

A GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM FORTALEZA: ENTRE AVANÇOS E DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS

MARCIO WILLIAM CELESTINO DOS SANTOS

UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR

WILLIAM NEVES DA SILVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

HERIS COUTINHO VIEIRA

UNB UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Introdução

A busca por cidades mais sustentáveis, mesmo com o auxílio de avanços tecnológicos como sensores que monitoram tudo em tempo real ou sistemas de gerenciamento de dados, depende principalmente do comprometimento das administrações locais e do envolvimento ativo da população (AMITAVA BASU, 2025). Experiências em diferentes contextos urbanos demonstram que, quando políticas públicas bem estruturadas são articuladas à conscientização da população, tornam-se viáveis práticas sustentáveis como o uso racional de energia, a reutilização da água e o descarte adequado de resíduos.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Este artigo objetiva analisar as políticas públicas de incentivo à reciclagem nos três níveis federativos: nacional, estadual (Ceará) e municipal (Fortaleza), discutindo seus avanços, desafios e perspectivas à luz da sustentabilidade urbana.

Fundamentação Teórica

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, representa um marco legal na gestão de resíduos no Brasil. A PNRS estabelece princípios como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a logística reversa e a priorização da reciclagem sobre a disposição final. Apesar disso, os níveis de reciclagem no Brasil ainda são baixos: segundo a ABRELPE (2023), apenas 4% dos resíduos urbanos são reciclados. Fortaleza, capital do Ceará, apresenta avanços na gestão de seus resíduos, com destaque para o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos

Metodologia

A presente pesquisa é de natureza qualitativa, de caráter exploratório e descritivo. Optou-se pela combinação de dois procedimentos metodológicos complementares: análise documental e revisão bibliográfica sistemática. A análise concentrou-se em leis, planos, relatórios técnicos e diretrizes de órgãos governamentais e instituições públicas relevantes, como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Plano Estadual do Ceará (PERS-CE) e o Plano Municipal de Fortaleza (PMGIRS). Complementarmente, foi realizada uma revisão bibliográfica com foco em artigos científicos, publicações acadêmicas.

Análise e Discussão dos Resultados

Apesar dos avanços normativos e das iniciativas locais, ainda persistem entraves estruturais à ampliação da reciclagem no Brasil. Entre os principais desafios estão a desigualdade no acesso aos serviços de coleta seletiva, a precariedade das condições de trabalho dos catadores e a baixa integração entre tecnologias emergentes e a gestão pública (BESEN & FRACALANZA, 2016). Esses fatores contribuem para a baixa taxa de reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos e dificultam a consolidação de um sistema eficiente e inclusivo de gestão de resíduos.

Considerações Finais

A gestão de resíduos sólidos configura-se como um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento de cidades sustentáveis e inteligentes, pois envolve não apenas o manejo técnico dos resíduos, mas também aspectos sociais, econômicos e ambientais. A experiência do Brasil, do Estado do Ceará e do município de Fortaleza evidencia que, embora haja importantes avanços institucionais, normativos e operacionais, os desafios ainda são expressivos. Persistem gargalos relacionados à cobertura e eficiência dos serviços de coleta seletiva, à valorização do trabalho dos catadores.

Referências

ABRELPE. (2023). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. <https://www.abrelpe.org.br> Bardin, L. (2011). Análise de conteúdo. Edições 70.
BESEN, G. R.; FRACALANZA, A. P. Desafios da inclusão dos catadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: um panorama nacional. Cadernos Metrópole, v. 18, n. 36, p. 111-129, 2016. BASU, A. (2025). Engage citizens to smarten city governance. Smart Cities and Regional Development, 9(2), 31-40. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

Palavras Chave

Resíduos Sólidos , Cidades Sustentáveis , Sustentabilidade Ambiental

Agradecimento a órgão de fomento

Agradeço primeiramente a Deus pela sabedoria e discernimento concedidos ao longo deste trabalho. Expresso também minha gratidão aos organizadores do XXVII ENGEMA pela oportunidade de participar deste evento de grande relevância acadêmica e profissional, que contribui para a reflexão e o fortalecimento das práticas em sustentabilidade e gestão ambiental.

A GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM FORTALEZA: ENTRE AVANÇOS E DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS

1 INTRODUÇÃO

A literatura recente destaca que o conceito de cidade inteligente ultrapassa o uso de tecnologias digitais, abrangendo dimensões políticas, culturais, ambientais e sociais, com ênfase na governança participativa e na inclusão cidadã (Ferreira, 2021; Junior; Duenhas, 2020). O crescimento urbano acelerado e os impactos ambientais associados colocam a gestão de resíduos sólidos como elemento central na agenda das cidades sustentáveis e inteligentes.

Essas cidades buscam integrar inovação tecnológica, planejamento urbano e sustentabilidade, promovendo qualidade de vida e eficiência dos serviços públicos. A gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) assume papel estratégico por sua interface com a saúde pública, a proteção ambiental e a economia circular (Ghisellini *et al.*, 2016).

