PROPOSTA DE UMA PLATAFORMA DIGITAL PARA INCENTIVO À COLETA SELETIVA EM CONDOMÍNIOS DE FORTALEZA

PROPOSAL FOR A DIGITAL PLATFORM TO PROMOTE SEPARATE WASTE COLLECTION IN CONDOMINIUMS IN FORTALEZA

JULIANA APARECIDA BESSA CARNEIRO
UECE - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

TIAGO ANDRÉ PORTELA MARTINS
UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ

JARDIELE DE ALMEIDA COSTA
UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ

Comunicação:
O XIV SINGEP foi realizado em conjunto com a 14th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com a SPARK (Society for Promoting Academic Research and Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

Agradecimento à orgão de fomento:
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

PROPOSTA DE UMA PLATAFORMA DIGITAL PARA INCENTIVO À COLETA SELETIVA EM CONDOMÍNIOS DE FORTALEZA

Objetivo do estudo
A pesquisa teve como objetivo propor uma plataforma digital para incentivar a coleta seletiva em condomínios residenciais do município de Fortaleza.

Relevância/originalidade
O estudo oferece, com base nas evidências levantadas, uma proposta de caráter conceitual de uma plataforma digital voltada à educação ambiental, orientação sobre segregação e destinação dos resíduos, comunicação entre usuários, monitoramento de indicadores e incentivo à participação dos moradores.

Metodologia/abordagem
A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e análise documental, contemplando livros, artigos científicos, legislações e documentos técnicos relacionados à gestão de resíduos sólidos, educação ambiental e tecnologias digitais.

Principais resultados
A utilização de tecnologias digitais contribui para o fortalecimento da coleta seletiva, reciclagem e gestão integrada dos resíduos sólidos, constituindo uma alternativa para apoiar políticas públicas de sustentabilidade e subsidiar pesquisas voltadas ao desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas à gestão ambiental.

Contribuições teóricas/metodológicas
Os resultados evidenciaram que a efetividade da coleta seletiva depende da integração entre educação ambiental, conscientização dos moradores, comunicação eficiente e articulação entre condomínios, cooperativas de reciclagem e poder público.

Contribuições sociais/para a gestão
Também foi identificado que as tecnologias digitais podem contribuir para ampliar o acesso às informações, fortalecer a participação da população e apoiar a gestão dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: gestão de resíduos sólidos, coleta seletiva, condomínios residenciais, plataforma digital, educação ambiental

PROPOSAL FOR A DIGITAL PLATFORM TO PROMOTE SEPARATE WASTE COLLECTION IN CONDOMINIUMS IN FORTALEZA

Study purpose
The purpose of the study was to propose a digital platform to encourage selective waste collection in residential condominiums in the city of Fortaleza.

Relevance / originality
Based on the evidence gathered, the study offers a conceptual proposal for a digital platform focused on environmental education, guidance on waste sorting and disposal, communication among users, monitoring of indicators, and encouraging resident participation.

Methodology / approach
This study is qualitative in nature, exploratory and descriptive in scope, and was conducted through a literature review and document analysis, drawing on books, scientific articles, legislation, and technical documents related to solid waste management, environmental education, and digital technologies.

Main results
The use of digital technologies helps strengthen selective collection, recycling, and integrated solid waste management, providing an alternative to support public policies on sustainability and fund research aimed at developing technological solutions for environmental management.

Theoretical / methodological contributions
The results showed that the effectiveness of selective waste collection depends on the integration of environmental education, resident awareness, effective communication, and coordination among homeowners' associations, recycling cooperatives, and government agencies.

Social / management contributions
It was also found that digital technologies can help expand access to information, strengthen public participation, and support solid waste management.

Keywords: solid waste management, selective waste collection, residential condominiums, digital platform, environmental education

PROPOSTA DE UMA PLATAFORMA DIGITAL PARA INCENTIVO À COLETA SELETIVA EM CONDOMÍNIOS DE FORTALEZA

1 Introdução

A crescente urbanização, o aumento da população e dos padrões de consumo têm intensificado a geração de resíduos sólidos urbanos, tornando sua gestão um dos principais desafios das cidades brasileiras. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024, o país gerou cerca de 80,96 milhões de toneladas de resíduos em 2023, porém apenas 8,3% desse volume foi destinado à reciclagem, evidenciando a necessidade de fortalecer a coleta seletiva e aprimorar a gestão dos resíduos sólidos (Abrema, 2024).

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos é orientada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022. A legislação estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, fundamentadas na responsabilidade compartilhada, na logística reversa e na priorização da não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Complementando esse marco legal, a Lei nº 14.260/2021 instituiu incentivos à indústria da reciclagem, fortalecendo a cadeia produtiva dos materiais recicláveis, o desenvolvimento de novas tecnologias, o apoio às cooperativas e associações de catadores e o financiamento de projetos voltados à reciclagem, evidenciando a importância da inovação para o aprimoramento da gestão dos resíduos sólidos (Brasil, 2021).

Apesar desse avanço normativo, a coleta seletiva ainda enfrenta desafios no Brasil. Em 2023, 60,5% dos municípios com serviço de manejo de resíduos sólidos realizavam coleta seletiva, e 56,7% possuíam instrumentos legais sobre o tema, o que demonstra a necessidade de aperfeiçoar as políticas públicas e os instrumentos de gestão voltados ao setor (Ibge, 2024).

No contexto de Fortaleza, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) orienta as ações voltadas à gestão dos resíduos sólidos e ao fortalecimento da coleta seletiva. O plano evidencia a necessidade de ampliar a recuperação de materiais recicláveis, fortalecer a participação da população e intensificar as ações de educação ambiental e de gestão integrada, visando tornar o sistema de manejo de resíduos mais eficiente (Fortaleza, 2012).

A escolha do município de Fortaleza justifica-se por sua relevância como um dos principais centros urbanos do país, pelo elevado volume de resíduos sólidos gerados, pela existência de políticas públicas voltadas à gestão integrada dos resíduos sólidos e pela disponibilidade de estudos desenvolvidos em condomínios residenciais do município, como os de Nazareno et al. (2016), Souza et al. (2018), Carvalho et al. (2019) e Silva et al. (2019), os quais forneceram subsídios para a construção da proposta apresentada nesta pesquisa.

Entre os diferentes geradores de resíduos sólidos urbanos, os condomínios residenciais destacam-se como espaços estratégicos para o fortalecimento da coleta seletiva por concentrarem elevada geração de resíduos e possuírem estrutura administrativa própria. Entretanto, a efetividade dessas iniciativas depende da integração entre moradores, administração condominial, cooperativas de reciclagem e poder público, bem como da adoção de instrumentos que incentivem a participação e facilitem a gestão dos resíduos sólidos.

Nesse contexto, a transformação digital apresenta-se como uma oportunidade para apoiar a gestão da coleta seletiva, oferecendo ferramentas capazes de integrar informações, facilitar a comunicação entre os diferentes atores envolvidos, acompanhar indicadores e incentivar a participação dos moradores. Sob a perspectiva da Administração, soluções dessa

natureza podem contribuir para otimizar processos, apoiar a tomada de decisão e fortalecer programas públicos já existentes voltados à gestão dos resíduos sólidos.

Diante desse cenário, esta pesquisa busca responder ao seguinte problema: como uma plataforma digital pode contribuir para fortalecer a coleta seletiva em condomínios residenciais no município de Fortaleza?

