encaminham os seus resíduos para centro de triagem e os demais para aterros ou aterros sanitários. O processo de tratamento é para reduzir o peso do material, para reciclar e obter energia. Alguns resíduos não podem ser reaproveitados, denominados rejeitos sendo destinados em aterros sanitários (OLIVO, 2021).

2.4.5 Disposição final

A forma correta para a disposição final é o aterro sanitário, que dispõe de tratamento aos efluentes líquidos e gasosos, possui um controle de procedimentos operacionais. É a técnica de disposição do solo, a reduzir a alteração no meio ambiente. A cobertura de terra sobre o resíduo permite a compactação e controle de vetores no local. Possui solo impermeabilizado com mantas, onde o chorume escoar até uma lagoa de tratamento. Os gases são coletados por tubulações condutoras até a superfície, onde é queimado, e pode ser utilizado para a geração de energia (OLIVO, 2021).

2.5 Desenvolvimento Sustentável

A expressão desenvolvimento sustentável surge pela primeira vez em 1980 no documento denominado Estratégia de Conservação Mundial (*World Conservation Strategy*), produzido pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUNC) e *World Wildlife Fund* (WWF) por solicitação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA. O capítulo 20, denominado “Rumo ao desenvolvimento sustentável”, diz que desenvolvimento e conservação operam no mesmo contexto global. Desenvolvimento é definido como modificação da biosfera e a aplicação de recursos

humanos, financeiros, vivos e não vivos para satisfazer as necessidades humanas e melhorar a qualidade de vida humana. Conservação é a gestão do uso humano da biosfera para produzir o maior benefício sustentável para a presente geração, enquanto mantém o seu potencial de suprir as necessidades e aspirações das futuras gerações (BARBIERI, 2020).

O termo Desenvolvimento sustentável foi criado em 1983, no Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD). Ele objetiva a satisfação das necessidades atuais, contudo dando às gerações futuras as mesmas chances de suprimento das próprias necessidades (ZAMBAM; SANTOS, 2020).

Bellen (2006) também fala que o termo Desenvolvimento Sustentável foi discutido pela primeira vez em 1983, por ocasião da (CMMAD), criada pela ONU (Organização das Nações Unidas), onde foi proposto que o desenvolvimento econômico fosse integrado à questão ambiental. Desde então, presenciou-se um aumento significativo no interesse da sociedade em relação ao meio ambiente decorrente da divulgação do termo “desenvolvimento sustentável”, que, segundo o autor supracitado, surgiu mediante o aprofundamento da crise ambiental juntamente com a reflexão sobre a influência da sociedade neste processo.

Barbieri (2020) diz que a expressão desenvolvimento sustentável começou a ser divulgado mais intensamente com a publicação em 1987 do relatório da CMMAD, denominado “Nosso Futuro Comum”. Também conhecida como Comissão Brundtland, constituem fontes fundamentais dos conceitos e propostas sobre o desenvolvimento sustentável, com ampla repercussão internacional. Sugerida na Conferência de Nairóbi de 1982 (Estocolmo +10) e criada em 1983 pela Assembleia Geral da ONU, essa Comissão tinha os seguintes objetivos:

- 1) Propor estratégias ambientais a longo prazo para alcançar um desenvolvimento sustentável por volta do ano 2000 e daí em diante;
- 2) Propor recomendações para que a preocupação ambiental se traduza em maior cooperação entre os países e leve ao alcance de objetivos comuns e interligados considerando pessoas, recursos, meio ambiente e desenvolvimento de modo inter-relacionados;
- 3) Considerar os meios pelos quais a comunidade internacional possa lidar com as preocupações ambientais de modo mais eficiente; e
- 4) Ajudar a definir noções comuns sobre questões ambientais de longo prazo e os esforços necessários para tratar com êxito os problemas da proteção e da melhoria do meio ambiente. (BARBIEIRI, 2020, p. 41)

Segundo Barbieri (2020, apud BRUNDTLAN, 1982, p.42), desenvolvimento e meio ambiente são inseparáveis: “é no meio ambiente que todos vivemos; o desenvolvimento é o que todos fazemos ao tentar melhorar o que nos cabe neste lugar que ocupamos.

Em 1987 a CMMAD encerrou os seus trabalhos publicando um relatório, denominado *Nosso Futuro Comum*, que contém a formulação dos princípios do desenvolvimento sustentável entendido como direito humano. A pessoa humana é o sujeito central do desenvolvimento e deve ser tanto o participante ativo dos processos de desenvolvimento quanto o seu beneficiário. Os governantes têm o direito e dever de formular políticas de desenvolvimento, ativa, livre e significativa da população tanto na formulação quanto na distribuição dos benefícios (BARBIERI, 2020).

Tem por objetivo atender às necessidades básicas humanas desta geração, e usar os recursos naturais com prudência e eficiência para que as gerações futuras possam atender às suas necessidades básicas. Contudo, o primeiro objetivo pressupõe a efetivação de um acordo ou pacto intergeracional pelo qual a geração atual se compromete a atender as necessidades básicas de todos os seus contemporâneos; o segundo é um pacto intergeracional pelo qual a geração atual se compromete a proteger o meio ambiente para que as futuras gerações possam atender suas necessidades básicas (BARBIERI, 2020)

Barbieri (2020) diz que a Declaração de Cocoyoc, aprovada em um seminário promovido pela CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe) e PNUMA no México em 1974, lista as seguintes “necessidades básicas”: alimentação, moradia, vestuário, saúde e educação. A Declaração afirma que qualquer processo de crescimento que não leve em conta a satisfação destas necessidades, é uma falsa ideia de desenvolvimento.

No intuito de operacionalizar o Desenvolvimento Sustentável, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela ONU, se destacam como a maior iniciativa planetária, voltada à redução da pobreza e das desigualdades, em busca de melhoria nas condições sociais e econômicas, unindo o direito humano, a proteção do meio ambiente e do clima (MENEZES; MARTINS, 2021).

2.5.1 Desenvolvimento e crescimento econômico

Segundo Barbieri (2020), crescimento econômico e desenvolvimento, embora pareçam familiares, são distintos. O crescimento é o aumento quantitativo na escala física, enquanto desenvolvimento é a melhoria qualitativa ou a realização de potencialidades.

Para muitos, o crescimento econômico é a causa de degradação ambiental, pois significa maior produção de bens e serviços e, por conseguinte, maior uso de recursos e maior quantidade de poluentes. No entanto, também é a causa da degradação social, pois o crescimento econômico não é distribuído de modo equitativo e as populações mais pobres habitam as regiões mais degradadas em termos ambientais. O desenvolvimento sustentável considera o crescimento econômico importante, mas requer mudanças na forma habitual de encará-lo, não mais como um fim em si, mas como parte de um processo de melhoria da qualidade de vida de todos os humanos.

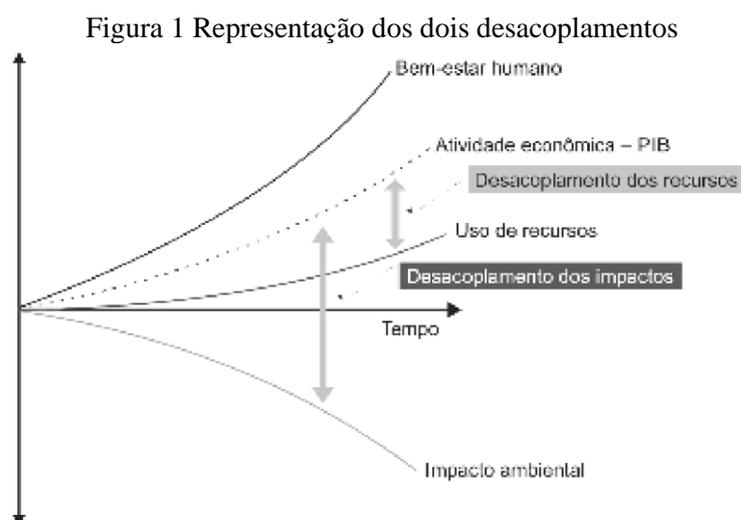
A expressão desenvolvimento sustentável já era usada em muitas áreas de estudo e prática, pois significa o que pode ser sustentado, mantido, alimentando, assegurado. Assim se diz, que uma proposta é sustentável se suas condições forem mantidas. Por exemplo, a empresa que repõe os ativos consumidos no exercício das suas atividades é sustentável porque poderá manter o nível de produção no ano interior. No plano macroeconômico, a sustentabilidade econômica refere-se à formação de capital, processo pelo qual os recursos poupados do consumo são convertidos em meios de produção (BARBIERI, 2020).