Entretanto, o desenvolvimento sustentável depende não apenas de avanços tecnológicos, mas também do comprometimento das administrações locais e da participação social ativa (Amitava Basu, 2025). Nesse sentido, a educação ambiental emerge como instrumento essencial para consolidar práticas sustentáveis (Silva; Gonçalves, 2023), enquanto tecnologias emergentes, aliadas ao engajamento cívico, ampliam o potencial transformador das cidades (García; Mendes, 2024).

Este artigo objetiva analisar as políticas públicas de incentivo à reciclagem nos três níveis federativos: nacional, estadual (Ceará) e municipal (Fortaleza), discutindo seus avanços, desafios e perspectivas à luz da sustentabilidade urbana.

Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabeleceu diretrizes fundamentais para o gerenciamento integrado e sustentável dos resíduos no Brasil, promovendo a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (Brasil, 2010). A PNRS trouxe vários desafios para os municípios brasileiros, especialmente nas áreas social, econômica e ambiental. Ela estabeleceu orientações claras para que os estados e as cidades criem seus próprios planos de gerenciamento de resíduos, com a participação ativa das pessoas e grupos envolvidos nesse setor (Brasil, 2010).

Sendo assim, colocar essa gestão integrada em prática nos municípios ainda enfrenta muitas dificuldades, incluindo questões políticas. Já nas regiões metropolitanas, além desses obstáculos políticos, frequentemente há limitações técnicas e falta de recursos financeiros, o que acaba dificultando o diálogo e a implementação de soluções entre as cidades (Silveira; Figueiredo, 2021).

No entanto, sua efetivação plena ainda esbarra em desafios como a falta de infraestrutura, a baixa adesão dos municípios aos planos de gestão e a necessidade de maior articulação entre os entes federativos (Machado *et al.*, 2021). Essa lacuna entre a norma e a prática revela a importância de analisar como as diretrizes nacionais têm sido interpretadas e aplicadas nos contextos regionais e locais.

Paralelamente, observa-se um crescimento no protagonismo das cidades no enfrentamento das questões ambientais, especialmente no que diz respeito à coleta seletiva e à inclusão socioprodutiva dos catadores de materiais recicláveis. A adoção de políticas locais que valorizem a economia circular, a inovação e a educação ambiental tem potencial para transformar os resíduos em ativos estratégicos (Costa; Braga, 2020). Nesse sentido, torna-se fundamental compreender como os municípios, a exemplo de Fortaleza, estão incorporando as diretrizes nacionais e estaduais em suas ações concretas, e quais são os entraves e

oportunidades existentes para avançar rumo a um modelo urbano mais inteligente, justo e sustentável (Gonçalves; Mendonça, 2022).

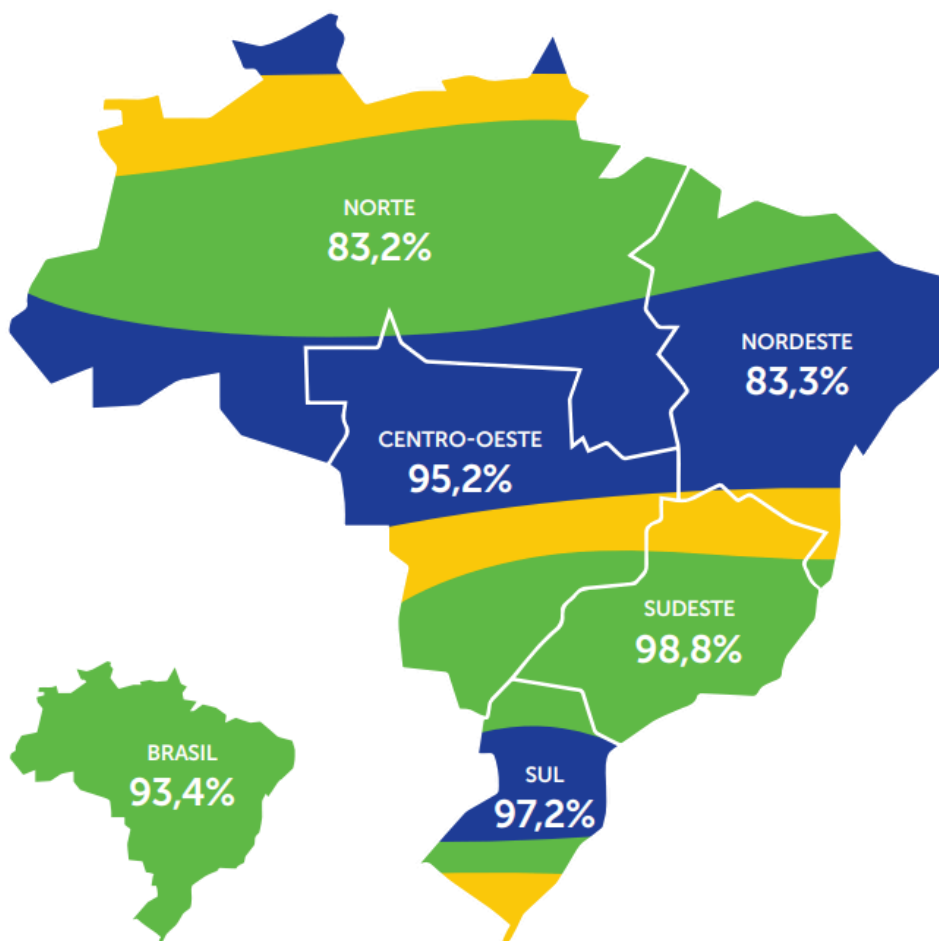
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Cenário Nacional