Para responder a essa questão, o estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a gestão de resíduos sólidos, a coleta seletiva, os condomínios residenciais e as tecnologias digitais aplicadas à gestão ambiental, subsidiando a proposição de uma plataforma digital voltada ao incentivo da coleta seletiva em condomínios residenciais de Fortaleza, buscando fortalecer a gestão dos resíduos sólidos por meio da integração entre moradores, administradores condominiais, cooperativas de reciclagem, poder público e empresas privadas.

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e análise documental, fundamentada na legislação vigente, em documentos oficiais e na literatura científica relacionada à gestão de resíduos sólidos, tecnologias digitais, educação ambiental e sustentabilidade.

Como resultado da pesquisa, apresenta-se uma proposta conceitual de plataforma digital voltada ao incentivo da coleta seletiva em condomínios residenciais de Fortaleza, fundamentada nas evidências identificadas na revisão bibliográfica. Espera-se que essa proposta possa fortalecer a gestão dos resíduos sólidos, ampliar a integração entre moradores, administradores condominiais, cooperativas, empresas privadas e poder público, além de subsidiar futuras pesquisas e iniciativas voltadas à inovação tecnológica aplicada à sustentabilidade urbana.

2 Referencial Teórico

2.1 Fundamentos legais, conceituais e contextuais da gestão de resíduos sólidos

Embora o Brasil disponha de um amplo arcabouço legal voltado à gestão dos resíduos sólidos, ainda existem desafios significativos relacionados à efetiva implementação da coleta seletiva e à ampliação da reciclagem. Os dados apresentados pelo Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024 evidenciam que apenas uma pequena parcela dos resíduos sólidos urbanos gerados é destinada à reciclagem, demonstrando a necessidade de fortalecimento dos instrumentos de gestão e de incentivo à participação da população (Abrema, 2024).

A análise da legislação federal, estadual e municipal demonstrou que a coleta seletiva constitui um dos principais instrumentos da gestão integrada dos resíduos sólidos. A PNRS, a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará e o PMGIRS de Fortaleza estabelecem diretrizes voltadas à redução da geração de resíduos, à ampliação da reciclagem, à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e ao fortalecimento da participação social na gestão dos resíduos sólidos (Brasil, 2010; Ceará, 2016a; Fortaleza, 2012).

No contexto dos condomínios residenciais, os estudos desenvolvidos por Nazareno et al. (2016), Carvalho et al. (2019), Silva et al. (2019) e Souza et al. (2018) evidenciam o potencial dos condomínios residenciais para contribuir com a coleta seletiva, em razão da concentração de moradores e da geração contínua de resíduos domiciliares. Em conjunto, essas pesquisas demonstraram dificuldades relacionadas à segregação dos resíduos, à ausência de programas estruturados de coleta seletiva, à limitação das ações de educação ambiental e ao baixo nível de conhecimento dos moradores sobre a legislação e sobre a destinação adequada dos resíduos sólidos. Por outro lado, também revelaram elevado interesse da população em participar de iniciativas voltadas à coleta seletiva quando adequadamente orientada e incentivada.

Outro tópico relevante refere-se ao papel da educação ambiental como instrumento fundamental para o sucesso dos programas de gerenciamento de resíduos sólidos. Rosso et al. (2011), Nazareno et al. (2016) e Carvalho et al. (2019) demonstram que ações contínuas de conscientização, capacitação e sensibilização contribuem para ampliar a participação dos moradores, fortalecer a segregação correta dos resíduos e favorecer a adoção de práticas ambientalmente adequadas.

Além dos aspectos relacionados à educação ambiental, os estudos de Rodrigues et al. (2020), Silva (2019), Hempe e Noguera (2012) e Boesing (2024) evidenciam o potencial das tecnologias digitais como ferramentas de apoio à gestão dos resíduos sólidos, demonstrando que esses recursos podem ampliar o acesso à informação, favorecer processos educativos mais dinâmicos e estimular a interação entre os usuários. Da mesma forma, Gross e Monteiro (2020) identificaram aplicações envolvendo Sistemas de Apoio à Decisão, Sistemas de Informação Geográfica, tecnologias Web e ferramentas de georreferenciamento para apoiar o planejamento da coleta seletiva e ampliar a disponibilização de informações à população.

No que se refere às tecnologias móveis, os estudos de Rodrigues et al. (2020) e Lima e Pontes (2022) demonstram que as tecnologias móveis podem ser utilizadas para facilitar o acesso às informações sobre coleta seletiva, pontos de descarte, educação ambiental e comunicação entre os usuários, evidenciando o potencial dos aplicativos como ferramentas de apoio à gestão dos resíduos sólidos. Essas pesquisas reforçam que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação podem contribuir para ampliar o engajamento da população e favorecer práticas ambientalmente responsáveis.

Entretanto, a análise comparativa dos estudos de Rodrigues et al. (2020) e Lima e Pontes (2022) permitiu identificar que as propostas existentes se concentram, predominantemente, na disponibilização de informações sobre descarte de resíduos e localização de pontos de coleta, não contemplando de forma integrada as especificidades da gestão de resíduos em condomínios residenciais. A análise também evidenciou que aspectos relacionados à interação entre moradores, administradores condominiais, cooperativas de reciclagem, empresas privadas e poder público, bem como mecanismos de incentivo à participação da população, monitoramento de indicadores e apoio ao gerenciamento condominial, permanecem pouco explorados nas soluções analisadas. Essa lacuna reforça a pertinência da proposta conceitual apresentada nesta pesquisa.

De uma maneira geral, investigar a literatura recente permitiu identificar convergência entre os autores quanto à necessidade de integrar educação ambiental, participação social e tecnologias digitais para fortalecer a gestão dos resíduos sólidos (Rosso et al., 2011; Nazareno et al., 2016; Souza et al., 2018; Carvalho et al., 2019; Silva et al., 2019; Rodrigues et al., 2020; Gross e Monteiro, 2020; Lima e Pontes, 2022; Boesing, 2024). Em conjunto, esses estudos indicam que grande parte dos desafios identificados nos condomínios residenciais está relacionada à comunicação, ao acesso à informação e ao engajamento dos moradores, fatores que podem ser potencialmente mitigados por meio da utilização de soluções tecnológicas voltadas à disseminação de informações e à interação entre os diferentes atores envolvidos.

Dessa forma, a literatura sobre o tema fornece fundamentação para a proposição de uma plataforma digital voltada ao incentivo da coleta seletiva em condomínios residenciais de Fortaleza. As evidências identificadas na literatura indicam que uma solução tecnológica capaz de integrar moradores, administradores condominiais, cooperativas de reciclagem e poder público apresenta potencial para fortalecer a educação ambiental, ampliar a participação da população e contribuir para o aprimoramento da gestão dos resíduos sólidos no contexto condominial.

2.2 Gestão de resíduos sólidos em condomínios residenciais

A PNRS estabelece a coleta seletiva como um dos instrumentos da gestão integrada de resíduos sólidos e incentiva a participação de cooperativas e associações de catadores nesse processo. Além disso, determina que a destinação ambientalmente adequada dos resíduos priorize ações como reutilização, reciclagem, compostagem e outras formas de aproveitamento, reduzindo a quantidade de resíduos encaminhados aos aterros sanitários (Brasil, 2010).