Segundo Barbieri (2020), o termo sustentabilidade tem suas origens nas Ciências Biológicas e aplica-se aos recursos renováveis que podem se exaurir pela exploração descontrolada, como solos agricultáveis, peixes e florestas. A sustentabilidade para esse tipo de recursos apoia-se na ideia de que só é possível a sua exploração permanente se for restrita apenas ao incremento do período, geralmente em ciclo anual, para preservar e permitir a sua recomposição.

O princípio da sustentabilidade consiste na necessidade de se limitar qualitativamente o crescimento econômico, dando importância a qualidade de vida das atuais e futuras gerações, mantendo o equilíbrio ecológico (BELLEN, 2006).

A ligação entre o desenvolvimento e o meio ambiente é considerada hoje um ponto central na compreensão dos problemas ecológicos. Trata de uma nova maneira de se relacionar com seu ambiente de forma a garantir a sua própria continuidade e a de seu meio externo, isto significa, é o que atende as necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade das gerações futuras (BELLEN, 2006).

Um dos objetivos básicos da sustentabilidade ambiental é diminuir a quantidade de recursos usados, expandindo o bem-estar. Isto é, promover o desacoplamento (decoupling) entre as atividades econômicas e os recursos naturais usados e seus impactos ambientais. O desacoplamento significa usar menos recursos por atividade econômica e reduzir o impacto ambiental de todas as atividades econômicas. Há dois desacoplamentos: o dos recursos e o dos impactos, como ilustra a Figura 1. O primeiro significa reduzir o uso dos recursos por unidade de atividade econômica. O segundo significa aumentar as atividades ao mesmo tempo, em que reduz os impactos ambientais negativos. O desacoplamento pode ser relativo ou absoluto. Aquele ocorre quando a taxa de crescimento de um parâmetro ambiental (uso de recursos ou impacto ambiental) é menor do que a taxa de crescimento de um indicador econômico, por exemplo, o PIB. O absoluto ocorre quando o crescimento da taxa de produtividade do recurso excede à taxa de crescimento da economia (BARBIERI, 2020)



Fonte: BARBIERI, 2020, p. 61

Segundo Bossel (1998, 1999, apud BELLEN, 2006, p. 27), só existe uma alternativa à sustentabilidade, que é a insustentabilidade. O desenvolvimento sustentável envolve a questão temporal; a sustentabilidade de um sistema só pode ser observada diante de uma perspectiva futura, ou pelo menos ajudar na identificação das ameaças à sustentabilidade de um sistema. Portanto, há a necessidade de se desenvolver indicadores que forneçam essas informações.

Para Hardi e Zdan (1997, apud BELLEN, 2006, p. 31), a ideia de sustentabilidade está ligada à persistência desejável de pessoas, suas comunidades e organizações, e os ecossistemas que as envolvem, num período. Trata-se de um processo dinâmico de evolução.

Já Boff (2017) diz que a sustentabilidade não acontece mecanicamente. Ela é fruto de um processo de educação pela qual o ser humano redefine o feixe de relações entretém com o universo, com a Terra, com a natureza, com a sociedade e consigo, dentro do equilíbrio ecológico.

Para Sachs (2011), a sustentabilidade não pode se limitar apenas à visão tradicional de estoques e fluxos de recursos naturais e de capitais. É necessário considerar as seguintes dimensões:

- Sustentabilidade social

Tem o propósito de melhorar substancialmente os direitos e as condições de vida das populações e reduzir as distâncias entre os padrões de vida sociais. No entanto, a preocupação maior é com o bem-estar humano, a condição humana e os meios utilizados para aumentar a qualidade de vida dessa condição. Refere-se a um processo de desenvolvimento que leve um crescimento estável com distribuição equitativa de renda, gerando, dessa forma, a diminuição das atuais diferenças entre os diversos níveis na sociedade.

- Sustentabilidade econômica

É a finalidade de manter fluxos regulares de investimentos públicos e privados e a gestão eficiente dos recursos produtivos. A teoria econômica deve atender três objetivos: alocação, distribuição e escala. As questões relativas à alocação e à distribuição apresentam um tratamento consistente tanto em termos teóricos quanto históricos.

Uma boa alocação é aquela que disponibiliza recursos em função das preferências individuais, onde são avaliadas pela habilidade de pagar utilizando o instrumento do preço. Já a escala diz respeito ao volume do físico do fluxo de matéria e energia, retirada do ambiente em forma de matéria bruta e devolvida a ele como resíduos de alta entropia (BELLEN, 2006)

- Sustentabilidade ecológica ou ambiental

São as ações para evitar danos ambientais causados pelos processos de desenvolvimento. Abrange medidas para reduzir o consumo de recursos e a produção de resíduos. Rutherford (1997, Apud BELLEN, 2006), diz que na perspectiva ambiental a principal preocupação é em rol dos impactos das atividades humanas sobre a natureza. A produção primária, oferecida pela natureza, é fundamental sobre a espécie humana. Já a sustentabilidade ecológica significa ampliar a capacidade do planeta pela utilização do ecossistema, enquanto se mantém a sua deterioração em um nível mínimo.

- Sustentabilidade geográfica

Refere-se à busca de uma configuração mais equilibrada da questão rural-urbana, melhor distribuição do território e melhor solução para os assentamentos humanos.

- Sustentabilidade cultural

Segundo Sachs (2011), está relacionada ao caminho da modernização sem o rompimento da identidade cultural dentro de contextos espaciais específicos. A mudança só é possível se existir grande envolvimento da sociedade. Contudo, o desenvolvimento sustentável força a sociedade a pensar a longo prazo e a reconhecer o seu lugar dentro da biosfera. Fornece uma nova perspectiva de se observar o mundo e tem mostrado o estado atual das atividades humanas, na qual é inadequada para preencher as necessidades atuais. Além disto, está ameaçando a perspectiva de vida das futuras gerações (BELLEN, 2006)

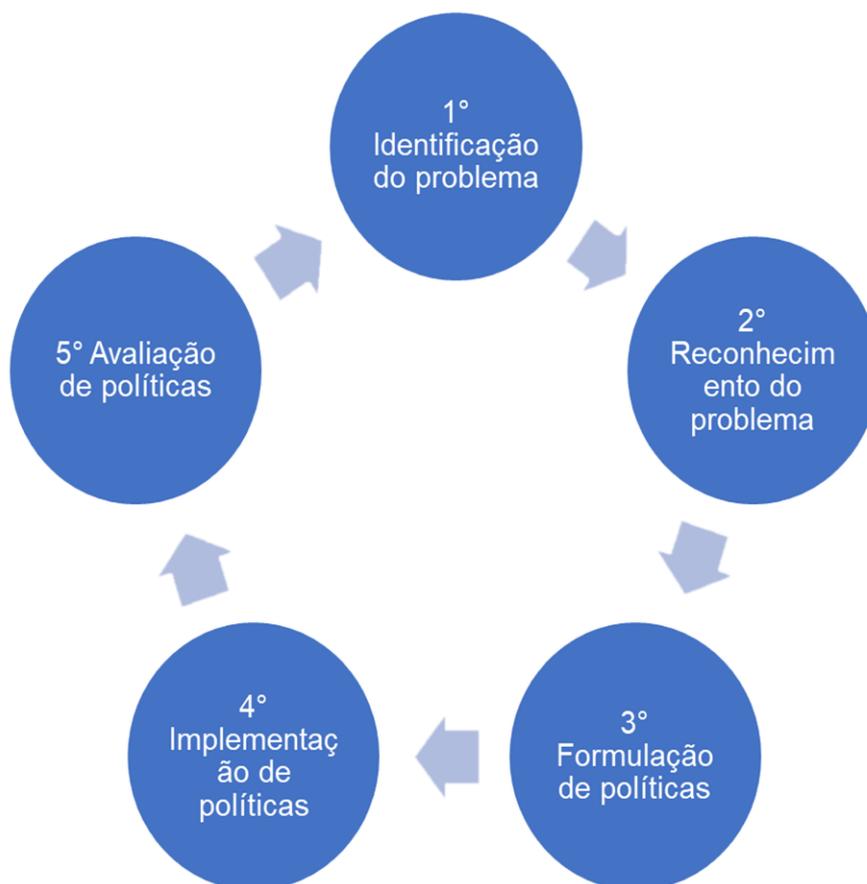
2.6 Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

O termo indicador é originário do latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar. Os indicadores podem comunicar ou informar sobre determinada meta, pode ser entendido como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência. Um indicador deve ser entendido como um parâmetro, a busca da variável perfeita para representar a tomada de decisão, tendem a mensurar e/ou qualificar a realidade (COSTA, 2017).