A PNRS, instituída pela Lei nº 12.305/2010, representa um marco legal na gestão de resíduos no Brasil. A PNRS estabelece princípios como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a logística reversa e a priorização da reciclagem sobre a disposição final. Apesar disso, os níveis de reciclagem no Brasil ainda são baixos: segundo a ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) (2023), apenas 4% dos resíduos urbanos são reciclados.

No Brasil, em 2023, cerca de 93,4% do lixo gerado foi coletado, o que representa um aumento de aproximadamente 0,4% em relação a 2022. Essa quantidade corresponde a aproximadamente 75,6 milhões de toneladas de resíduos recolhidos ao longo do ano, ou seja, uma média de cerca de 207 mil toneladas por dia em todo o país. Por regiões, o Sul, Sudeste e Centro-Oeste estão acima da média nacional de coleta, com taxas de 97,2%, 98,8% e 95,2%, respectivamente. Já as regiões Norte e Nordeste coletam aproximadamente 83% do lixo produzido nessas áreas (Figura 1) (ABREMA, 2024).

Figura 1 - Coleta de RSU por grande região em 2023.



Fonte: ABREMA, 2024

Em 2022, o número de municípios que apresentaram alguma iniciativa de coleta seletiva é aproximadamente de 1.793 cidades, representando 32,2% do total de municípios do país. Importante destacar, porém, que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem a totalidade da população, podendo ser iniciativas pontuais, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022).

Em 2023, cerca de 6,7 milhões de toneladas de lixo seco foram enviados para reciclagem no Brasil, o que representa aproximadamente 8,3% do total de resíduos sólidos urbanos produzidos naquele ano. A maior parte desses resíduos vem de duas fontes principais: a coleta feita pelos serviços públicos e a coleta informal, realizada por catadores autônomos (ABREMA, 2024).

De acordo com estimativas recentes, apenas 6% dos resíduos sólidos urbanos coletados pelo serviço público são encaminhados para centrais de triagem, resultando na recuperação efetiva de cerca de 2,2 milhões de toneladas. Entretanto, a coleta informal realizada pelos catadores independentes representa volume equivalente ou superior ao do sistema formal, sendo responsável por aproximadamente 4,5 milhões de toneladas por ano, evidenciando sua relevância socioambiental na cadeia da reciclagem (CEMPRE, 2022; IPEA, 2021).

A falta de infraestrutura, a informalidade e a baixa articulação entre entes federativos dificultam a efetiva implementação da PNRS. Por outro lado, as cooperativas de catadores têm desempenhado papel fundamental na reciclagem urbana, promovendo inclusão social e gerando renda (Dias, 2016).

2.3 Gestão Estadual de Resíduos Sólidos: Avanços e Desafios no Ceará

O Estado do Ceará tem avançado significativamente na institucionalização de sua política de resíduos sólidos. Um marco importante foi a promulgação da Lei Estadual nº 16.032/2016, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios, objetivos e diretrizes para a gestão integrada e sustentável dos resíduos no território cearense. Essa legislação estabelece responsabilidades compartilhadas entre os entes públicos, setor privado e sociedade civil, promovendo a valorização da reciclagem e da inclusão social de catadores.

A gestão ambiental no Ceará é orientada por um conjunto de instrumentos legais que buscam descentralizar e fortalecer a capacidade institucional dos municípios na condução de políticas de controle e manejo ambiental. Nesse contexto, a Resolução COEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente) nº 07/2019 representa um marco importante ao estabelecer critérios e diretrizes para que os municípios possam assumir o licenciamento ambiental de atividades consideradas de impacto local, desde que seus efeitos estejam restritos aos limites territoriais municipais (COEMA, 2019).

Essa descentralização tem implicações diretas para a gestão de resíduos sólidos, pois aproxima o processo decisório das especificidades locais e favorece a articulação entre licenciamento, planejamento territorial e ações operacionais previstas no Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS-CE), coordenado pela SEMA (Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima) (PERS-CE, 2020). O plano propõe a regionalização da gestão e a formação de Consórcios Intermunicipais, com o objetivo de otimizar os recursos financeiros e operacionais. Contudo, a efetividade dessas medidas depende da capacidade técnica e financeira dos municípios, o que permanece como um desafio em várias localidades do estado (SEMA, 2020).