Nesse contexto, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) constitui importante ferramenta para organizar as etapas relacionadas à segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação ambientalmente adequada dos resíduos. Conforme destacam Secchin et al. (2023), a implantação de programas de coleta seletiva em condomínios proporciona benefícios ambientais, sociais e econômicos, incluindo a redução do volume de resíduos destinados aos aterros sanitários, a geração de emprego e renda para cooperativas de reciclagem e a possibilidade de obtenção de recursos financeiros provenientes da comercialização dos materiais recicláveis. Rosso et al. (2011) observaram que ainda existe baixo comprometimento da população com as questões ambientais e significativa carência de informações sobre os resíduos sólidos e sua destinação final, ressaltando a importância dos processos de conscientização para ampliar o engajamento da comunidade.

No contexto de Fortaleza, os resultados encontrados em diferentes pesquisas reforçam essa realidade. Nazareno et al. (2016) verificaram que, em muitos condomínios residenciais, os resíduos são destinados a uma única lixeira coletiva sem segregação prévia, dificultando o reaproveitamento dos materiais recicláveis. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al. (2019) em estudo realizado no condomínio Premier Condomínio Club, em Fortaleza. Os autores verificaram que os resíduos eram encaminhados para uma área comum de armazenamento sem qualquer segregação por tipologia, evidenciando a necessidade de implantação de sistemas estruturados de coleta seletiva.

A relevância dos condomínios para a gestão dos resíduos sólidos urbanos também foi evidenciada por Silva et al. (2019), que identificaram que os apartamentos correspondiam a aproximadamente 25% das residências de Fortaleza. Apesar desse potencial, os autores verificaram que a maioria dos empreendimentos ainda não incorporava práticas sustentáveis de forma efetiva em sua gestão. Entre os principais desafios observados destacaram-se a baixa adesão da comunidade condominial às práticas ambientais e a ausência de uma cultura sustentável consolidada.

Além das dificuldades relacionadas à conscientização ambiental, pesquisas realizadas em Fortaleza evidenciam limitações relacionadas ao acesso à informação. Em estudo desenvolvido no Condomínio Marcos Menezes, Souza et al. (2018) identificaram que 60% dos moradores não sabiam para onde os resíduos coletados eram encaminhados e que 70% desconheciam a destinação dos resíduos sólidos gerados em suas próprias residências. Apesar dessas limitações, o estudo revelou elevado interesse dos moradores em participar de programas de coleta seletiva, uma vez que todos os entrevistados afirmaram que adeririam a iniciativas dessa natureza caso fossem disponibilizadas em seus condomínios.

Dessa forma, observa-se que a gestão de resíduos sólidos em condomínios residenciais depende da integração entre infraestrutura adequada, planejamento, participação dos moradores e ações contínuas de educação ambiental. Os estudos realizados em Fortaleza demonstram que os principais desafios não estão relacionados à inexistência de resíduos recicláveis, mas à necessidade de ampliar a conscientização da população, melhorar a comunicação das informações e estruturar mecanismos que facilitem a segregação e a destinação adequada dos materiais. Nesse contexto, ferramentas tecnológicas voltadas à educação ambiental e ao gerenciamento dos resíduos sólidos podem representar importantes

instrumentos de apoio à coleta seletiva, ampliando o acesso à informação e fortalecendo a participação dos moradores, tema que será discutido na próxima seção.

2.3 Tecnologias digitais aplicadas à gestão de resíduos sólidos

O avanço das tecnologias digitais tem ampliado as possibilidades de acesso, produção e compartilhamento de informações, tornando essas ferramentas importantes aliadas em diferentes áreas do conhecimento, incluindo a gestão ambiental. Segundo Rodrigues et al. (2020), os dispositivos móveis assumem papel relevante não apenas como meios de comunicação, mas também como instrumentos capazes de facilitar a disseminação de informações e promover maior interação entre os usuários. No contexto ambiental, Silva (2019) destaca que os aplicativos digitais podem ampliar o acesso às informações ambientais e estimular processos educativos mais dinâmicos e participativos. Da mesma forma, Hempe e Noguera (2012) ressaltam que recursos tecnológicos, como redes sociais e ambientes virtuais de aprendizagem, podem ser utilizados como instrumentos de educação ambiental, tornando o processo de conscientização mais acessível e atrativo.

Nesse contexto, Boesing (2024) demonstra que a integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) às estratégias de educação ambiental favorece o processo de ensino e aprendizagem sobre o manejo dos resíduos sólidos domiciliares. Em sua pesquisa, a utilização de recursos digitais contribuiu para ampliar a compreensão da temática e foi avaliada positivamente pelos participantes, evidenciando o potencial das TDIC como instrumento de apoio às ações de educação ambiental.

Além de favorecerem processos educativos, as tecnologias digitais também apresentam potencial para apoiar o gerenciamento dos resíduos sólidos por meio da organização, produção e disseminação de informações. Conforme Rodrigues et al. (2020), o desenvolvimento de aplicações voltadas à temática ambiental constitui uma alternativa para facilitar o acesso às informações e incentivar a participação dos usuários em ações relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Essa perspectiva está alinhada à PNRS, que estabelece, conforme visto anteriormente, a coleta seletiva como instrumento da gestão integrada e reforça a importância da responsabilidade compartilhada entre os diferentes atores envolvidos nesse processo.

Além da dimensão educativa e informacional, as tecnologias digitais também vêm sendo empregadas diretamente na gestão operacional dos resíduos sólidos urbanos. A revisão sistemática realizada por Gross e Monteiro (2020) identificou que essas tecnologias auxiliam no planejamento das atividades relacionadas ao gerenciamento dos resíduos, na organização das informações e na otimização dos processos de coleta e destinação dos resíduos. Entre as aplicações identificadas destacam-se os Sistemas de Apoio à Decisão utilizados para otimização de rotas de coleta seletiva, planejamento da distribuição dos resíduos entre unidades de triagem e análise de alternativas tecnológicas para tratamento dos resíduos sólidos.

Além das pesquisas que discutem o potencial das tecnologias digitais, estudos recentes têm proposto o desenvolvimento de aplicativos móveis voltados especificamente ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Sousa et al. (2022) apresentam uma proposta de aplicativo destinada a auxiliar a população na correta destinação dos resíduos sólidos urbanos, reunindo informações sobre coleta seletiva, pontos de descarte e locais apropriados para entrega de diferentes tipos de resíduos.

De forma semelhante, Lima e Pontes (2022) propõem um aplicativo voltado à integração entre condomínios residenciais e cooperativas de reciclagem, contemplando funcionalidades como educação ambiental, divulgação de boas práticas, comunicação entre usuários, cadastro de cooperativas, solicitação de coleta e acompanhamento das ações relacionadas ao gerenciamento dos resíduos recicláveis.

A Lei nº 14.260/2021 incentiva o desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas à reciclagem e estabelece instrumentos voltados ao fortalecimento da cadeia produtiva dos materiais recicláveis, à organização de redes de comercialização, ao apoio às cooperativas e associações de catadores e ao financiamento de projetos relacionados à coleta seletiva, reutilização, tratamento e reciclagem dos resíduos sólidos (Brasil, 2021). Nesse contexto, observa-se que esses objetivos se mostram compatíveis com a proposta apresentada nesta pesquisa, que utiliza uma plataforma digital como ferramenta de apoio à educação ambiental, ao gerenciamento da coleta seletiva e à integração entre os diferentes atores envolvidos na gestão dos resíduos sólidos.