Os indicadores podem ser ferramentas de mudança, de aprendizado e de propaganda. Há possibilidade de ser considerado como componentes da avaliação do progresso no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável, devem ser selecionados em diferentes níveis hierárquicos de percepção (BELLEN, 2006).

Bellen (2006) também fala que a função principal dos indicadores é apoiar e melhorar a política ambiental e o processo de tomadas de decisões em níveis diferentes. Decisões são tomadas dentro de todas as esferas da sociedade, são influenciadas por valores, tradições e uma série de direções. Diversos passos podem ser identificados para o processo de tomada de decisões, como: identificação do problema, desenvolvimento de política e controle.

Figura 2 Ciclo de tomada de decisão



Fonte: Adaptado de Bellen (2006).

Os indicadores expressam um compromisso, fazem parte do processo de compreensão das relações entre o homem e a natureza. São instrumentos imperfeitos e não universalmente aplicáveis, que se torna necessário conhecer as suas particularidades (BELLEN, 2006).

O objetivo dos indicadores é agregar e quantificar informações de modo que sua significância fique mais evidente. As principais funções são: avaliação de condições e tendências; comparação entre lugares e situações; avaliação de condições e tendências às metas e aos objetivos; prover informações de advertência e antecipar futuras condições e tendências (BELLEN,2006).

As principais funções dos indicadores são:

- Avaliação de condições e tendências.
- Comparação entre lugares e situações.
- Avaliação de condições e tendências às metas e aos objetivos.
- Prover informações de advertência.
- Antecipar futuras condições e tendências.

Segundo Hardi e Barg (1997 Apud BELLEN, 2006), as funções dos indicadores podem ser divididos em dois grupos: indicadores sistêmicos e de performance. Os indicadores sistêmicos, traçam medidas individuais para diferentes características do ecossistema e do sistema social e comunicam as informações mais relevantes para os tomadores de decisão. Já os de performance são ferramentas de comparação que incorporam indicadores descritivos e referências a um objetivo político específico. Fornecem aos tomadores de decisão informações acerca do grau de sucessão na realização de metas locais, regionais etc.

Bellen (2006) fala que os indicadores devem ser meios de comunicação e toda forma de comunicação deve ser transparente, compreensiva, que requer um entendimento entre os participantes do processo. Dentro desses princípios, os sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável devem seguir:

Os valores dos indicadores devem ser mensuráveis;

- Deve existir disponibilidade dos dados;
- A metodologia para a coleta e o processamento dos dados, deve ser transparente e padronizada;
- Os meios para construir e monitorar os indicadores devem estar disponíveis, incluindo capacidade financeira, humana e técnica;
- Devem ser financeiramente viáveis; e
- Deve existir aceitação política dos indicadores no nível adequado.

A utilização deles permite que se crie um índice de sustentabilidade, o qual sintetiza todas as informações trazidas pelos indicadores em um valor numérico que, comparado a uma escala padrão, avalia a sustentabilidade do sistema. O gerenciamento adequado promove o desenvolvimento sustentável, porque provoca impactos no ambiente, no social, na economia e na saúde pública. Contudo, para se avaliar a sustentabilidade de um local deve estar incluído na análise a forma como os resíduos estão sendo gerenciados neste local, isto é, utilizar-se de indicadores voltados à avaliação da sustentabilidade da gestão de resíduos (OLIVEIRA, E., 2018).

2.7 Indicadores de Sustentabilidade aplicados à GRSU

Os indicadores aplicáveis à Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos - GRSU, tem como intuito dar um panorama da situação do município e da cidade, permitindo uma análise dos resultados no que se refere a outra cidade. A sustentabilidade na GRSU, no que está relacionado à disposição ambientalmente adequada, também diz respeito a redução na geração, na reutilização, reciclagem, aproveitamento energético, o que também engloba a questão social referente aos trabalhadores que atuam neste ramo (CASTRO, 2016)

Proporcionam uma visão abrangente da situação da geração dos RSU, podendo ser utilizado para direcionar a melhor escolha de técnicas e tecnologias aplicadas a cada tipo de resíduo gerado nos municípios. Os resíduos quando mal gerenciados apresentam riscos à população humana, além da degradação ambiental. Na gestão de resíduos sólidos urbanos estes indicadores são ferramentas de suma importância, que possibilitam o levantamento de dados essenciais para a elaboração, implantação e acompanhamento de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, que faz parte de uma exigência da PNRS.

2.7.1 Indicadores sugeridos por Milanez

Milanez (2002), realizou uma ampla revisão bibliográfica, para se construir uma base conceitual acerca dos RSU, os indicadores utilizados foram organizados conforme os princípios escolhidos, então propôs uma relação de doze indicadores em Jabotical em

São Paulo, atribuindo um parâmetro de avaliação relativo à sustentabilidade, podendo ser: favorável, desfavorável e muito desfavorável.

Conforme o autor, deve-se, no entanto, buscar uma hierarquia na GRSU, com o propósito da diminuição de resíduos na fonte. A utilização de princípios de sustentabilidade, designados em RSU, ajuda na identificação de prioridades e planejamento de ações a serem tomadas. Contudo, auxilia na tomada de decisão.

Milanez (2002), fala que o método, apesar de ter apresentado bons resultados, seria importante reproduzi-los em outros campos como, por exemplo: água, esgoto, educação, saúde etc.). A mesma estrutura de indicadores apresentada deve ainda ser aplicada em outros municípios.

2.7.2 Indicadores sugeridos por Polaz

Polaz (2008), levando em conta a pesquisa de Milanez (2002), apresentou 15 indicadores distribuídos em 5 dimensões, sendo elas a dimensão ambiental, social, econômica, política e cultural, para a GRSU na cidade de São Carlos, em São Paulo. Os parâmetros são: favorável, desfavorável, muito desfavorável. Os indicadores formulados por Milanez (2002) foram pontos de partida para a formulação de indicadores direcionados à gestão pública de RSU de São Carlos – SP, a aplicação da proposta foi bastante adequada ao município, sete dos quinze indicadores foram mantidos na proposta final, esses indicadores podem ser ferramenta para auxiliar na caracterização das condições dos RSU.

2.7.3 Indicadores propostos por Castro

Castro (2016), utilizou inicialmente a proposta de indicadores formulados por Milanez (2002), contudo, após revisão dos indicadores e a análise da PNRS, fez uma adaptabilidade uma vez que em 2002 ainda não havia instituído a lei da PNRS. Os que não podem ser aplicáveis a Uberlândia – MG, foram retirados e novos indicadores foram propostos, totalizando 16 indicadores, segundo a PNRS e a necessidade do município.

Os resultados foram classificados em favoráveis, desfavoráveis, e muito desfavoráveis, e de forma quantitativa com os valores de ‘5’ equivalente às condições favoráveis, ‘3’ desfavoráveis e ‘1’ muito desfavoráveis, nove indicadores foram

favoráveis, cinco desfavoráveis e dois muito desfavoráveis. Em porcentagem, 77,5% dos indicadores aplicados à GRSU são favoráveis (CASTRO, 2016).

Os indicadores permitiram uma análise dos GRSU na cidade de Uberlândia, identificando as prioridades e os pontos críticos do município referente aos RSU, e apesar dos pontos críticos a cidade apresenta relativamente uma boa eficiência no GRSU (CASTRO, 2016).

2.7.4 Modelo de indicador Pressure – State – Response (PSR)

A maior fonte de indicadores ambientais é a publicação regular da OECD em 1993, que fornece um primeiro mecanismo para monitoramento do progresso ambiental para os países que fazem parte da instituição. O sistema utiliza o modelo *pressure, state, response* (PSR). Esse sistema foi desenvolvido a partir do sistema *stress, response* que é aplicado em ecossistemas para a classificação de indicadores (BELLEN, 2006)

Os indicadores de pressão ambiental (P) representam ou descrevem pressões das atividades humanas em relação ao meio ambiente. Os de estado (S) se referem à qualidade do homem e à qualidade e à quantidade de recursos naturais. Os de resposta (R) demonstram a intensidade das reações da sociedade em responder às mudanças e preocupações ambientais. O objetivo da OECD é: o monitoramento do ambiente e de suas mudanças no tempo); a integração entre as preocupações ambientais e políticas públicas (BELLEN, 2006).