No que se refere especificamente à gestão de resíduos recicláveis, a normativa prevê que unidades de triagem e reciclagem podem ser licenciadas em âmbito municipal, desde que respeitados os critérios de porte e potencial poluidor definidos no Anexo I da resolução. Ao

permitir que esses empreendimentos sejam acompanhados diretamente pelos municípios, a legislação busca agilizar o controle ambiental e promover uma gestão mais integrada ao contexto local, fortalecendo o monitoramento, a fiscalização e a relação com iniciativas de coleta seletiva e inclusão de cooperativas de catadores (COEMA, 2019).

Além disso, iniciativas como o projeto “Coleta Seletiva Solidária”, que estimula a contratação de cooperativas de catadores pela administração pública, e os incentivos fiscais concedidos a empresas recicladoras, demonstram o empenho do governo estadual em fortalecer a economia circular. No entanto, os desafios persistem, especialmente em relação à baixa cobertura da coleta seletiva e à necessidade de maior integração entre políticas ambientais e sociais, conforme discutido por (Costa; Braga, 2020).

2.4 Gestão Municipal de Resíduos Sólidos em Fortaleza: Políticas e Iniciativas Locais

A gestão de resíduos sólidos em Fortaleza é orientada por um arcabouço legal que busca promover o manejo sustentável e a adequada destinação dos materiais recicláveis no território municipal. A Lei nº 8.408/1999, posteriormente atualizada pela Lei nº 10.340/2015, constitui o principal marco normativo ao estabelecer diretrizes para o controle, a segregação e a responsabilidade pelo manejo dos resíduos na cidade (Fortaleza, 2015). Essas normativas reforçam a necessidade de separação na fonte, tanto por parte da população quanto de grandes geradores, promovendo a distinção entre resíduos recicláveis, orgânicos e rejeitos.

A Lei nº 10.340/2015 também reforça o princípio da responsabilidade compartilhada, envolvendo poder público, setor produtivo e cidadãos no processo de gestão, o que está alinhado à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010). Nesse sentido, incentiva a formação de parcerias institucionais com cooperativas de catadores, reconhecendo seu papel estratégico na cadeia da reciclagem e no fortalecimento da economia circular (Dias, 2020).

De forma complementar, o Decreto nº 13.732/2015 regulamenta o PGRS para grandes geradores, exigindo que empresas e instituições que produzam mais de 100 litros de resíduos por dia elaborem e executem planos específicos de segregação, armazenamento temporário e destinação final ambientalmente adequada (Fortaleza, 2015).

Apesar desse arcabouço regulatório consistente, o município ainda enfrenta obstáculos para ampliar a cobertura da coleta seletiva e elevar os índices de reaproveitamento de materiais. Entre os principais desafios, destacam-se a insuficiência de campanhas de educação ambiental, a baixa adesão da população à separação na fonte e a capacidade limitada de triagem das unidades municipais. Contudo, o conjunto de normas vigente representa uma base sólida para o fortalecimento de políticas públicas locais, sobretudo quando articulado com ações de inclusão social, inovação logística e participação comunitária (Pereira; Moreira, 2021).

Fortaleza tem desenvolvido um conjunto de iniciativas voltadas à ampliação da coleta seletiva, inclusão socioeconômica de catadores e promoção da economia circular, consolidando-se como uma das capitais nordestinas com maior investimento em infraestrutura de reciclagem. Entre as principais ações, destaca-se a Coleta Seletiva Solidária, que promove a contratação de cooperativas de catadores para a prestação do serviço de coleta, triagem e encaminhamento de recicláveis. Essa medida fortalece a inclusão produtiva, gera renda e reconhece formalmente o papel dos catadores como agentes ambientais (Dias, 2020).

Outro marco importante é a expansão da Rede de Ecopontos, espaços destinados ao recebimento gratuito de materiais recicláveis, resíduos volumosos e eletroeletrônicos. Em 2024, a cidade já contava com mais de 100 unidades distribuídas em todas as regionais, o que contribui para descentralizar a coleta e facilitar a participação da população no descarte correto (Fortaleza, 2023). A instalação de equipamentos complementares, como Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), reforça esse processo.

No campo da educação ambiental, o programa Reciclando Atitudes atua na sensibilização comunitária por meio de campanhas escolares, formações para lideranças comunitárias e ações de mobilização territorial, buscando estimular a separação de resíduos na fonte e hábitos de consumo mais responsáveis (SEUMA, 2023).

Além disso, o município tem buscado fomentar um ambiente propício à inovação e ao empreendedorismo sustentável, por meio de incentivos fiscais e apoio a empresas e startups de reciclagem, com destaque para iniciativas de reaproveitamento de vidro, plástico e resíduos da construção civil. Tais ações convergem para a consolidação de um modelo urbano alinhado à economia circular e à sustentabilidade urbana inteligente.