3 Metodologia

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios e descritivos, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e análise documental. A abordagem qualitativa possibilita a compreensão e interpretação do fenômeno estudado a partir da análise da literatura e de documentos relacionados à temática, enquanto a pesquisa exploratória busca proporcionar maior familiaridade com o problema investigado e a pesquisa descritiva objetiva descrever suas características (Gil, 2002). Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, desenvolvida a partir de material já publicado, como livros, artigos científicos, dissertações, teses e documentos oficiais.

A revisão bibliográfica foi realizada por meio de consultas a livros, artigos científicos, dissertações, teses, legislações e documentos técnicos, utilizando bases de dados acadêmicas, como Google Scholar, SciELO e Portal de Periódicos CAPES, além de fontes oficiais. Foram utilizados descritores relacionados à gestão de resíduos sólidos, coleta seletiva, logística reversa, economia circular, educação ambiental, condomínios residenciais e tecnologias digitais, selecionando publicações pertinentes aos objetivos da pesquisa.

Assim, a pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas, descritas no quadro 1, que orientaram a execução do estudo e subsidiaram a proposição da plataforma digital.

Quadro 1 – Percurso metodológico

ETAPA	DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES
1	Definição do tema, da problemática e dos objetivos da pesquisa, delimitando o estudo para a utilização de aplicativos móveis como ferramenta de apoio à gestão de resíduos sólidos em condomínios residenciais.
2	Levantamento bibliográfico, contemplando livros, artigos científicos, dissertações, teses, documentos técnicos e legislações relacionadas à gestão de resíduos sólidos, educação ambiental, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), aplicativos móveis e sustentabilidade.
3	Leitura exploratória, seletiva e analítica das publicações encontradas, em duas fases: 1) Análise dos títulos, resumos e palavras-chave das obras; 2) Leitura integral dos materiais considerados pertinentes ao objetivo da pesquisa, buscando identificar as principais contribuições da literatura acerca das tecnologias digitais aplicadas à gestão de resíduos sólidos.
4	Os dados obtidos foram organizados e analisados de forma descritiva e interpretativa, permitindo a construção do referencial teórico e a discussão sobre as potencialidades e limitações do uso de aplicativos móveis como instrumentos de educação ambiental e incentivo à destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos.

Fonte: Elaboração do autor.

No levantamento, foram priorizadas publicações dos últimos dez anos, considerando sua atualidade em relação às tecnologias digitais e à gestão de resíduos sólidos. Entretanto, também foram utilizados documentos legais e obras clássicas da metodologia científica e da gestão ambiental, devido à sua relevância para a fundamentação conceitual do estudo.

A seleção das publicações ocorreu de forma intencional, com base na relevância para os objetivos da pesquisa, sendo priorizados estudos diretamente relacionados à gestão de

resíduos sólidos, coleta seletiva, condomínios residenciais e tecnologias digitais aplicadas à gestão ambiental. Foram excluídos estudos que não apresentavam relação direta com o objeto desta pesquisa ou que tratavam exclusivamente de aspectos técnicos de engenharia, sem interface com a gestão ambiental ou com o uso de tecnologias digitais.

A revisão bibliográfica fundamentou o referencial teórico da pesquisa, permitindo a identificação, seleção e análise da literatura relacionada à gestão de resíduos sólidos, à legislação aplicável, à coleta seletiva, à logística reversa, à economia circular, à educação ambiental, à gestão de resíduos em condomínios residenciais e às tecnologias digitais. A partir desse levantamento, foram reunidos os subsídios teóricos que embasaram a proposta de plataforma digital apresentada neste trabalho.

A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de análise bibliográfica de caráter qualitativo, buscando identificar convergências entre os estudos consultados, principais aplicações das tecnologias digitais e contribuições dos aplicativos móveis para a gestão de resíduos sólidos. Conforme Marconi e Lakatos (2003), a análise bibliográfica permite reunir, interpretar e relacionar conhecimentos produzidos sobre determinado tema, possibilitando a construção de novas interpretações a partir da literatura existente.

Os estudos selecionados foram agrupados de acordo com os temas abordados, contemplando aspectos relacionados à legislação, educação ambiental, tecnologias digitais, aplicativos móveis, logística reversa, coleta seletiva e participação da população na destinação adequada dos resíduos.

A interpretação dos resultados fundamentou-se na comparação das diferentes abordagens apresentadas pelos autores, permitindo identificar tendências, oportunidades e desafios relacionados ao uso das tecnologias digitais na promoção da sustentabilidade e da gestão integrada dos resíduos sólidos.

Dessa forma, o percurso metodológico adotado possibilitou reunir evidências científicas atualizadas sobre a temática, proporcionando uma compreensão ampla acerca das contribuições dos aplicativos móveis para a educação ambiental, o fortalecimento da coleta seletiva e o gerenciamento dos resíduos sólidos em condomínios residenciais.

4 Resultados

4.1 Proposta de plataforma digital para incentivo à coleta seletiva em condomínios de Fortaleza

A implementação da plataforma poderá ser favorecida pelos instrumentos previstos na Lei nº 14.260/2021, que estabelece incentivos à indústria da reciclagem, cria mecanismos de apoio a projetos de reciclagem e prevê estímulos ao desenvolvimento de novas tecnologias, ao fortalecimento das cooperativas de catadores e à organização das cadeias produtivas da reciclagem (Brasil, 2021). Nesse contexto, observa-se a oportunidade de futuras parcerias entre o poder público, a iniciativa privada e os condomínios residenciais para viabilizar o desenvolvimento e a manutenção da plataforma proposta.

A proposta conceitual da plataforma digital foi construída a partir da síntese dos estudos analisados na revisão bibliográfica, buscando responder às principais lacunas identificadas na literatura. Os estudos de Rosso et al. (2011), Nazareno et al. (2016) e Carvalho et al. (2019) evidenciam que a efetividade da coleta seletiva depende da realização de ações contínuas de educação ambiental e conscientização da população, justificando a incorporação de funcionalidades voltadas à disseminação de conteúdos educativos e ao incentivo de práticas ambientalmente responsáveis.

Além disso, as pesquisas desenvolvidas por Souza et al. (2018) demonstraram que grande parte dos moradores desconhece a destinação dos resíduos gerados, os pontos de

coleta disponíveis e a legislação relacionada à gestão dos resíduos sólidos, indicando a necessidade de disponibilizar informações acessíveis e centralizadas em um ambiente digital.

Os estudos de Nazareno et al. (2016), Carvalho et al. (2019) e Silva et al. (2019) também apontam que a ausência de programas estruturados de coleta seletiva, a baixa participação dos moradores e a limitada articulação entre os diferentes atores envolvidos comprometem a efetividade da gestão dos resíduos sólidos em condomínios residenciais. Dessa forma, a plataforma propõe funcionalidades voltadas à comunicação entre moradores, administradores condominiais, cooperativas de reciclagem e poder público, favorecendo a organização das ações relacionadas à coleta seletiva.

No âmbito das tecnologias digitais, Rodrigues et al. (2020) e Lima e Pontes (2022) demonstram o potencial dos aplicativos móveis para ampliar o acesso às informações, facilitar a comunicação entre os usuários e incentivar práticas ambientalmente responsáveis. De forma complementar, Gross e Monteiro (2020) evidenciam que tecnologias como Sistemas de Informação Geográfica, georreferenciamento e ferramentas Web podem apoiar o planejamento da coleta seletiva e a disponibilização de informações à população. Já Hempe e Noguera (2012), Silva (2019) e Boesing (2024) destacam a contribuição das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o fortalecimento da educação ambiental e para a ampliação da participação social.