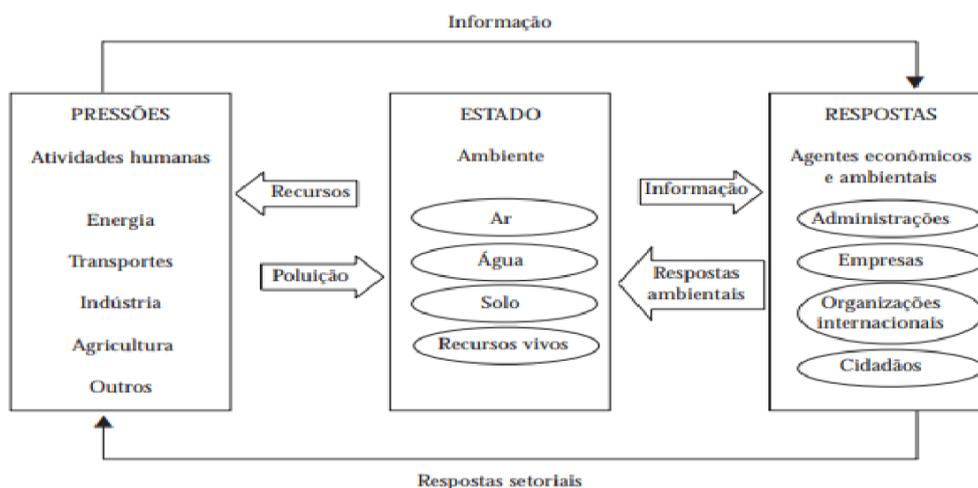
Segundo Bellen (2006), neste modelo, as pressões sobre o meio ambiente são aquelas causadas por ações antrópicas. O Estado é medido pelos indicadores que captam as qualidades observadas no meio ambiente. A Resposta busca as medidas nas quais estão sendo tomadas, as melhorias para solucionar o problema. Essa Estrutura decorre da necessidade de encontrar respostas, tanto pelo governo e sociedade, em relação ao meio ambiente.

- O que está acontecendo com o meio ambiente? (Estado)
- Por que está acontecendo? (Pressão)
- Quais ações a fazer ou o que está fazendo? (Resposta).

A pressão indica as ações humanas que agem e pressionam o meio ambiente. O estado indica os elementos que podem gerar mudanças na qualidade ambiental sob os

impactos a longo prazo. A resposta são as ações tomadas para a reversão de danos causados pela ação humana, ou preservação e conservação dos recursos naturais. A figura 3, sintetiza o modelo PSR.

Figura 3 Modelo Pressão-Estado-Resposta



Fonte: OECD (1993)

Em 2007 o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que introduziu a dimensão “I” - Impacto, passou a ser representado pela sigla PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta), conforme detalhamento do Quadro 1 (FONSECA, et al., 2018).

Quadro 1 Detalhamento do PEIR

Tipo de Indicador	Descrição
Pressão	Descrevem as pressões das atividades humanas exercidas sobre o meio ambiente, incluindo os recursos naturais.
Estado	É a situação, condição ou qualidade que o meio ambiente vem se desenvolvendo ao longo do tempo e se encontra agora.
Impacto	É a condição do meio ambiente sobre a saúde e a qualidade de vida humana, a economia urbana, os ecossistemas etc.

Resposta	Mostra a extensão em que a sociedade responde às preocupações ambientais. Isto é as ações destinadas a mitigar, diminuir ou prevenir os efeitos negativos induzidos pelo homem sobre o meio ambiente.
----------	---

Fonte: De autoria própria, 2022.

Segundo Silva & Cândido (2012), os indicadores de pressão são classificados em dois grupos: de pressão direta, que envolve as externalidades geradas pela atividade humana; e de pressão indireta, que se refere às tendências das atividades que geram impactos ambientais. Contudo, para análise dessa dimensão, quanto se trata de resíduos, serão avaliados: os resíduos gerados (t/ano) e resíduos gerados *per capita*. A agregação de variáveis, formará o índice relativo aos resíduos sólidos (IRS), determinado pela seguinte expressão:

$$IRS = \Sigma (q_i \times p_i)$$

Onde:

q_i = porcentagem do tipo de resíduo gerado no município;

p_i = fator de peso atribuído para o tipo de tratamento dado ao resíduo.

Tabela 1 Fator de peso

DISPOSIÇÃO E / OU TRATAMENTO	FATOR DE PESO
Inexistência	0
Vazadouro a céu aberto	0,1
Aterro controlado	0,5
Aterro sanitário	0,8
Aterro industrial	1,0
Incineração	1,0
Reciclagem	1,0

Fonte: Silva e Cândido (2012).

Ao realizar o cálculo entre a quantidade de lixo produzido e o fator peso (Tabela 1), localiza-se o resultado do índice de resíduos sólidos que pressionam o meio ambiente. Contudo, esse cálculo identifica o tamanho da pressão das ações humanas sobre o meio ambiente. Assim sendo, criaram-se parâmetros de 0 -100 para classificar a qualidade ambiental de um município, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 Faixa de Valores do Índice de Resíduos Sólidos

IRS	FAIXA
Ótimo	85,01 - 100,00
Bom	70,01 - 85,00
Intermediário	50,01 - 70,00
Ruim	25,01 - 50,00
Péssimo ou Crítico	0 - 25,00

Fonte: Silva e Cândido (2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se propôs como objetivo geral, analisar a gestão dos resíduos sólidos urbanos através de indicadores de sustentabilidade. O primeiro passo para este trabalho foi realizar levantamento bibliográfico de estudos publicados, nos quais pudessem ser relevantes a aplicação destes indicadores.

Nesse âmbito, foi desenvolvida a metodologia, e aplicabilidade desses indicadores em algumas cidades da região nordeste, conforme a realidade de cada uma e diferentes propostas de indicadores, contemplando diferentes dimensões de sustentabilidade, mas com a mesma finalidade, a de avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos, levando em consideração os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Foram utilizadas as seguintes formas de coleta:

a) Pesquisa bibliográfica

Tem por objetivo explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas, a pesquisa abrangeu a busca de artigos e teses nacionais em plataformas como a Capes, Scielo, busca em sites governamentais, leis como em destaque a Lei de 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, além de estudos e leituras em livros pertinentes a temática abordada, como o livro do autor Bellen (2006) que fala sobre os Indicadores de Sustentabilidade, o livro do autor Barbieri (2020) que em sua obra fala sobre o Desenvolvimento Sustentável das Origens até a Agenda 2030, além do livro da autora Soares (2022), trazendo a História da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

b) Levantamento de dados

Com base no levantamento bibliográfico, foi possível identificar uma série de pesquisas que abrangem o uso dessa ferramenta de indicadores (MILANEZ, 2002; POLAZ, 2008; CASTRO, 2016; LIMA, 2022; BENTO E BARROS, 2021; SILVA E CÂNDIDO, 2012) entre outros autores.

Estas pesquisas desenvolvidas, contribuíram para discussões acerca da temática de RSU, o que levou a construção de indicadores relevantes com o propósito de avaliar a

gestão dos RSU. Estes indicadores são atribuídos em 5 dimensões, nas quais se relacionam com a sustentabilidade no processo de gestão, descritas abaixo:

- Ambiental
- Econômica
- Social
- Política
- Cultural

Em uma análise mais crítica dos modelos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho (Quadro 2), se limita a aplicação destes indicadores na avaliação do GRSU, na realidade de algumas cidades da Região Nordeste. Estes modelos levaram em consideração em suas pesquisas, os indicadores propostos por (MILANEZ, 2002; POLAZ, 2008; CASTRO, 2006; BENTO E BARROS, 2021; OECD, 1993).

Quadro 2 Modelos de pesquisa de avaliação do GRSU a partir de indicadores de sustentabilidade

Modelos Consultados	Temática	Aspectos relevantes a metodologia
Bento e Barros (2021)	Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos por meio de indicadores de sustentabilidade no município de Nazarezinho - PB	A pesquisa foi baseada nos indicadores propostos por Milanez (2002) e a adaptação feita por Castro (2006), com abordagem quantitativa e qualitativa, adaptados à realidade da cidade de Nazarezinho - PB.
Lima (2022)	Avaliação da gestão dos resíduos sólidos em municípios do Rio Grande do Norte através de indicadores de sustentabilidade	Determinar o índice de sustentabilidade que está relacionado à gestão dos RSU através dos indicadores, utilizando a metodologia proposta por POLAZ (2008).
Silva e Cândido (2012)	A análise de indicadores de sustentabilidade na problemática de resíduos sólidos em Campina Grande - PB	A metodologia aplicada se deu a partir da aplicação do sistema de indicador ambiental PEIR - Pressão-Estado-Impacto-Resposta.

Fonte: autoria própria, 2022.