Assim, o contexto legislativo de Fortaleza demonstra esforços contínuos de alinhamento com os princípios da PNRS, consolidando a gestão de resíduos sólidos como uma estratégia de sustentabilidade urbana e de promoção da justiça socioambiental.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa é de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva. Foram adotados dois procedimentos complementares: análise documental e revisão bibliográfica sistemática.

A análise documental contemplou legislações, planos e relatórios técnicos relacionados à gestão de resíduos sólidos nos três níveis federativos, incluindo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará (PERS-CE) e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Fortaleza (PMGIRS), além de dados do SNIS e documentos institucionais da SEMACE (Superintendência Estadual do Meio Ambiente) e SEUMA (Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente).

A revisão bibliográfica foi conduzida seguindo o protocolo SALSA (Search, Appraisal, Synthesis and Analysis), recomendado para revisões estruturadas em políticas públicas (Booth; Sutton; Papaioannou, 2016). As buscas foram realizadas nas bases Scopus, SciELO, Google Scholar e ScienceDirect, utilizando os descritores: “gestão de resíduos sólidos urbanos”, “coleta seletiva”, “reciclagem”, “economia circular” e “cidades inteligentes”, no período de 2015 a 2025.

Foram identificados inicialmente 112 estudos. Após leitura de títulos e resumos, aplicaram-se os critérios de inclusão (acesso integral, pertinência temática, abordagem aplicada ao contexto urbano e publicação em periódicos revisados por pares), resultando em 42 estudos selecionados para leitura completa e 25 incorporados à análise final.

A interpretação dos dados foi estruturada com base na análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), permitindo a categorização das informações em eixos temáticos. O estudo de caso foi conduzido conforme a abordagem de Yin (2016), adequada para examinar fenômenos contemporâneos inseridos em contextos reais, como a gestão municipal de resíduos sólidos.

Por fim, realizou-se triangulação entre dados legais, acadêmicos e institucionais, garantindo maior consistência e validade às conclusões apresentadas.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Apesar dos avanços normativos e das iniciativas locais, ainda persistem entraves estruturais à ampliação da reciclagem no Brasil. Entre os principais desafios estão a desigualdade no acesso aos serviços de coleta seletiva, a precariedade das condições de trabalho dos catadores e a baixa integração entre tecnologias emergentes e a gestão pública (Besen; Fracalanza, 2016). Esses fatores contribuem para a baixa taxa de reaproveitamento

dos resíduos sólidos urbanos e dificultam a consolidação de um sistema eficiente e inclusivo de gestão de resíduos.

De acordo com dados do (SNIS, 2023), o Ceará tem apresentado avanços graduais na gestão de resíduos sólidos, embora ainda abaixo da média nacional. (Tabela 1) Apresenta um comparativo de indicadores de desempenho entre Fortaleza, o estado do Ceará e a média nacional, permitindo visualizar as diferenças estruturais e operacionais na coleta e reciclagem.

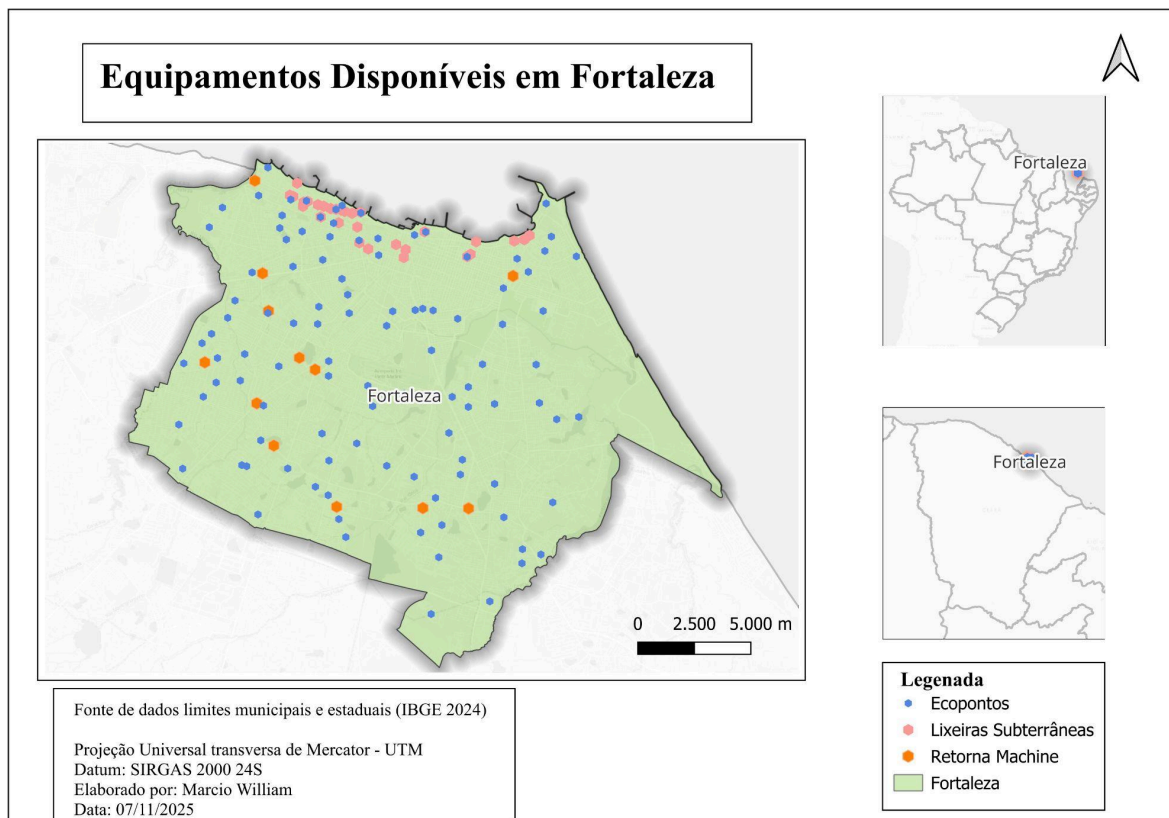
Tabela 1 – Indicadores de gestão de resíduos sólidos urbanos