Assim, cada funcionalidade proposta para a plataforma foi concebida com base nas evidências identificadas na literatura, buscando responder às necessidades apontadas pelos estudos analisados e contribuir para o fortalecimento da coleta seletiva em condomínios residenciais.

A proposta fundamenta-se nos princípios estabelecidos pela PNRS, pela Política Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará e pelo PMGIRS de Fortaleza, especialmente no que se refere à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, ao fortalecimento da coleta seletiva, da reciclagem e da participação da sociedade na gestão dos resíduos sólidos (Brasil, 2010; Ceará, 2016b; Fortaleza, 2012).

Nesse contexto, a plataforma é concebida como um ambiente digital de integração entre moradores, síndicos, administradoras condominiais, cooperativas e associações de catadores, empresas privadas atuantes na cadeia da reciclagem e órgãos públicos responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos. Seu propósito é favorecer a comunicação entre esses atores, ampliar o compartilhamento de informações e estimular ações colaborativas voltadas à destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

Com base nas evidências identificadas na revisão bibliográfica, propõe-se que a plataforma seja estruturada em cinco eixos principais, conforme indicados no Quando 2: educação ambiental, comunicação, gerenciamento da coleta seletiva, monitoramento de indicadores e mecanismos de incentivo à participação dos usuários.

A definição desses eixos fundamenta-se nas lacunas e necessidades apontadas pelos estudos analisados. Rosso et al. (2011), Nazareno et al. (2016) e Carvalho et al. (2019) destacam a educação ambiental como elemento indispensável para ampliar o engajamento da população na coleta seletiva. Souza et al. (2018) evidenciam a necessidade de ampliar o acesso às informações sobre segregação, destinação dos resíduos e legislação ambiental. Nazareno et al. (2016), Carvalho et al. (2019) e Silva et al. (2019) demonstram a importância da participação dos moradores e da articulação entre condomínio, cooperativas e poder público para a efetividade da gestão dos resíduos sólidos. No âmbito das tecnologias digitais, Rodrigues et al. (2020), Lima e Pontes (2022) e Gross e Monteiro (2020) evidenciam o potencial dos aplicativos móveis e das ferramentas digitais para apoiar a comunicação, a disponibilização de informações, o gerenciamento da coleta seletiva e o acompanhamento de indicadores.

Quadro 2 – Eixos da Plataforma

EIXO	DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES
Educação ambiental	Tem como objetivo ampliar o conhecimento dos moradores acerca da legislação ambiental, da PNRS, da coleta seletiva, da logística reversa, da economia circular e da correta segregação dos resíduos, contribuindo para a formação de hábitos ambientalmente responsáveis.
Comunicação	Destina-se a facilitar a interação entre moradores, administração condominial, cooperativas, empresas parceiras e órgãos públicos, possibilitando a divulgação de campanhas educativas, avisos, orientações e demais informações relacionadas à gestão dos resíduos sólidos.
Gerenciamento da coleta seletiva	Contempla funcionalidades voltadas ao apoio operacional da gestão dos resíduos, incluindo orientações sobre segregação e acondicionamento dos materiais recicláveis, informações sobre cooperativas parceiras, calendário da coleta seletiva, pontos de entrega voluntária e demais serviços relacionados à destinação ambientalmente adequada dos resíduos.
Monitoramento de indicadores	Permitirá o acompanhamento dos resultados obtidos pelos condomínios participantes, por meio do registro de informações relacionadas à quantidade de resíduos recicláveis destinados corretamente, participação dos moradores, campanhas realizadas e demais indicadores capazes de subsidiar a gestão condominial.
Mecanismos de incentivo à participação dos usuários	Busca estimular a participação ativa dos moradores na coleta seletiva por meio da criação de programas de reconhecimento e benefícios desenvolvidos em parceria com órgãos públicos e empresas privadas. Entre as possibilidades conceituais incluem-se sistemas de pontuação, campanhas de premiação, programas de recompensas, benefícios concedidos por estabelecimentos parceiros e outras formas de incentivo compatíveis com a legislação vigente, valorizando o comportamento ambientalmente responsável e fortalecendo a cultura da sustentabilidade nos condomínios.

Fonte: Elaboração do autor.

A proposta não pretende substituir os serviços públicos de coleta seletiva nem as iniciativas já existentes no município de Fortaleza. Ao contrário, busca atuar como ferramenta complementar, fortalecendo a integração entre os programas municipais, os condomínios residenciais, as cooperativas de reciclagem e os demais agentes envolvidos na gestão dos resíduos sólidos, ampliando o acesso às informações e incentivando a participação da população.

Ressalta-se que a plataforma apresentada representa uma proposição teórica elaborada a partir das evidências identificadas nesta pesquisa. Assim, recomenda-se que estudos futuros aprofundem essa proposta por meio do levantamento de requisitos junto aos usuários, desenvolvimento de protótipos, validação das funcionalidades e avaliação de sua aplicabilidade no contexto dos condomínios residenciais de Fortaleza.

4.2 Funcionalidades propostas da plataforma

Considerando os resultados da revisão bibliográfica e os princípios estabelecidos pela PNRS, propõe-se que a plataforma digital reúna funcionalidades capazes de apoiar todas as etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos nos condomínios residenciais, desde a geração e segregação dos resíduos até sua destinação ambientalmente adequada, monitoramento e incentivo à participação dos moradores.

Sousa et al. (2022) apresentam uma proposta de aplicativo destinada a orientar a população quanto à correta destinação dos resíduos sólidos, enquanto Lima e Pontes (2022) propõem uma solução digital voltada à integração entre condomínios residenciais e cooperativas de reciclagem, incorporando funcionalidades relacionadas à educação ambiental, comunicação entre usuários e gerenciamento da coleta seletiva. Com base nessas contribuições e nas necessidades identificadas ao longo desta pesquisa, são apresentadas, a seguir, as funcionalidades propostas para a plataforma digital destinada aos condomínios residenciais de Fortaleza.

Inicialmente, a plataforma disponibilizaria um módulo permanente de educação ambiental, no qual os usuários poderiam acessar conteúdos relacionados à legislação ambiental, à PNRS, à coleta seletiva, à logística reversa, à economia circular e à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Além de textos explicativos, poderão ser disponibilizados vídeos, cartilhas digitais, infográficos e treinamentos sobre os procedimentos adequados para o gerenciamento dos resíduos sólidos, contribuindo para ampliar a conscientização ambiental dos moradores.

Após o processo de capacitação, a plataforma orientaria os usuários quanto à correta segregação dos resíduos gerados em suas unidades habitacionais. Para cada categoria de resíduo seriam disponibilizadas informações sobre sua classificação, acondicionamento, limpeza quando necessária e destinação ambientalmente adequada, facilitando a adoção das práticas previstas na legislação.

A proposta contempla, prioritariamente, os resíduos sólidos com maior potencial de reciclagem gerados nos condomínios residenciais, como papel, papelão, plástico, vidro, metais, embalagens cartonadas, óleo de cozinha usado, pilhas, baterias e pequenos resíduos eletroeletrônicos, bem como outros materiais sujeitos aos sistemas de logística reversa. Para cada tipo de resíduo, a plataforma poderá apresentar orientações específicas sobre armazenamento temporário, locais de entrega e procedimentos recomendados para seu correto encaminhamento.