Desse modo, no Quadro 2 apresenta uma síntese comparativa das propostas de indicadores analisados, tendo por finalidade a mensuração de diagnóstico de problemática quanto à gestão de RSU. Estes se expressam em parâmetros atribuídos a cada indicador

escolhido, levando em consideração cada dimensão, além da aplicabilidade em cidades diferentes, realizando adaptação destes ou atribuindo novos indicadores, conforme a realidade municipal.

Neste caso, os indicadores tornam-se instrumentos de suma importância para que os gestores possam avaliar a sustentabilidade ambiental, com ações voltadas à problemática de resíduos sólidos, buscando estratégias que visem o planejamento de melhorias na qualidade de vida da população.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a análise das revisões bibliográficas consultadas sobre os indicadores voltados à GRSU, tendo a aplicabilidade em cidades distintas e utilizando métodos de indicadores que são representativo da realidade na qual se refere, os indicadores atuam como instrumento, nos quais os gestores possam planejar e criar novas leis e projetos voltados aos resíduos sólidos.

4.1 Indicadores propostos por Lima (2022), em Rio Grande do Norte

A pesquisa de Lima (2022), teve como intuito definir o avanço de sustentabilidade relacionados à GRSU em 84 cidades do Rio Grande do Norte - RN. Considerando que 15 indicadores foram sugeridos por Polaz (2008). Foi atribuído como base três parâmetros: Favorável (F), Desfavorável (D) e Muito Desfavorável (MD). Classificados em 5 dimensões da aplicadas à GRSU.

4.1.1 Dimensão Ambiental

- Quantidade de ocorrências de lançamentos de RSU em locais inadequados

Para este indicador, o parâmetro utilizado foi MD (quando há mais de X por ano a cada 1.000 habitantes; D (quando há entre X e Y ocorrências por ano a cada 1.000 habitantes; F (menos de Y ocorrências por ano a cada 1.000 habitantes. Após a análise, foi dito como MD, pois não há um controle sobre a quantidade de ocorrências de disposição de RS em locais inapropriados (LIMA, 2022).

- Grau de recuperação dos passivos Ambientais

O parâmetro utilizado foi MD (quando as áreas degradadas não foram identificadas; D (as áreas degradadas foram mapeadas, contudo não foram devidamente recuperadas); F (todas as áreas degradadas foram devidamente recuperada). Dos 84 municípios analisados no RN, 80 possuem lixões ou aterros controlados que estão devidamente mapeados, mas não são recuperados, normalmente cobertos com terra e

desativados e 4 municípios utilizam Aterro Sanitário. No entanto, esse indicador se apresenta como D (LIMA, 2022).

- Grau de implementação das medidas previstas no licenciamento das atividades relacionadas aos RSU

Conforme os parâmetros, MD (inexistência de licenciamento ambiental); D (licenciamento ambiental realizado, contudo as medidas não foram implementadas). F (licenciamento ambiental realizado e medidas implementadas).

Segundo Lima (2022), dos 84 municípios analisados no RN, apenas os 4 municípios que possuem aterro sanitário possuem licenciamento ambiental. Os demais, por se tratar de aterro controlado ou lixão, não possuem licenciamento. Contudo, este indicador se apresenta como MD.

- Grau de recuperação dos RSU que estão sob responsabilidade do Poder Público

Para este indicador, foi utilizado MD (recuperação inexistente ou muito baixa dos RSU); D: Recuperação baixa dos RSU; F: Recuperação alta dos RSU. Para a análise destes dados é necessário quantificar o total de resíduos gerados e quantidade reciclada, para se realizar o cálculo.

Lima (2022) fala que conforme os planos municipais de saneamento básico analisados, mesmo que alguns possuam associação de catadores, coleta seletiva, tratamento de resíduos, porém não há a existência de dados. Diante disto, este indicador é considerado como MD.

4.1.2 Dimensão econômica

- Grau de autofinanciamento da gestão pública de RSU

Foram atribuídos os seguintes parâmetros: MD (inexistência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU; D (existência de fonte específica ou sistema de cobrança para financiamento da gestão de RSU, mas estes não cobrem todos os custos; F (os custos da gestão de RSU são completamente financiados por fonte específica ou sistema de cobrança dos resíduos).

Dos 67 municípios analisados não possuem uma taxa para ajudar a custear a gestão de resíduos e outros 17 possuem taxas, porém não o bastante para custear os gastos totais com manejo. Assim se resulta em um indicador MD (LIMA, 2022).

4.1.3 Dimensão social

- Grau de disponibilização dos serviços públicos de RSU

Foram utilizados MD (para baixa disponibilização dos serviços públicos de RSU. Para qualificar foi adotado a porcentagem quando for <50%); D (média disponibilização dos serviços públicos de RSU. Quando a porcentagem for < 50% < 75%); F (disponibilização plena dos serviços públicos de RSU. Quando a porcentagem for <75% da população atendida pelos serviços)

Dos 84 municípios, 6 possuem 50% da população atendida pelos serviços públicos de RSU, 42 possuem de 50% a 75% da população total atendida e 36 possuem mais de 75% da população atendida. Diante disto, este indicador se apresenta F (LIMA, 2022).

- Grau de abrangência de políticas públicas de apoio ou orientação às pessoas que atuam com RSU

Os valores atribuídos foram: MD (para a inexistência de políticas públicas efetivas de apoio às pessoas que atuam com RSU); D (existência de políticas públicas, porém com baixo envolvimento das pessoas que atuam com RSU); F (existência de políticas públicas com alto envolvimento das pessoas que atuam com RSU).

Dos 84 municípios analisados, 81 não possuem políticas públicas de apoio às pessoas que atuam com RSU. Sendo considerada em legislação a nível estadual e federal. Assim, este indicador resulta como MD (LIMA, 2022).

4.1.4 Dimensão política

- Grau de estruturação da gestão de RSU na administração pública municipal

As tendências foram definidas em MD (inexistência de setor específico para RSU na administração municipal); D (existência de setor específico para RSU, porém não

estruturado); F (existência de setor específico para RSU devidamente estruturado). Dos 84 municípios analisados, 83 possuem um setor específico para RSU. Assim se resulta como F (LIMA, 2022).

- Grau de capacitação dos funcionários atuantes na gestão de RSU

Segundo Lima (2022), as tendências foram MD (nenhum funcionário do setor de RSU recebeu capacitação específica); D (apenas parte dos funcionários do setor de RSU recebeu capacitação específica); F (todos os funcionários do setor de RSU receberam capacitação específica).

Dos municípios analisados, 79 não realizam a capacitação para os funcionários responsáveis pelo manejo de RSU. Portanto, esse indicador se apresenta como MD.

- Quantidade de ações fiscalizatórias relacionadas à gestão de RSU promovidas pelo poder público municipal

Conforme Lima (2022), as tendências foram MD (inexistência de ações fiscalizatórias); D (existência das ações fiscalizatórias, porém em quantidade insuficiente); F (existência das ações fiscalizatórias e em quantidade suficiente). Dos planos municipais de saneamento analisados, não existe quantidade de ações fiscalizatórias. Portanto, para este indicador, é considerado MD.

- Grau de execução do Plano Municipal de RSU vigente

Os parâmetros foram: MD (inexistência de Plano Municipal para RSU); D (existência de Plano Municipal para RSU, porém poucas metas foram atingidas); F (existência de Plano Municipal para RSU com muitas metas atingidas).

Dos 84 municípios analisados não possuem o Plano Municipal para RSU, dispõe apenas do Plano Intermunicipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Contudo, este indicador se apresenta como MD (LIMA, 2022).

- Existência de informações sobre a gestão de RSU sistematizadas e disponibilizadas para a população

As tendências foram: MD (as informações sobre a gestão de RSU não são sistematizadas); D (as informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas, porém não estão acessíveis à população); F (as informações sobre a gestão de RSU são sistematizadas e divulgadas de forma proativa para a população).

Segundo Lima (2022), as informações são sistematizadas em sites governamentais, como o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), porém possuem déficit de informação pela falta de atualização dos municípios. Para este indicador, é considerado MD.

4.1.5 Dimensão cultural

- Variação da geração per capita de RSU

Para este indicador, foi considerado MD (taxa de variação > 1); D (taxa de variação = 1); F (Taxa de variação < 1). De acordo com os planos municipais de saneamento básico analisados, não existe um controle sobre a quantidade de resíduos gerados. Contudo, este indicador é apresentado como MD (LIMA, 2022).

- Efetividade de programas educativos continuados voltados para boas práticas da gestão de RSU

Para este parâmetro foi atribuído MD (inexistência de programas educativos); D (existência de programas educativos continuados, porém com baixo envolvimento da população); F (existência de programas educativos continuados com alto envolvimento da população).

Conforme os planos municipais de saneamento consultados, a prática de programas educativos voltados à gestão é pouco comum, tendo em vista que em 72 deles não existem programas. Portanto, para este indicador, é considerado MD (LIMA, 2022).

- Efetividade de atividades de multiplicação de boas práticas em relação aos RSU

De acordo com Lima (2022), para este parâmetro foi definido MD (ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou inexistência delas); D (divulgação

pouco efetiva de boas práticas de gestão dos RSU); F (divulgação efetiva de boas práticas de gestão dos RSU).

Em 69 municípios ocorre a ausência de divulgação de boas práticas de gestão dos RSU ou a inexistência delas, nos 15 municípios restantes ocorre práticas como a coleta seletiva, envolvendo reciclagem e reutilização, porém com baixa efetividade na participação da população. Contudo, para esse indicador a situação MD.

Depois de analisar os resultados, 12 foram tidos como MD, 2 D e apenas 1 F, as cidades foram consideradas insustentáveis. (LIMA, 2022).

4.2 Indicadores propostos por Bento e Barros (2021), em Nazarezinho

Bento e Barros (2021) realizou a sua pesquisa na cidade de Nazarezinho -PB, para investigar o processo de coleta e destinação final dos RSU. A pesquisa contém tanto abordagem quantitativa quanto qualitativa, adotada a metodologia utilizada por Milanez (2002), além da adaptação feita por Castro (2016). Foi feita a aplicação de questionários em diferentes locais da cidade, sendo realizadas quarenta e cinco entrevistas. Foram avaliados 28 indicadores, com a utilização dos seguintes parâmetros: FAVORÁVEL e DESFAVORÁVEL.

- Conhecimentos do que são resíduos sólidos pela população

Levando em conta o público-alvo presente na pesquisa, quando questionados sobre conhecimento do que são resíduos sólidos, 51,12% se mostraram positivas e 48,88% se mostraram negativa. Levando em consideração o dado obtido para este indicador, caracteriza-se como FAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Conhecimento sobre coleta seletiva

Levando em consideração o público-alvo entrevistado, 80% têm compreensão sobre o tema de coleta seletiva e 20% não têm o entendimento. Contudo, para este indicador, é considerado FAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Existência da coleta seletiva no município

Conforme Bento e Barros (2021), 86,67% dos entrevistados responderam de forma negativa quanto a existência de coleta seletiva, e 13,33% responderam de forma positiva, considerando a coleta de resíduos hospitalares. Contudo, a coleta seletiva não ocorre no município, caracterizando esse indicador como DESFAVORÁVEL.

- Possibilidade de reciclagem de resíduos domésticos

Segundo Bento e Barros (2021), 91,12% dos entrevistados responderam de forma positiva e 8,88% de forma negativa quanto a este indicador. Contudo, para esse indicador, é considerado FAVORÁVEL.

- Produção de resíduos orgânicos e inorgânicos nas residências

Levando em conta os danos analisados, 51,12% dos entrevistados responderam que a maior parte dos resíduos produzidos em suas residências são resíduos orgânicos, e que utilizam para alimentar animais como porcos e galinhas. O referido indicador, foi classificado como FAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Tipos de materiais mais utilizados nas residências

O tipo de material mais utilizado nas residências foi o plástico com 44,44% e 46,66% de resíduos orgânicos. O plástico por ser o resíduo mais consumido e sem nenhum tipo de reutilização e reciclagem, para este indicador, foi considerado DESFAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Local de armazenamento do lixo nas residências

O armazenamento dos resíduos domiciliares, conforme os entrevistados, 51,12% ocorrem em lixeiras com tampa e 48,88% em sacos plásticos, para este indicador, é considerado FAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Separação dos tipos de resíduos

64,44% dos entrevistados afirmaram não realizar a separação dos tipos de materiais produzidos em suas moradias, 35,56% realizam apenas a segregação dos resíduos orgânicos. Para este indicador é considerado DESFAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Reutilização dos resíduos consumidos

A maior parte da população não faz a reutilização dos materiais consumidos, atingindo a totalidade 57,78%, enquanto os que utilizam correspondem a 42,22%. Contudo, para este indicador é considerado DESFAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Presença de componentes tóxicos nos resíduos sólidos

Segundo os entrevistados, 55,56% acreditam que o descarte inadequado dos resíduos podem acarretar efeitos negativos tanto ao meio ambiente, quanto à saúde humana. Os demais, 44,44%, foram contrários a esse pensamento. Esse indicador se apresenta como FAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Conhecimento da população quanto ao destino final dos resíduos do município

93,34% dos entrevistados sabiam que a destinação final dos resíduos era o lixão municipal, 4,44% não sabiam e 2,22% praticavam a incineração dos resíduos gerados em suas residências. Para este indicador, é considerado FAVORÁVEL, mesmo o lixão não sendo o local adequado para esse descarte, pode ser algo propício a um debate e desenvolvimento de políticas públicas (BENTO; BARROS, 2021).

- Destinação final dos resíduos de suas residências

66,7% têm a coleta municipal como destino dos resíduos; 15,6% realizam queimam o que é uma prática inadequada, pois provoca a liberação de partículas e poluentes prejudiciais a atmosfera; 11,11% jogam em terrenos baldios; 4,4% enterram;

2,2% realizam a coleta seletiva. Para este indicador é considerado DESFAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Destinação de objetos de saúde utilizados no município

Os resíduos de serviço de saúde - RSS são acondicionados em uma sala exclusiva e são recolhidos uma vez por semana por uma empresa especializada. Contudo, para este indicador é considerado FAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Consciência da população quanto aos perigos dos materiais

Conforme os entrevistados, 84,45% demonstram ter conhecimento sobre o perigo dos RSS; 15,55% demonstraram não ter conhecimento. Para este indicador, é considerado FAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Considerações sobre a qualidade do atual local de destino dos resíduos

Conforme os entrevistados, 84,45% afirmam que o local de destinação final dos RSU no município é inadequado; 15,55% não consideram inadequada a destinação final dos resíduos. Desta forma, para este indicador, é considerado DESFAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Opinião sobre a implantação de um sistema de aterro sanitário

55,6% dos entrevistados consideraram bom sobre a implantação de um de aterro sanitário no município. Assim, esse indicador é considerado FAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Existência de vazadouro a céu aberto próximo das residências

Este indicador é considerado DESFAVORÁVEL, tendo em virtude que alguns entrevistados afirmaram residir perto de vazadouro a céu aberto (BENTO; BARROS, 2021).

- Contaminação de pessoas devido à exposição de resíduos a céu aberto

Dentre os participantes da pesquisa, 57,78% nunca foram contaminados ou ocorreu algum tipo de infecção, outros 42,22% afirmaram já terem sido infectados. Contudo, por haver relato de infecção decorrente da exposição de pessoas aos resíduos destinados a céu aberto, para este indicador, é considerado DESFAVORÁVEL (BENTO; BARROS, 2021).

- Conhecimento de relatos sobre contaminação devido ao contato com os resíduos

Para este indicador, foi considerado DESFAVORÁVEL, visto que 88,83% dos entrevistados confirmaram ter conhecimento dos referidos relatos (BENTO; BARROS, 2021).

- Conhecimento de áreas degradadas que foram recuperadas no município

Para este indicador, foi considerado DESFAVORÁVEL, 82,23% dos entrevistados afirmaram que não ocorreu nenhum tipo de recuperação em áreas degradadas; enquanto 17,77% afirmaram que ocorrem ações voltadas para plantio e criação de animais, mas geralmente de finalidade privada (BENTO; BARROS, 2021).

- Importância do distanciamento de moradias desse tipo de local

Para este indicador, o parâmetro foi considerado como FAVORÁVEL, visto que os entrevistados consideraram importante o distanciamento de moradias dos locais de lixão a céu aberto (BENTO; BARROS, 2021).

- Aceitação de construção de local apropriado para disposição dos resíduos urbanos

Este indicador é considerado FAVORÁVEL, todos os entrevistados indicaram a aceitação de construção de um local devidamente estruturado para ser o destino final dos resíduos (BENTO; BARROS, 2021).

- Aceitação popular de campanhas de conscientização ambiental

Para este indicador foi considerado FAVORÁVEL, visto que 91,12% dos entrevistados estariam abertos a esse tipo de campanha de educação ambiental voltada à sustentabilidade (BENTO; BARROS, 2021).

- Forma que a população gostaria de receber esse tipo de orientação

Para este indicador, foi considerado FAVORÁVEL, pois a maioria dos entrevistados demonstrou abertura sobre as opções de divulgação e orientação voltadas à sustentabilidade na gestão dos RSU em Nazarezinho - PB (BENTO; BARROS, 2021).

- Avaliação dos principais problemas da disposição inadequada dos resíduos de acordo com a população

Este indicador foi considerado FAVORÁVEL, 60,71% dos entrevistados se preocupam com a saúde da população, o desconforto provocado pela queima dos resíduos, além do odor e prejuízo ao meio ambiente BENTO; BARROS, 2021).

- Principais responsáveis pelos danos ambientais

Este indicador é considerado FAVORÁVEL, levando em conta que 55,10% dos entrevistados têm a consciência que a própria população é a responsável pela disposição inadequada dos RS (BENTO; BARROS, 2021).

- Aspectos ambientais mais afetados pela disposição inadequada dos resíduos

Para este indicador, é considerado FAVORÁVEL, por apresentar preocupações existentes pela população e indicações de alguns aspectos ambientais que são impactados com a disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos (BENTO; BARROS, 2021).

Segundo Bento e Barros (2021), foram analisados 28 indicadores, dezoito foram identificados como FAVORÁVEIS e 10 como DESFAVORÁVEIS. Apesar de 18

indicadores terem sido classificados com tendência positiva, são mais relacionados às perguntas sobre o conhecimento da importância de uma gestão adequada. Dez indicadores com tendência negativa estão relacionados diretamente à gestão de resíduos sólidos do município. Contudo, o município necessita implementar estratégias voltadas à gestão e ao gerenciamento sustentável dos RSU na cidade de Nazarezinho – PB.

4.3 Indicadores de sustentabilidade proposto por Silva e Cândido (2012), em Campina Grande - PB

A pesquisa de Silva e Cândido (2012), teve a finalidade de analisar a problemática dos RS na cidade de Campina Grande – PB, a partir do Sistema de Indicadores da Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta.

- Indicadores de Pressão

Representam as pressões que a natureza sofre diante da atividade humana. Silva e Cândido (2012) identificaram que a produção de RS na cidade de Campina Grande - PB é de 743g/dia por habitante, essa quantidade gera uma grande pressão no meio ambiente. Havendo a relação entre a produção de materiais e as pressões realizadas pela atividade humana, o cálculo do índice de resíduos sólidos (IRS), que envolve a quantidade em percentual produzida em dado período em relação a um fator de peso definido pela FAEMA (Fundação Municipal de Meio Ambiente, 1999).

Determinando o índice de Resíduos Sólidos através da expressão matemática:

$$(IRS = \sum (q_i \times p_i))$$

Onde,

q_i = porcentagem do tipo de resíduo gerado no município;

p_i = fator de peso atribuído para o tipo de tratamento dado ao resíduo.

Ao realizar o cálculo (Tabela 3), o Índice de Resíduos Sólidos da cidade de Campina Grande, assume o valor de 10,00, o que significa dizer que todos os materiais coletados são dispostos totalmente a céu aberto, intensificando a pressão da atividade humana sobre o meio ambiente (SILVA; CÂNDIDO, 2012).

Tabela 3 Índice de RS

Resíduos	Quantidade (TON/ano 2007)	Quantidade (%)	Fator de Peso	Índice Parcial
Domiciliar	76.128,19	50,32	0,1	5,031876469
Entulho/Lixo de ponto	65.907,79	43,56	0,1	4,356334462
Caixas Estacionárias	6.758,92	4,47	0,1	0,446747131
Podação	2.109,67	1,39	0,1	0,139443731
Lixo Hospitalar	387,28	0,26	0,1	0,025598206
Total	151.291,85	100		10

Fonte: Adaptado de (SILVA; CÂNDIDO, 2012)

- Indicadores de Estado

Segundo Silva e Cândido (2012), estes indicadores se referem à qualidade do ambiente e à qualidade de recursos naturais. O município possui apenas uma unidade processamento dos resíduos (local responsável pela disposição inadequada dos resíduos a céu aberto, que afetam a qualidade do meio ambiente), com aproximadamente 35 (trinta e cinco) hectares, são dispostos 151.291,85 toneladas de resíduos a céu aberto, desta forma pode-se considerar o estado do ambiente como crítico.

No Quadro 3 demonstra as características de unidade de processamento por disposição no solo e sua situação em relação a Campina Grande – PB, conforme informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2006).

Quadro 3 Características de unidade de processamento por disposição em Campina Grande – PB

CARACTERÍSTICA DE UNIDADE DE PROCESSAMENTO	SITUAÇÃO
Tipo de licença obtida: licença prévia / localização / operação / funcionamento	Não Existe
Cerca	Não
Instalações administrativas	Não
Base impermeabilizada	Não
Frequência da cobertura dos resíduos	Não informado
Drenagem de gases	Não
Aproveitamento dos gases	Não
Drenagem de águas pluviais	Não
Recirculação de chorume	Não
Drenagem de chorume	Não
Tratamento de chorume na mesma área da unidade	Não
Tratamento de chorume em área externa à da unidade	Não
Vigilância	Sim
Monitoramento ambiental	Não
Queima de resíduos a céu aberto	Não

Presença de animais na área (exceto aves)	Sim
Quantidade de moradias existentes na área da unidade de disposição	Não

Fonte: Adaptado de (SILVA; CÂNDIDO, 2012)

Para que o estado pudesse ser considerado aceitável, seria interessante que houvesse uma coleta seletiva no município, que fosse passível de reciclagem, dando assim um novo ciclo para este resíduo, evitando prejuízo ao meio ambiente e a sociedade (SILVA; CÂNDIDO, 2012).

- Indicadores de Impacto

Um impacto pode ser considerado um “efeito de uma ação”, na qual representa a força que essa dimensão assume. Contudo, a disposição inadequada em Campina Grande, causa prejuízos não só no meio ambiente, mas também para a população. A respeito das consequências ocasionadas à poluição, nota-se o lançamento de gases pela má disposição do lixo, sendo principal responsável pelo odor, devido a carência de drenagem de chorume (SILVA; CÂNDIDO, 2012).

- Indicadores de Resposta

Estes indicadores são as ações e atitudes nas quais a população realiza a fim de amenizar os impactos que a atividade humana impõe sobre a natureza. Contudo, na cidade Campina Grande possui uma inadequada unidade de processamento de resíduos sólidos, uma das respostas diante esse impacto é a criação de um aterro sanitário. Esse primeiro passo é um grande avanço acerca da situação crítica de disposição de resíduos, porém não se torna a melhor alternativa. Assim sendo, estão sendo realizados trabalhos sociais no município que abrange a conscientização da população sobre o manejo adequado, até a criação de cooperativas, que possam trabalhar a reciclagem e manuseio sustentável. No município são formalizadas apenas duas cooperativas (SILVA; CÂNDIDO, 2012).

Diante disso, os resultados encontrados demonstram que Campina Grande, apresenta-se numa situação ambiental bem crítica, nessa perspectiva a sustentabilidade direciona-se a níveis bem baixos. Quanto maior a qualidade ambiental de uma cidade, maior a sustentabilidade dela. Contudo, a cidade tem condições de reverter essa situação, levando em consideração as universidades atuantes na comunidade (SILVA; CÂNDIDO, 2012).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos consultados se expressão em parâmetros atribuídos a cada indicador, realizando adaptação destes ou criando novos indicadores, conforme a realidade de cada município (a legitimidade, a cultura local, além da quantidade e tipo de resíduos gerados). Ressalta que para cada cidade é feito o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados, contendo a origem, volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotada; a identificação de áreas favoráveis para a disposição ambientalmente adequada; identificação dos resíduos sólidos e dos geradores, sujeitos a plano de gerenciamento ou sistema de logística reversa; coleta seletiva ou inclusão de catadores. A função de um diagnóstico é apontar a caracterização e a quantidade de resíduos sólidos gerados, bem como o seu destino nos diferentes municípios, atendendo ao Artigo 19 da PNRS.

Os indicadores de sustentabilidade, são instrumentos que viabilizam o planejamento por gestores públicos acerca de coleta, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos e rejeitos gerados, implantar e avaliar programas de coleta seletiva, além de dispor de informações para a população quanto à GRSU. Através deles, é possível monitorar a qualidade de vida e o andamento das políticas socioambientais e a gestão municipal como um todo. São ferramentas importantes a fim de promover políticas públicas voltadas à construção de uma cidade mais sustentável.

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho, notou-se que os indicadores se mostraram uma ferramenta eficaz na avaliação da gestão de resíduos, pois permitiram avaliar e demonstrar as situações críticas decorrentes da disposição inadequada dos resíduos, tornando possível a proposição de medidas que auxiliem futuras decisões.

Quando se aborda a temática relacionada à mensuração de sustentabilidade, deve-se considerar o método utilizado na seleção dos indicadores, é necessário conhecer melhor as metodologias utilizadas para a seleção de indicadores e o papel de alguns conceitos importantes nesse processo de seleção, como a legitimidade, cultura e poder.

Notou-se um grupo de diversos indicadores e aplicabilidades em cidades diferentes. As cidades analisadas foram considerados insustentáveis quanto à gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Nesse sentido, recomenda-se realizar capacitação com os gestores, investir em programas de capacitação dos catadores e incentivar a criação de cooperativas e

associações, programas de coleta seletiva, implantação de ações de mitigação dos efeitos negativos causados ao meio ambiente.

Por fim, observa-se uma carência de estudos comparativos considerando o tempo e o local, para a avaliação do grau de sustentabilidade, verifica-se a necessidade da aplicação destes indicadores em outras cidades, principalmente na Região Nordeste, visto que foram encontradas poucas pesquisas voltadas para cidades desta região. Ressalta-se ainda, a importância da sistematização das informações de gestão dos resíduos sólidos urbanos, para que a população tenha acesso e assim possam ter mais pessoas conscientes numa busca por sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS SÓLIDOS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 29 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS SÓLIDOS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>. Acesso em: 29 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS SÓLIDOS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2022/>. Acesso em: 12 dez. 2022.

BARBIERI, José Carlos. **Desenvolvimento Sustentável: das Origens à Agenda 2030**. Petrópolis: Editora Vozes, 2020.

BELLEN, Hans Michael van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. p. 12-55.

BENTO, F.F; BARROS, J.D. **Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos por meio de indicadores de sustentabilidade no município de Nazarezinho – PB**. 2021. Revista GeoSertões, v. 6, n. 11. Disponível em: <https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/geosertoes/article/view/1621/pdf>. Acesso em: 04 jul. 2022.

BERTICELLI, Ritielli. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos: Análise de Viabilidade Econômica de Cenários para um Município de Médio Porte**. 2016. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de Paço Fundo, Passo Fundo, 2016. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/205/1/2016RitielliBerticelli.pdf>. Acesso em: 04 out. 2022.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é: o que não é**. 5.ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2017.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso: 06 fev. 2022.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Institui a Política Nacional de Meio Ambiente**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 16 ago. 2022

BRASIL. Presidência da República. **Constituição Federal, de 5 de outubro de 1988**. Disponível em: Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm#:~:text=I%20%2D

%20construir%20uma%20sociedade%20livre,quaisquer%20outras%20formas%20de%20discrimina%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 03 fev.2022.

CAETANO, L.A; JOICE, M.S; PRIMO, M.H; SILVA, K.A. **Soluções para resíduos sólidos; estudo de caso do óleo vegetal coletado pela empresa asa/recife-pe.** E-book-Desmaterialização. 2020. p.78-88.

CASTRO, Ana L. C. **Aplicação de Indicadores de Sustentabilidade de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Uberlândia-MG.** 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/18131/3/Aplica%C3%A7%C3%A3oIndicadoresSustentabilidade.pdf>. Acesso em: 05 out.2022.

CAVALCANTI, Deborah de F. G. **Aplicação de Sustentabilidade para Avaliar a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Caucaia – CE ante a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.** 2013. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7982/1/2013_dis_dfgcavalcanti.pdf. Acesso em 15 set.2022.

COSTA, Amanda Rodrigues Santos Costa. **Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos da Cidade do Recife-PE a partir de indicadores de sustentabilidade.** 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/7715/2/Amanda%20Rodrigues%20Santos%20Costa.pdf>. Acesso em 26 set.2022.

DECLARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO – 1972. Disponível em: <http://www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/conferencia-do-rio>. Acesso em: 02 fev. 2022.

FAVARETTO, Marylisa Pretto. **O Princípio da Responsabilidade Compartilhada e a Disposição dos Resíduos Orgânicos Domésticos pelo Sistema de Compostagem.** 2016. 326 f. Tese (Doutorado em Direito) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/175056/345448.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 22ago.2022.

FONSECA, M. M. et al. **Modelo pressão-estado-impacto-resposta na proposição de um índice de avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos gerados em uma Instituição de ensino superior.** 2018. Disponível em: https://www.itr.ufrj.br/sigabi/wp-content/uploads/7_sigabi/34FONSECA_MARIANA_126a129.pdf. Acesso em 24 out. 2022.

LIMA, Isabelle Accioly Pedrosa. **Avaliação da gestão dos resíduos sólidos em municípios do Rio Grande do Norte através de indicadores de sustentabilidade.** 2022. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/46002/1/Avaliacaodegestao_Lima_2022.pdf. Acesso em: 05 jul. 2022.

LINS, Eduardo A.M; SANTOS, Vanessa A. de A. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Domésticos; Estudo de Caso em Condomínio em Paulista – PE.** 2020. E-book – Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégia para a sustentabilidade. p.284-296.

LINS, R.; MEDEIROS, A.; COUTINHO, C.; BARCIA, S. **Logística de Material Reciclável no Município de João Pessoa – PB.** 2019. E-book – Resíduos sólidos: os desafios da gestão. p.478-721.

LOZANO, Marisa Cubas. **Um olhar para a gestão de resíduos sólidos urbanos a partir de indicadores de sustentabilidade.** 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4331/4518.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 24 jan.2022.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação.** 2002. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269634191_Residuos_solidos_e_sustentabilidade_principios_indicadores_e_instrumentos_de_acao. Acesso em 08 ago.2022.

MENEZES, Anna K.M.; MARTINS, Maria de F. **Conexões entre as temáticas Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Municipal Sustentável: Uma revisão sistemática da literatura contemporânea.** 2021. Research, Society and Development, v. 10, n. 5. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a749/bb49b98712d34e9a3458a4734c47ef1392dd.pdf>. Acesso em 01 out.2022.

OLIVEIRA, Daniel Rodrigues de. **Avaliação da Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Participação de Atores Chaves nas propostas de Melhorias – Caso de Estudo Município de Manaus – AM.** 2020. 155 f. Dissertação (Mestrado em Cidadania Ambiental e Participação) - Universidade Aberta, Manaus. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/10680>. Acesso em 15 ago.2022.

OLIVEIRA, Eliza Simão de. **Indicadores de sustentabilidade como instrumento de apoio à coleta seletiva solidária em instituições federais de ensino superior.** 2018. 217 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/192968/PGEA0598-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em 24 jan.2022.

OLIVO, Valdir E. **Gestão Integrada e Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos para Municípios de Médio Porte.** 2021. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/2279/2/2021ValdirEduardoOlivo.pdf>. Acesso em 04.out.2022.

POLAZ, C.N. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos**. 2008. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4254?show=full>. Acesso em: 08 ago.2022.

ROSA, Deisi Cristina Gomes. **A evolução dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: A partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010)**. 2019. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/4149/1/Deisi%20-%20Monografia%20%28TCC%29%20%20-%20Finalparabiblioteca%20%28Reparado%29%20%281%29%20%282%29.pdf>. Acesso em 08 ago. 2022.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Editora Garamond, 2011.

SILVA, M.E, CÂNDIDO, G.A. **A análise de indicadores de sustentabilidade na problemática de resíduos sólidos em campina grande – PB**. 2012. REUNA, Belo Horizonte, v.17, n.1, p. 91-110. Disponível em: <https://revistas.una.br/reuna/article/view/432>. Acesso em 10.ago.2022.

SILVA, D.D; RODRIGUES, J.B; ALMEIDA, G.S; SILVA, A.C. **O cenário dos resíduos sólidos urbanos no maranhão**. 2020. E-book-Desmaterialização. p.148-160.

SILVA, Rodrigo C. P. **Avaliação dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Recife/PE e Estudo dos Indicadores Gerenciais nos Setores de Coleta por Meio de Técnicas Multivariadas**. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17250>. Acesso em 05 set. 2022.

SOARES, Lorena Saboya Vieira. **A História da Política Nacional de Resíduos Sólidos: reflexões acerca do seu tímido avanço**. 2022. São Paulo: Editora Dialética.

VIANA, J.F; CASTRO, M.N. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos**. 2014. Revista eletrônica de educação da faculdade araguaia, v.6. Disponível em: <https://www.fara.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/243>. Acesso em: 02.fev.2022.

ZAMBAM, N.J; SANTOS, A.P.C.A. **Gerenciamento dos resíduos sólidos no meio ambiente urbano: estratégia para o desenvolvimento sustentável com expansão das liberdades**. 2020. Revista do Departamento de Ciências Jurídicas e Sociais da Unijuí Editora Unijuí, n. 53. Disponível: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/revistadireitoemdebate/article/view/11448>. Acesso em 04 fev.2022.