Indicador	Fortaleza	Ceará	Média Nacional	Fonte (ano)
Geração de RSU (kg/hab/dia)	1,09	1,05	1,2	SNIS (2023)
Cobertura da coleta seletiva (%)	35	7	22	SNIS (2023)
Taxa de reciclagem estimada (%)	6	4	12	IBGE (2022)
Catadores formalizados (nº de pessoas)	580	1.200	8.700	CEMPRE (2022)

Fonte: Adaptado de SNIS (2023); IBGE (2022); CEMPRE (2022).

Segundo dados do SNIS (2023) e da Prefeitura de Fortaleza (SEUMA, 2023), aproximadamente 35% da população da capital cearense tem acesso à coleta seletiva, considerando o conjunto de serviços domiciliares e ecopontos (Figura 2). Esse índice evidencia avanços importantes na infraestrutura de reciclagem, embora ainda insuficientes para garantir cobertura universal.

Figura 2 - Mapa com os Equipamentos disponíveis em Fortaleza.



Fonte: Autoria própria 2025

Além da expansão da Rede de Ecopontos, Fortaleza vem incorporando equipamentos urbanos inovadores voltados à eficiência da coleta e ao estímulo à participação cidadã na separação dos resíduos. Entre esses equipamentos, destacam-se as lixeiras subterrâneas (Figura 3), instaladas em locais de grande circulação, como praças e áreas comerciais. Esses sistemas possuem contentores de grande capacidade instalados no subsolo, reduzindo odores, evitando o acúmulo de resíduos na superfície e contribuindo para a melhoria paisagística e sanitária dos espaços públicos. A adoção desse modelo, já consolidado em cidades europeias, reforça o compromisso do município com soluções urbanas compactas e sustentáveis (Fortaleza, 2022).

Figura 3 - Lixeiras subterrâneas



Fonte: Prefeitura de Fortaleza

Outro equipamento relevante é a Retorna Machine (Figura 4), um sistema automatizado de logística reversa destinado ao recolhimento de embalagens plásticas, alumínio e vidro. Nessas máquinas, o cidadão deposita os materiais recicláveis e recebe benefícios ou créditos que podem ser utilizados em serviços como transporte público ou descontos em estabelecimentos parceiros. Essa estratégia incentiva o comportamento

pró-ambiental e associa a reciclagem ao retorno econômico direto, reforçando práticas alinhadas à economia circular e ao engajamento comunitário (SEUMA, 2023).

Figura 4 - Retorna Machine



Fonte: Autoria própria 2024

A integração entre EcoPontos, lixeiras subterrâneas e Retorna Machines representa um avanço na diversificação da infraestrutura urbana disponível para o manejo dos resíduos sólidos, permitindo que diferentes públicos tenham acesso a formas distintas de descarte ambientalmente adequado. Tais iniciativas reforçam a necessidade de planejamento territorial,

comunicação ambiental contínua e monitoramento de desempenho para consolidar resultados em longo prazo.

Nos últimos anos, o Ceará tem avançado na gestão dos resíduos sólidos, embora ainda enfrente desafios em comparação a outras regiões do país. Segundo o SNIS (2023), apenas 7% dos municípios cearenses possuem coleta seletiva estruturada, contra 22% da média nacional. Em Fortaleza, a taxa de reaproveitamento é de 6%, inferior a cidades como Curitiba e Porto Alegre, que superam 15% (IBGE, 2022).

No cenário internacional, países como Alemanha e Japão evidenciam a eficácia da economia circular, com índices de reciclagem acima de 60% (OECD, 2022). Esse contraste reforça a necessidade de fortalecer a infraestrutura, ampliar os incentivos econômicos e adotar indicadores de desempenho para monitorar o avanço das políticas públicas (SNIS, 2023; CEMPRE, 2022).