Quanto aos resíduos orgânicos, a plataforma poderá disponibilizar conteúdos educativos sobre compostagem doméstica e comunitária, incentivando sua adoção sempre que houver condições para sua implementação. Propõe-se que, na ausência dessa alternativa, os resíduos orgânicos continuem sendo destinados ao serviço público de coleta convencional. Da mesma forma, os rejeitos, entendidos como resíduos que não apresentam possibilidade técnica e economicamente viável de reaproveitamento, deverão ser encaminhados à coleta pública para posterior disposição final ambientalmente adequada, em conformidade com a PNRS.

Outra funcionalidade proposta refere-se ao gerenciamento da coleta seletiva realizada pelo condomínio. A plataforma poderá disponibilizar informações sobre os dias de coleta, cooperativas e associações de catadores parceiras, empresas habilitadas para coleta de resíduos específicos, pontos de entrega voluntária e demais serviços relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos disponíveis no município de Fortaleza.

Também se propõe a criação de um ambiente de comunicação entre moradores, síndicos, administradoras condominiais, cooperativas, empresas parceiras e órgãos públicos. Esse espaço poderá ser utilizado para divulgação de campanhas educativas, envio de notificações, orientações ambientais, lembretes sobre os dias de coleta seletiva, comunicação de eventos relacionados à educação ambiental e compartilhamento de informações relevantes para a gestão dos resíduos sólidos.

Como diferencial da proposta, a plataforma poderá incorporar mecanismos destinados ao incentivo da participação dos moradores. Mediante parcerias estabelecidas entre condomínios, órgãos públicos, cooperativas e empresas privadas, poderão ser desenvolvidos programas de reconhecimento e benefícios para os usuários que aderirem às práticas de segregação e destinação adequada dos resíduos. Entre as possibilidades incluem-se sistemas de pontuação, emissão de certificados de participação, campanhas de premiação, programas de recompensas e benefícios concedidos por empresas parceiras, como descontos em estabelecimentos comerciais ou outras formas de incentivo compatíveis com a legislação vigente.

Os estudos de Rosso et al. (2011), Nazareno et al. (2016) e Carvalho et al. (2019) evidenciam que a educação ambiental e o engajamento dos moradores são fatores essenciais para o sucesso da coleta seletiva. Além disso, Souza et al. (2018) identificaram baixo nível

de conhecimento da população sobre a destinação dos resíduos e sobre a legislação ambiental. Com base nessas evidências, propõe-se a incorporação de mecanismos de incentivo à participação dos usuários, como sistema de pontuação e recompensas, buscando estimular mudanças de comportamento e fortalecer o engajamento dos moradores nas práticas de coleta seletiva.

A plataforma também poderá disponibilizar um módulo de monitoramento e indicadores, permitindo aos gestores condominiais acompanhar informações relacionadas ao volume de resíduos recicláveis destinados corretamente, quantidade de materiais encaminhados às cooperativas, participação dos moradores nas campanhas desenvolvidas e demais indicadores ambientais. Essas informações poderão subsidiar o planejamento de novas ações, ampliar a transparência da gestão e incentivar o engajamento contínuo da comunidade condominial.

Por fim, propõe-se que a plataforma possibilite a integração entre condomínios, cooperativas de reciclagem, empresas especializadas, prestadores de serviços e órgãos públicos responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos. Essa integração busca facilitar o fluxo de informações, fortalecer a responsabilidade compartilhada prevista na legislação e ampliar a eficiência das ações de coleta seletiva desenvolvidas no município de Fortaleza.

As funcionalidades apresentadas possuem caráter conceitual e representam proposições elaboradas a partir das lacunas identificadas na revisão bibliográfica, buscando responder aos desafios evidenciados pelos estudos analisados sobre gestão de resíduos sólidos em condomínios residenciais. Dessa forma, representam uma proposta inicial de aplicação das tecnologias digitais na gestão dos resíduos sólidos em condomínios residenciais, podendo ser aperfeiçoadas e validadas em pesquisas futuras voltadas ao desenvolvimento da plataforma e à avaliação de sua aplicabilidade.

4.3 Benefícios socioambientais, econômicos e gerenciais esperados

Com base na revisão bibliográfica e nos princípios estabelecidos pela PNRS (Brasil, 2010), pela Política Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará (Ceará, 2016a) e pelo PMGIRS de Fortaleza (Fortaleza, 2012), espera-se que a plataforma proposta possa contribuir para o fortalecimento da coleta seletiva em condomínios residenciais, produzindo benefícios de natureza socioambiental, econômica e gerencial.

Sob a perspectiva socioambiental, o principal benefício esperado consiste no aumento da segregação dos resíduos recicláveis ainda na fonte geradora, favorecendo sua destinação ambientalmente adequada. A correta separação dos materiais recicláveis reduz o volume de resíduos encaminhados aos aterros sanitários, aumenta o aproveitamento de materiais passíveis de reciclagem e contribui para sua reinserção na cadeia produtiva, em conformidade com os princípios da economia circular e da responsabilidade compartilhada estabelecidos pela PNRS.

Outro impacto esperado refere-se ao fortalecimento da coleta seletiva e das cooperativas e associações de catadores. À medida que os resíduos chegam corretamente segregados e em melhores condições de aproveitamento, aumenta-se seu valor comercial e sua possibilidade de reciclagem, contribuindo para ampliar a geração de trabalho e renda desses profissionais, conforme observado por Secchin et al. (2023). Além disso, o fortalecimento da reciclagem reduz a necessidade de disposição final em aterros sanitários e diminui os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado dos resíduos.

Também se espera que a plataforma contribua para ampliar a conscientização ambiental da população. A disponibilização permanente de conteúdos educativos, campanhas, treinamentos e orientações poderá favorecer mudanças de comportamento dos moradores, fortalecendo a cultura da coleta seletiva e da responsabilidade socioambiental. Conforme evidenciado por Rosso et al. (2011), Nazareno et al. (2016) e Boesing (2024), a

educação ambiental constitui um dos principais fatores para o sucesso das iniciativas de gerenciamento dos resíduos sólidos e para a consolidação de práticas sustentáveis na sociedade.

Sob a perspectiva econômica, espera-se que a melhoria da segregação dos resíduos possibilite maior comercialização dos materiais recicláveis, agregando valor econômico a resíduos que anteriormente seriam destinados aos aterros sanitários. Dependendo do modelo de gestão adotado pelo condomínio, os recursos obtidos com a comercialização desses materiais poderão contribuir para custear ações ambientais, promover melhorias na infraestrutura destinada à coleta seletiva ou fortalecer parcerias com cooperativas de reciclagem, conforme demonstrado por Secchin et al. (2023).

Além disso, a plataforma propõe a utilização de mecanismos de incentivo destinados aos moradores, por meio de parcerias entre condomínios, cooperativas, empresas privadas e poder público. Entre as possibilidades encontram-se programas de pontuação, *cashback*, descontos em estabelecimentos comerciais, benefícios concedidos por empresas parceiras e outras estratégias de reconhecimento que incentivem a correta segregação e destinação dos resíduos recicláveis. Embora essas ações possuam caráter conceitual e dependam de futuras parcerias institucionais, representam uma estratégia para estimular mudanças de comportamento por meio de incentivos positivos.