A modernização da gestão dos resíduos depende da incorporação de tecnologias inteligentes, como IoT, Big Data e plataformas digitais, que otimizam a coleta, integram dados e tornam as ações mais transparentes (Machado *et al.*, 2021). No entanto, a inovação tecnológica deve caminhar junto à educação ambiental, inclusão social e profissionalização das cooperativas, garantindo justiça socioambiental e sustentabilidade de longo prazo (Dias, 2020).

A falta de articulação entre os entes federativos e a descontinuidade de políticas públicas ainda limitam o setor. Apesar disso, consórcios intermunicipais e sistemas de logística reversa têm mostrado potencial para superar limitações regionais e ampliar parcerias público-privadas (Souza; Ribeiro, 2022). Assim, a integração entre tecnologia, governança e participação social constitui o caminho para consolidar a transição rumo à sustentabilidade urbana.

5 CONCLUSÃO

A gestão de resíduos sólidos configura-se como um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento de cidades sustentáveis e inteligentes, pois envolve não apenas o manejo técnico dos resíduos, mas também aspectos sociais, econômicos e ambientais. A experiência do Brasil, do Estado do Ceará e do município de Fortaleza evidencia que, embora haja importantes avanços institucionais, normativos e operacionais, os desafios ainda são expressivos. Persistem gargalos relacionados à cobertura e eficiência dos serviços de coleta seletiva, à valorização do trabalho dos catadores e à integração de tecnologias digitais no processo de tomada de decisão.

A gestão dos resíduos sólidos deve ser compreendida de forma sistêmica e integrada, articulando políticas públicas, iniciativa privada e participação social. A consolidação da economia circular requer educação ambiental, incentivos econômicos à reciclagem e inovação tecnológica aplicada à gestão.

O uso de tecnologias inteligentes como sensores e sistemas digitais pode impulsionar cidades mais resilientes, desde que aliado a estratégias inclusivas que considerem as realidades locais. Promover a reciclagem, portanto, ultrapassa a dimensão ambiental: é um compromisso com a justiça social, a eficiência urbana e a sustentabilidade. Fortalecer a governança ambiental, investir em infraestrutura e valorizar os trabalhadores da reciclagem são passos essenciais para transformar resíduos em recursos e construir cidades mais inteligentes e equitativas.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. (2023). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. <https://www.abrelpe.org.br>

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.

ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024*. São Paulo: ABREMA, 2024. Disponível em: <https://abrema.org.br>. Acesso em: [15 jul. 2025].

BASU, A. (2025). *Engage citizens to smarten city governance*. *Smart Cities and Regional Development*, 9(2), 31–40.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOOTH, A.; SUTTON, A.; PAPAIOANNOU, D. *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*. London: Sage, 2016.

BESEN, G. R.; FRACALANZA, A. P. *Desafios da inclusão dos catadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: um panorama nacional*. *Cadernos Metrópole*, v. 18, n. 36, p. 111-129, 2016.

BRASIL. Lei n  12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n  9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 17 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Painel de Informa es do SNIS: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Painel interativo de indicadores. Brasília: MDR, siste 2025. Disponível em: gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/rs. Acesso em: 17 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informa es sobre Saneamento — SNIS: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: MDR, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/snis>. Acesso em: 18 jul. 2025.

CEARÁ. Conselho Estadual do Meio Ambiente — COEMA. Resolu o COEMA n  07, de 16 abr. 2019. Dispõe sobre critérios para o exercício da competência do licenciamento ambiental pelos municípios. *Diário Oficial do Estado do Ceará*, 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br> (ou site oficial do COEMA). Acesso em: 18 jul. 2025.

CEARÁ (Estado). Lei n  16.032, de 20 de junho de 2016. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos no âmbito do Estado do Ceará. Disponível em: [https://mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Lei-Estadual-n C2%BA16.032-2016-Institu-e-a-Pol C3%ADtica-Estadual-de-Res C3%ADduos-S C3%B3lidos-no-Estado-do-Cear C3%A1.pdf](https://mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Lei-Estadual-n%C2%BA16.032-2016-Institu-e-a-Pol%C3%ADtica-Estadual-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-no-Estado-do-Cear%C3%A1.pdf). Acesso em: 17 jul. 2025.

CEARÁ (Estado). Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará (PERS-CE). Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), 2020. Disponível em: [https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/51/2020/11/Plano-Estadual-de-Res C3%ADduos-S C3%B3lidos-PERS_CE.pdf](https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/51/2020/11/Plano-Estadual-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-PERS_CE.pdf). Acesso em: 17 jul. 2025.

CEMPRE — Compromisso Empresarial para Reciclagem. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022*. São Paulo: CEMPRE, 2022. Disponível em: <https://www.cempre.org.br/>. Acesso em: 18 jul. 2025.

CEMPRE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. São Paulo: Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2022. Disponível em: <https://cempre.org.br>. Acesso em: 17 fev. 2025.

Costa, G. S., & Braga, R. L. (2020). Gestão de resíduos sólidos no Estado do Ceará: uma análise das estratégias para consolida o da política pública. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, 9(2), 212–228.