Sob a ótica da administração, a plataforma poderá contribuir para tornar o gerenciamento dos resíduos sólidos mais organizado, transparente e orientado por indicadores. O registro das quantidades de resíduos recicláveis coletados, da participação dos moradores, das campanhas realizadas e dos resultados alcançados permitirá aos gestores condominiais acompanhar o desempenho das ações implementadas, identificar oportunidades de melhoria e subsidiar o processo de tomada de decisão. Segundo Gross e Monteiro (2020), as tecnologias digitais apresentam potencial para apoiar a gestão dos resíduos sólidos por meio da organização das informações e do suporte ao planejamento das atividades.

Outro benefício gerencial esperado consiste na integração entre os diferentes atores envolvidos no gerenciamento dos resíduos sólidos. Ao aproximar moradores, síndicos, administradoras condominiais, cooperativas de reciclagem, empresas especializadas e órgãos públicos em um único ambiente digital, a plataforma poderá facilitar o fluxo de informações, reduzir falhas de comunicação, fortalecer a responsabilidade compartilhada prevista na legislação e tornar mais eficiente a gestão da coleta seletiva.

Por fim, espera-se que a implementação de uma plataforma com essas características contribua para o fortalecimento das políticas públicas de gestão integrada dos resíduos sólidos, ampliando a participação da sociedade, favorecendo o cumprimento das diretrizes estabelecidas pela legislação ambiental e incentivando a formação de uma cultura permanente de sustentabilidade nos condomínios residenciais. Embora os benefícios apresentados possuam caráter prospectivo, sua proposição fundamenta-se nas evidências identificadas na literatura científica analisada e nos princípios estabelecidos pelas políticas públicas de gestão dos resíduos sólidos.

4.4 Desafios e oportunidades para implantação

O principal desafio identificado refere-se à adesão da comunidade condominial. Diversos estudos analisados ao longo desta pesquisa demonstram que a baixa participação dos moradores constitui uma das principais dificuldades para o sucesso dos programas de coleta seletiva (Rosso et al., 2011; Nazareno et al., 2016; Carvalho et al., 2019; Souza et al., 2018). Nesse sentido, a simples disponibilização de uma plataforma digital não garante, por si só, mudanças de comportamento, tornando indispensável a realização contínua de ações de educação ambiental e sensibilização da população.

Associado a esse aspecto, esta pesquisa identifica como oportunidade a incorporação de mecanismos capazes de estimular o engajamento dos usuários. Considerando que mudanças de hábitos tendem a ocorrer de forma gradual, propõe-se que futuras versões da plataforma possam incorporar programas de incentivo à participação, por meio de sistemas de pontuação, campanhas de reconhecimento, *cashback*, benefícios concedidos por empresas parceiras ou outras formas de recompensa compatíveis com a legislação vigente. Trata-se de uma proposição elaborada a partir das necessidades identificadas durante a revisão bibliográfica, uma vez que os estudos analisados ainda exploram de forma limitada estratégias voltadas ao incentivo contínuo da participação dos usuários.

Outro desafio refere-se à definição de um modelo de financiamento capaz de garantir a implantação e a sustentabilidade da plataforma ao longo do tempo. Diferentemente das propostas identificadas na literatura, que concentram suas discussões no desenvolvimento das funcionalidades dos aplicativos, observa-se a necessidade de aprofundar aspectos relacionados ao custeio, manutenção, atualização tecnológica e suporte aos usuários. Nesse contexto, pesquisas futuras poderão avaliar diferentes alternativas de financiamento, incluindo parcerias público-privadas, investimentos governamentais, patrocínio por empresas privadas, programas de responsabilidade socioambiental, editais de inovação, modelos de assinatura ou outras formas de sustentabilidade financeira.

Também se destaca como desafio a necessidade de articulação entre os diferentes participantes envolvidos no gerenciamento dos resíduos sólidos. A efetividade da plataforma dependerá da cooperação entre moradores, síndicos, administradoras condominiais, cooperativas e associações de catadores, empresas especializadas na coleta e reciclagem dos resíduos, além dos órgãos públicos responsáveis pela gestão ambiental. A construção dessa rede de cooperação representa condição essencial para que as funcionalidades propostas possam produzir os resultados esperados.

Aspectos relacionados à infraestrutura dos condomínios também merecem atenção. Nem todos os empreendimentos dispõem de espaço físico adequado para armazenamento temporário dos resíduos recicláveis, recipientes específicos para segregação ou estrutura organizacional voltada ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Além disso, a implementação da coleta seletiva poderá demandar investimentos em infraestrutura, aquisição de equipamentos, capacitação de funcionários e reorganização dos procedimentos internos dos condomínios, conforme observado nos estudos analisados.

Por outro lado, as oportunidades identificadas ao longo desta pesquisa demonstram que a utilização das tecnologias digitais pode fortalecer significativamente a gestão integrada dos resíduos sólidos. A integração entre educação ambiental, comunicação, monitoramento de indicadores e gerenciamento da coleta seletiva poderá ampliar o acesso às informações, facilitar a participação da comunidade, fortalecer as cooperativas de reciclagem e contribuir para aumentar a quantidade de resíduos corretamente destinados à reciclagem, reduzindo o volume de materiais encaminhados aos aterros sanitários.

Além disso, observa-se a possibilidade de estabelecer parcerias estratégicas entre poder público, iniciativa privada, cooperativas e condomínios residenciais, permitindo a criação de programas de incentivo, campanhas educativas e benefícios destinados aos moradores participantes. Essas parcerias poderão fortalecer a cadeia da reciclagem, estimular práticas sustentáveis e ampliar o alcance das políticas públicas voltadas à gestão integrada dos resíduos sólidos.

6 Conclusão

A presente pesquisa teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a gestão de resíduos sólidos, a coleta seletiva, os condomínios residenciais e as tecnologias

digitais aplicadas à gestão ambiental, subsidiando a proposição de uma plataforma digital para incentivo à coleta seletiva em condomínios residenciais do município de Fortaleza.

O Brasil possui um robusto arcabouço normativo para a gestão de resíduos sólidos, incluindo a PNRS, a Política Estadual do Ceará e o PMGIRS de Fortaleza, que orienta redução na geração, ampliação da coleta seletiva, fortalecimento da reciclagem e responsabilização pelo ciclo de vida dos produtos. Contudo, a literatura indica que a existência de normas não garante sua efetividade: é preciso ampliar a participação social e reforçar mecanismos de educação ambiental, comunicação e governança para que as diretrizes se traduzam em resultados concretos.

Condomínios residenciais emergem como espaços estratégicos para programas de coleta seletiva, pela alta densidade populacional e pelo volume de resíduos domiciliares. Estudos em Fortaleza apontam problemas recorrentes (i.e., segregação inadequada, desconhecimento da legislação, ações de educação ambiental insuficientes e fraca articulação entre moradores, administração condominial, cooperativas e poder público), mas também mostram que a adesão aumenta quando há informação clara, infraestrutura adequada e incentivos bem desenhados.

A revisão identificou ainda o crescente potencial das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como suporte à gestão ambiental. Aplicativos e plataformas digitais ampliam o acesso à informação, fortalecem a educação ambiental, facilitam a comunicação entre atores e apoiam o gerenciamento de resíduos, fornecendo, assim, fundamentação teórica para a plataforma digital proposta nesta pesquisa.

Com base nesses resultados, foi proposta, em caráter conceitual, uma plataforma digital destinada ao incentivo da coleta seletiva em condomínios residenciais de Fortaleza. A proposta foi estruturada a partir das evidências identificadas na literatura e contempla funcionalidades relacionadas à educação ambiental, orientação sobre segregação e destinação dos resíduos, comunicação entre usuários, gerenciamento da coleta seletiva, monitoramento de indicadores e mecanismos de incentivo à participação dos moradores. Embora não corresponda ao desenvolvimento de um software funcional, a plataforma representa uma alternativa alinhada às diretrizes da legislação ambiental brasileira e às necessidades identificadas nos estudos analisados.

Do ponto de vista acadêmico, a pesquisa contribui ao integrar conhecimentos provenientes das áreas da Administração, Gestão Ambiental e Tecnologias Digitais, propondo uma abordagem inovadora para o fortalecimento da coleta seletiva em condomínios residenciais. Sob a perspectiva prática, a proposta poderá subsidiar futuras iniciativas desenvolvidas por condomínios, cooperativas, empresas privadas e órgãos públicos interessados na utilização de tecnologias digitais para apoiar a gestão integrada dos resíduos sólidos.

Como limitação, destaca-se que a proposta apresentada possui caráter conceitual, tendo sido elaborada com base em revisão bibliográfica e análise documental. Assim, sua implementação, prototipação e validação empírica junto aos potenciais usuários constituem oportunidades para pesquisas futuras.

Diante disso, recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a proposta apresentada por meio do levantamento de requisitos com moradores, síndicos, administradoras condominiais, cooperativas de reciclagem e gestores públicos, bem como pelo desenvolvimento de protótipos, testes de usabilidade e avaliação da aplicabilidade da plataforma em condomínios residenciais de Fortaleza. Também se sugere a investigação de modelos de governança, financiamento e parcerias público-privadas capazes de viabilizar sua implementação, incluindo mecanismos de incentivo aos usuários e integração com os programas municipais de coleta seletiva e logística reversa.

Conclui-se, portanto, que a utilização de tecnologias digitais representa uma alternativa promissora para fortalecer a gestão dos resíduos sólidos em condomínios residenciais. Ao integrar educação ambiental, comunicação, monitoramento e incentivo à participação da comunidade, a plataforma proposta apresenta potencial para contribuir com a ampliação da coleta seletiva, o fortalecimento da reciclagem, a valorização das cooperativas de catadores e o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis, reforçando o papel da inovação tecnológica como instrumento de apoio às políticas públicas de gestão ambiental.

Por fim, considera-se que a utilização de tecnologias digitais aplicadas à gestão dos resíduos sólidos representa uma oportunidade para fortalecer as políticas públicas de sustentabilidade e ampliar a participação da sociedade na preservação ambiental. A plataforma proposta, embora apresentada em caráter conceitual, demonstra como a integração entre educação ambiental, inovação tecnológica e gestão colaborativa pode contribuir para aprimorar a coleta seletiva em condomínios residenciais, promovendo benefícios ambientais, sociais, econômicos e gerenciais. Espera-se que esta pesquisa possa servir como base para o desenvolvimento de futuras soluções tecnológicas e incentivar novas iniciativas voltadas à modernização da gestão dos resíduos sólidos, contribuindo para a construção de cidades mais sustentáveis, eficientes e comprometidas com os princípios da economia circular e do desenvolvimento sustentável.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). (2024). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024*. https://abrema.org.br/panorama/

Boesing, E. (2024). *Tecnologias digitais de informação e comunicação integradas às estratégias didáticas: ensino e aprendizagem sobre o manejo dos resíduos sólidos domiciliares* (Dissertação de mestrado). Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.

Brasil. (2010). *Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

Brasil. (2021). *Lei n.º 14.260, de 8 de dezembro de 2021: Estabelece incentivos à indústria da reciclagem; cria o Fundo de Apoio para Ações Voltadas à Reciclagem (Favorecicle) e os Fundos de Investimentos para Projetos de Reciclagem (ProRecicle)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14260.htm

Brasil. (2022). *Decreto n.º 10.936, de 12 de janeiro de 2022: Regulamenta a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm

Carvalho, G. M., Silva, C. H. C., Sousa, R. C. T., Lima, L. H., & Pereira, L. L. (2019). Propostas de sustentabilidade para um condomínio residencial em Fortaleza – CE. In *Anais do 2.º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade*. IBEAS.

Ceará. (2016a). *Lei n.º 16.032, de 20 de junho de 2016: Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos*. Diário Oficial do Estado do Ceará. https://www.cidades.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2018/03/16032Residuos.pdf

Ceará. Secretaria do Meio Ambiente. (2016b). *Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Ceará*. Governo do Estado do Ceará.

Felix, G. C., & Costa, M. F. (2013). *Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos no Rio de Janeiro frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos* (Trabalho de conclusão de curso, Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Fortaleza (CE). (2015a). *Lei n.º 10.340, de 28 de abril de 2015: Altera a Lei n.º 8.408, de 24 de dezembro de 1999*. Diário Oficial do Município.

Fortaleza (CE). (2015b). *Decreto n.º 13.732, de 28 de dezembro de 2015: Regulamenta o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)*. Diário Oficial do Município.

Fortaleza (CE). Prefeitura Municipal de Fortaleza; ACFOR. (2012). *Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)*.

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4. ed.). Atlas.

Gross, R., & Monteiro, A. M. (2020). Uma revisão sistemática sobre a aplicação de tecnologia para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. *Anais do Workshop de Computação Aplicada (WCF)*, 7, 79–85.

Hempe, C., & Noguera, J. O. C. (2012). A educação ambiental e os resíduos sólidos urbanos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 5(5), 682–695.

IBGE. (2024). *Perfil dos Municípios Brasileiros: gestão do saneamento básico: limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais: 2023*. IBGE.

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica* (5. ed.). Atlas.

Nazareno, J. P., Paula, L. F. S., & Santos, A. M. F. (2016). Educação ambiental para a gestão dos resíduos sólidos no condomínio residencial Ilhas do Parque, Fortaleza/CE. In *Anais do 5.º Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial* (pp. 157–168). Fortaleza.

Rodrigues, J. M., Gonçalves, F. T., & Coutinho, C. (2020). Aplicativos educacionais como proposta para abordagem da temática ambiental. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*, 4(2), 189–201.

Rodrigues, M. A. (2025). *Direito ambiental* (12. ed.). Saraiva Educação.

Rosso, A., Benedet, G., & Guadagnin, M. R. (2011). Coleta seletiva solidária em condomínios: uma proposta de educação ambiental em espaços não formais. *Extensio*, 8(11), 74–88.

Secchin, F., Costa, N., Fonseca, H., Araújo, L., & Aguiar, D. (2023). Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos em condomínios residenciais: estudo de caso no município de Vila Velha-ES. *Revista Ifes Ciência*, 9(1).

Silva, C. H. C., Moura, L. C. F., Lima, L. H., Pereira, L. L., & Pinheiro, S. E. L. (2019). A sustentabilidade de condomínios residenciais em Fortaleza – CE. In *Anais do 2.º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade*. IBEAS.

Silva, M. M. (2019). *Aplicativo sobre água e saúde: uma proposta educativa para o ensino das ciências ambientais* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Souza, A. C. de, Sousa, F. C. A. de, & Felizardo, J. M. (2018). Logística reversa de pós-consumo por meio de coleta seletiva no Condomínio Marcos Menezes. *Revista de Administração da UNI7*, 2(2), 39–75.