COSTA, M. A.; BRAGA, C. F. Gestão integrada de resíduos sólidos e inclusão socioprodutiva: caminhos para a sustentabilidade urbana. *Cadernos Metrópole*, v. 22, n. 48, p. 227–247, 2020.

DIAS, S. *Catadores e inclusão produtiva na gestão de resíduos no Brasil*. Ciência & Saúde Coletiva, v. 25, n. 12, p. 4903–4912, 2020.

DIAS, S. Catadores e inclusão social na política nacional de resíduos sólidos: avanços e desafios. *Revista Ciência e Saúde Coletiva*, 2020.

Dias, S. M. (2016). Catadores e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: reconhecimento e desafios. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 18(2), 25-42.

GARCÍA, C. A.; MENDES, D. F. *Technological innovation and civic engagement in urban sustainability*. *Sustainable Cities and Society*, v. 103, p. 1–12, 2024. (Elsevier - DOI: 10.1016/j.scs.2024.104832).

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.

Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas.

Godoy, A. S. (1995). *Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades*. *Revista de Administração de Empresas*, 35(2), 57-63.

GONÇALVES, T. S.; MENDONÇA, R. A. Políticas ambientais e governança municipal: desafios para a sustentabilidade em cidades brasileiras. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, v. 11, n. 2, p. 94–112, 2022.

FERREIRA, Anderson Saccol. Cidades inteligentes e sustentáveis: análise e definições acerca da literatura. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 12, n. 6, p. 512-521, 2021.

FORTALEZA (Município). Decreto nº 13.732, de 2015. Regulamenta o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para grandes geradores. *Diário Oficial do Município*, Fortaleza, 2015.

FORTALEZA (Município). *Prefeitura amplia instalação de lixeiras subterrâneas em áreas urbanas de grande circulação*. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br>. Acesso em: 19 fev. 2025.

FORTALEZA (Município). *Prefeitura instala novos equipamentos para manejo de resíduos sólidos*. Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias>.

FORTALEZA (Município). Prefeitura Municipal. Prefeitura instala 19 novos equipamentos para manejo de resíduos sólidos no primeiro semestre. Fortaleza: Prefeitura Municipal, 6 jul. 2023. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeitura-instala-19-novos-equipamentos-para-manejo-de-residuos-solidos-no-primeiro-semester>. Acesso em: 18 jul. 2025.

FORTALEZA. Reciclo: triciclos elétricos para catadores de materiais recicláveis. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2024. Disponível em: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1959>. Acesso em: 17 jul. 2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Diagnóstico sobre catadores de materiais recicláveis*. Brasília: IPEA, 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 17 fev. 2025.

JUNIOR, Milton Proença; DUENHAS, Rogério Allon. Cidades inteligentes e cidades sustentáveis: convergência de ações ou mera publicidade? *Revista brasileira de planejamento e desenvolvimento*, v. 9, n. 2, p. 317-328, 2020.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, 221-232.

MACHADO, E. A.; SILVA, L. T.; SANTOS, P. R. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: avanços e desafios nos municípios brasileiros. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 10, n. 1, p. 55–73, 2021.

- MACHADO, E. L.; LIMA, S. M. V.; TEIXEIRA, C. E. Tecnologias aplicadas à gestão de resíduos sólidos urbanos: desafios e oportunidades. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 2021.
- PEREIRA, M.; MOREIRA, T. *Governança ambiental e desafios da implementação da PNRS nas capitais brasileiras*. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 13, 2021.
- Prefeitura de Fortaleza. (2023). Relatório Anual de Gestão de Resíduos Sólidos. <https://www.fortaleza.ce.gov.br>
- SEMA. (2022). Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará. Secretaria do Meio Ambiente do Ceará.
- SEUMA – Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. *Programa Retorna Machine: Relatório Técnico de Operação 2023*. Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/seuma>. Acesso em: 19 fev. 2025.
- SEUMA – Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. *Relatório de Sustentabilidade e Gestão de Resíduos 2023*. Fortaleza, 2023.
- SILVA FILHO, M. J. *Gestão inteligente de resíduos sólidos no contexto dos ODS*. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 17, n. 3, p. 45-59, 2021.
- SILVA, L. M.; GONÇALVES, R. T. A. *Educação ambiental e tecnologias sustentáveis em áreas urbanas brasileiras*. Revista Brasileira de Cidades Sustentáveis, v. 12, n. 2, p. 45–61, 2023.
- SILVEIRA, Raquel Maria da Costa; FIGUEIREDO, Fábio Fonseca. *Possibilidades e desafios para a gestão compartilhada de resíduos sólidos na Região Metropolitana de Natal (RN) à luz da Lei Federal nº 12.305/2010*. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 23, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202141pt>. Acesso em: 17 jul. 2025.
- SOUZA, M. J.; RIBEIRO, H. Desafios e estratégias para a regionalização da gestão de resíduos sólidos no Brasil. *Revista Ambiente & Sociedade*, 2022.
- Yin, R. K. (2016). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman.