

COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES

proposta de acondicionamento e gestão para edifícios
multifamiliares em Recife-PE

Coordenação e Organização

Profa. Dra. Rejane de Moraes Rego

Elaboração

Ducilene da Conceição Araujo

Eraldo Coelho Dias Júnior

Fábio Carvalho

Felipe Gabriel de Carvalho Góis

Mirelly Carla Alves Pequeno

Paula Regina Carneiro Leão Koike

Raphael Henrique dos Santos Batista

Rejane de Moraes Rego

Severina Ceci de Andrade Moura

Recife, julho 2025

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia – IFPE Campus Recife
Mestrado Profissional em Gestão Ambiental – MPGA

Coordenação e Organização

Profa Dra Rejane de Moraes Rego

Elaboração

Ducilene da Conceição Araujo

Eraldo Coelho Dias Júnior

Fábio Carvalho

Felipe Gabriel de Carvalho Góis

Mirelly Carla Alves Pequeno

Paula Regina Carneiro Leão Koike

Raphael Henrique dos Santos Batista

Rejane de Moraes Rego

Severina Ceci de Andrade Moura

Produto resultante de atividade desenvolvida na disciplina Design Circular para Cidades Inteligentes do
Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do IFPE

| | |
|-------|--|
| R343c | Coleta seletiva de resíduos domiciliares: proposta de acondicionamento e gestão para edifícios multifamiliares em Recife, PE / Rejane de Moraes Rego (Org.) – Recife, PE : IFPE, 2025. 39 f. ; color ; il. ; 30 cm. Livro Digital. Vários Autores. ISBN 978-65-01-56618-4 1. Gestão Ambiental. 2. Coleta Seletiva. 3. Resíduos Sólidos Urbanos. 4. Meio Ambiente. I. Rego, Rejane de Moares. (Org). II. Título. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. 363.728 CDD (22 Ed.) |
|-------|--|

Catlogação na fonte
Bibliotecária Amanda Tavares CRB4-1751

Índice para catálogo sistemático:

1. Resíduos sólidos – coleta, tratamento, reciclagem e gestão ambiental urbana 363.728

SUMÁRIO

| | | |
|---|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 | BASES CONCEITUAIS E CONTEXTO | 3 |
| | 2.1 Economia circular e cidades inteligentes | 3 |
| | 2.2 Gestão de resíduos sólidos e legislações | 8 |
| | 2.3 Sistema de coleta do município do Recife | 12 |
| 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 13 |
| 4 | PROPOSTA: AMPLIANDO A COLETA SELETIVA EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES DE RECIFE | 17 |
| | 4.1 Modelo de Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais | 18 |
| | 4.2 Gestão de coleta seletiva em condomínios residenciais: proposta do Agente Ambiental Local | 25 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 34 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |

1. INTRODUÇÃO

Com o processo de industrialização e a concentração da população nas cidades, os resíduos gerados pelo consumo e atividades humanas passaram a ser um problema e um desafio para a gestão urbana. A partir do século XX a coleta, o tratamento e o descarte de resíduos tornaram-se tema dominante nas discussões e políticas ambientais, destacando-se o debate sobre a emissão de dióxido de carbono (CO₂), degradação de diversos ecossistemas para extração de matéria prima, desmatamento acelerado.

A gestão de resíduos inicia-se pela maneira de coletá-los. No Brasil, em que pese as legislações vigentes, a coleta seletiva é uma atividade que ainda não faz parte da rotina da maioria dos sistemas municipais de limpeza pública, sendo, muitas vezes, implantada e operada por programas específicos. Desta forma, a maioria dos resíduos sólidos passíveis de reciclagem é destinada a lixões e aterros sanitários, bem como eletroeletrônicos e materiais tóxicos (baterias, medicamentos, tintas, lâmpadas), que, recolhidos em área urbana, são descartados juntamente com os resíduos orgânicos, quando deveriam ser encaminhados para Pontos de Entrega Voluntária (PEV) ou Coleta Especial do município.

O ano de 2022 foi marcado por mudanças normativas significativas no setor de gestão de resíduos sólidos no Brasil. O Decreto nº 10.936/2022 trouxe uma nova regulamentação para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), enquanto o Decreto nº 11.043/2022 instituiu o Planares, principal instrumento da Lei, estabelecendo diretrizes e metas para os próximos 20 anos. Ambos reforçam os princípios da PNRS, visando a transição de um sistema linear para uma gestão mais circular, destacando o aproveitamento dos resíduos como recurso, mudança essencial para proteger o meio ambiente, promover a saúde, impulsionar a economia e gerar emprego, além de contribuir para a agenda climática.

Em comparação com países de renda e desenvolvimento econômico semelhantes, como Chile, Argentina, África do Sul e Turquia, onde a média de reciclagem é de 16%, o índice brasileiro é notadamente baixo. Apenas 4% dos resíduos sólidos no Brasil são reciclados, conforme revelado por um levantamento da *International Solid Waste Association* (ISWA). Países desenvolvidos, como a Alemanha, lideram com 67% de reciclagem. (ABRELPE, 2022)

Em Recife, capital de Pernambuco, a Lei Municipal Ordinária nº 19.026/2022, que estabeleceu parâmetros e requisitos legais para a gestão de resíduos, representa uma

diretriz legal que as comunidades urbanas devem seguir, adicionando complexidade à implementação de soluções práticas em consonância com o paradigma circular. Esse paradigma, cuja denominação mais usual é “economia circular”, tem por princípios orientados pelo design: (1) eliminar resíduos, (2) circular produtos e materiais em seu valor mais alto, (3) regenerar a natureza. Ou seja, busca promover a sustentabilidade por meio da redução, reutilização e reciclagem de materiais, contribuindo para a minimização do impacto ambiental dos resíduos.

A mudança proposta para produção e consumo, de um modelo considerado linear (extrair – produzir – descartar) para um modelo circular que é orientado a limitar a extração de matérias primas pela redução do consumo, aumento do ciclo de vida dos produtos, e concepção dos resíduos como matéria prima, vai além da concepção de economia, envolvendo transformação comportamental de indivíduos e sociedade. Portanto, considera-se estar em curso uma mudança de paradigma de produção e consumo, ao qual esse texto denomina “paradigma circular”.

Frente aos desafios na implementação de sistemas eficazes de coleta seletiva para resíduos provenientes de residências multifamiliares, sobretudo em edificações com limitações de espaço para acondicionamento e a necessidade de conformidade com a Lei 19.026/2022 - Recife, questionaram-se quais estratégias poderiam ser adotadas atendendo às exigências legais no âmbito do paradigma circular e no desenvolvimento de cidades inteligentes.

Essa publicação apresenta o resultado de trabalho acadêmico desenvolvido pela disciplina “Design Circular para Cidades Inteligentes”, em 2023 e 2024, no Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Trata-se de proposta para ampliação e melhoria da coleta seletiva de resíduos sólidos secos (RSS) em condomínios residenciais multifamiliares, por meio de solução para aqueles com espaço reduzido para acondicionamento dos RSS e da criação da figura do Agente Ambiental Local.

A proposta contribui para o efetivo cumprimento da legislação municipal (Lei Nº 19.026/2022 e Decreto Nº 36.949/2023) e para conscientização sobre a sustentabilidade urbana.

2. BASES CONCEITUAIS E CONTEXTO

2.1 Economia circular e cidades inteligentes

A gestão urbana de resíduos sólidos é um dos principais problemas que exemplifica o processo linear de produção e consumo hegemônico desde a primeira revolução industrial. A economia linear é fundada no fluxo extração de recursos naturais => produção => distribuição => consumo => descarte, no qual o crescimento econômico é dependente do consumo de recursos finitos e gera contaminação tanto pela produção e quanto pelo descarte. O paradigma linear de produção e consumo é responsável por volumes gigantescos de resíduos inutilizados e potencialmente tóxicos.

A consciência da crise ecológica e da insustentabilidade do paradigma linear provocou estudos, análises e proposições (Economia de Performance, Biomimética, Ecologia Industrial, Design Regenerativo, Blue Economy, Cradle to Cradle, entre outros) que fundamentaram a abordagem denominada “circular”.

Para Valverde (2021), a Economia Circular é um dos sistemas alternativos econômicos que se propõe a alcançar sistemas mais sustentáveis, justos e adaptados aos contextos atuais. É o sistema alternativo com mais solidez teórica e aplicações práticas, e em muitas ocasiões é o “guarda-sol” que sustenta outros tipos e subtipos de economias ou alternativas, cujas diferenças residem nos enfoques sociais, políticos e filosóficos. (Valverde, 2021, p. 38 – tradução dos autores)

Os três princípios da economia circular, que devem ser orientados pelo design, definidos pela Fundação Ellen MacArthur (eliminar resíduos e poluição, circular produtos e materiais em seu valor mais alto e regenerar a natureza), se relacionam com as três premissas definidas pela abordagem *Cradle to Cradle* (Do Berço ao Berço) formulada por McDonough e Braugart (2002) para um design circular: resíduos como nutrientes, uso de fonte de energia solar ilimitada e celebração da diversidade.

Nesse contexto, a atividade projetual assume centralidade por ser o ponto de partida da criação de qualquer produto ou processo. A compreensão do Ciclo de Vida do Produto - CVP (da extração da matéria prima ao descarte) deve permear o design em todas as áreas

produtivas, considerando que na circularidade o resíduo deve ser entendido como matéria prima (nutriente) para a mesma cadeia produtiva ou para outra.

Os princípios do paradigma circular originaram quatro modelos interligados de design, identificado pelo projeto britânico *The Great Recovery Project*(2013), registrado no relatório *Investigating the Role of Design for the Circular Economy*.

1. DESIGN FOR LONGEVITY (projetar para longevidade): prolongar a vida útil do produto, por meio da qualidade dos materiais, tecnologia construtiva, possibilidades de manutenção e reparo;
2. DESIGN FOR SERVICE/LEASING (projetar para serviços e locação): produto como serviço por meio de novos modelos de negócio;
3. DESIGN FOR REUSE IN MANUFACTURE (projetar para reutilização na fabricação): projeto do produto com intenção de desmonte, conserto, revitalização, revenda, etc.
4. DESIGN FOR MATERIAL RECOVERY (projetar para recuperação de material): prever as possibilidades e formas de reciclagem de materiais quando esgotados os outros modelos.

Embora seja considerada uma prática positiva para a sustentabilidade, no contexto da abordagem do paradigma circular, a reciclagem deve ser a última opção a ser adotada, uma vez que se compreende que o resíduo é um erro de projeto.

Ocorre que na matriz linear dominante de produção e consumo o descarte é ação final do fluxo, cujos impactos ambientais e sociais negativos são evidentes. Portanto, a coleta seletiva configura-se como processo essencial para que os resíduos sejam destinados de forma correta, seja para a reciclagem ou para processos de recuperação.

A tomada de consciência efetiva da dimensão da crise ambiental, consequência da concepção linear de produção e consumo, se dá aliada ao avanço das tecnologias de informação e comunicação (TIC) que fundamentaram a terceira revolução industrial a partir dos anos 1990, consolidando o que Castells (1999) denomina de “paradigma tecnológico informacional” e que Santos (1996) refere como “meio técnico-científico informacional”.

É nessa conjuntura que começaram a prosperar as abordagens sobre cidades inteligentes (*smartcities*), movidas pelo entusiasmo sobre as possibilidades e potencialidades das TIC como instrumento para melhoria da sustentabilidade urbana, em aplicações de monitoramento e gestão.

Nas últimas três décadas verificam-se inúmeras definições para *smartcities*, nas quais alguns aspectos são comuns, porém há, geralmente, a ênfase em um ou dois aspectos, que se sobressaem. Pode-se perceber nesses registros a tentativa de identificar e caracterizar as qualidades de uma cidade inteligente e de como podem ser criadas, relacionando os principais e mais graves problemas do espaço urbano com a necessidade de ações inovadoras para resolvê-los. (Sharifi *et al*, 2021; Montes, 2020).

A ausência de uma definição unificadora e abrangente do que seja cidade inteligente levou à identificação de indicadores que permitissem avaliar o nível de “inteligência” da cidade. Existem muitos órgãos e plataformas com seus próprios indicadores, metodologias e critérios para avaliação e classificação das cidades sob a ótica de uma compreensão de “smartcity”. (Toh C.K, 2022).

Em 2019 a *International Standard* publicou a ISO/FDIS 37122 (*Sustainable Cities and Communities – Indicators for smartcities*) em complemento à ISO 37120 (2018), que trata de referências e indicadores para cidades sustentáveis.

A ISO 37122 estabelece indicadores com definições e metodologias para mensurar e considerar aspectos e práticas que contribuem para aumentar o ritmo com que as cidades melhoram seus resultados em sustentabilidade social, econômica e ambiental. (ISO 37122, 2019).

No Brasil, a iniciativa referencial para avaliação de indicadores de cidade inteligentes é a plataforma *Connected Smart Cities*, com proposta de envolver empresas, entidades e governos com missão de “encontrar o DNA de inovação e melhorias para cidades mais inteligentes e conectadas umas com as outras, sejam elas pequenas ou megacidades” (Urban Systems, 2023, p.3).

Em 2015 foi realizado pela primeira vez o *Ranking Connected SmartCities*, elaborado e aplicado pela Urban System e Necta. Trata-se de metodologia que, até 2024, utilizou 11

eixos temáticos e 74 indicadores que retratam “inteligência”, “conexão” e “sustentabilidade” e tem por objetivo mapear as cidades com maior potencial de desenvolvimento no Brasil.

O estudo considera o “Conceito de Conectividade” sendo a relação existente entre os diversos setores analisados. O conceito de *smartcities* adotado entende que o desenvolvimento só é atingido quando os agentes de desenvolvimento da cidade compreendem o poder de conectividade entre todos os setores. (Urban Systems, 2023, p.9)

Ressalta-se que “os resultados apresentam cidades que possuem destaques em cada um dos 10 eixos apresentados (excetuando energia), com enfoque em desenvolvimento municipal inteligente no eixo em questão”. E que “os resultados não devem ser lidos como as ‘melhores cidades em meio ambiente’ ou ‘as melhores cidades em saúde’ ou ‘as cidades melhores em mobilidade’, por exemplo, pois apesar dos resultados focarem nesses eixos, eles apontam uma visão baseada em indicadores de cidade inteligente, e para se tornar um estudo de Eixos específicos, no intuito de apontar ‘a melhor cidade em educação’, por exemplo, deveria apresentar outros indicadores relevantes ao tema, e que provavelmente não teriam ligação com o conceito Cidades Inteligentes apresentados no estudo. (Urban Systems, 2024, p.27)

Os eixos temáticos adotados para avaliação até 2024 foram:

- Economia
- Educação
- Empreendedorismo
- Energia
- Governança
- Meio Ambiente
- Mobilidade
- Saúde
- Segurança
- Tecnologia e Inovação

- Urbanismo

A avaliação prevista para 2025 passará a adotar 13 eixos, a seguir definidos, incluindo especificamente um direcionado a resíduos sólidos:

- Economia e Finanças
- Educação
- Inovação e Empreendedorismo
- Energia
- Governança
- Meio Ambiente e Mudanças Climáticas
- Mobilidade Urbana
- Saúde, Agricultura local/urbana e Segurança Alimentar
- Segurança
- Telecomunicações
- Habitação e Planejamento Urbano
- Resíduos Sólidos, Esgoto, Água
- População, Condições Sociais

Na edição de 2023 Recife ocupou a 3ª colocação no ranking entre as cidades nordestinas que mais se destacaram do ponto de vista de desenvolvimento inteligente e inovação urbana, e a 21ª colocação geral nacionalmente. A 1ª foi Salvador e a 2ª Fortaleza, no Nordeste. Em 2024, manteve a posição nacional geral e nordestina.

Recife tem destaque nas políticas voltadas para o empreendedorismo, tecnologia e inovação. A cidade é conhecida pelo Porto Digital, um dos maiores parques tecnológicos do Brasil, que impulsiona a economia local através do crescimento de empresas no setor. O

município também investiu no crescimento das empresas de economia criativa e na abertura de Microempresas Individuais - MEIs (Faria, 2024).

Ressalte-se que no indicador “meio ambiente”, Recife não aparece entre as 100 cidades registradas nos dois últimos rankings (2023 e 2024).

Uma cidade inteligente usa tecnologias de informação e comunicação para melhorar suas condições de habitabilidade, de trabalho e de sustentabilidade. Avançar na busca de inteligência para a cidade, exige o investimento na melhoria dos indicadores especificamente relacionados à sustentabilidade ambiental, que promoverá, consequentemente, a sustentabilidade urbana geral.

2.2 Gestão de resíduos sólidos e legislações

O descarte de resíduos sólidos constitui um importante desafio para a sociedade, em especial nos grandes centros urbanos, com impactos diretos nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, dimensões que compõem os pilares da sustentabilidade.

O Brasil é signatário da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, na qual foi pactuado o compromisso de implementar ações para reduzir os impactos ambientais e sociais. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n°12 (ODS-12) visa “Assegurar padrões de produção e consumo responsáveis” registrando no item 12.5 a meta: “Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso”.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (PRSB), publicado em 2024, referente a dados coletados em 2023, foram coletados 93,4% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados no país, configurando um aumento de 0,4% em relação a 2022. A região nordeste, assim como a norte, coletou cerca de 83%, estando abaixo das regiões sul, sudeste e centro-oeste com 97,2%, 98,8% e 95,2% respectivamente (ABREMA, 2024).

Em 2023 a geração média per capita de RSU no país foi de 1,047 kg / dia, um crescimento de menos de 1% em relação à pesquisa anterior. No Nordeste registrou-se a geração de 0,959 kg/hab/dia em 2023, um pequeno aumento em relação a 2022 que foi de 0,950 kg/hab/dia.

Ainda segundo o PRSB 2024, 8,3% dos RSU gerados em 2023 foram de material seco enviados à reciclagem. O documento ressalta que

Os resíduos enviados à reciclagem têm duas origens principais: a coleta via serviços públicos e a coleta informal. Cerca de 6,0% do total de RSU coletados via serviços públicos, ou 4,2 milhões de toneladas, foram encaminhados para centrais de triagem em 2023. Aproximadamente 52,2% desse material, ou 2,2 milhões de toneladas, foi recuperado, e o restante foi considerado rejeito e encaminhado para disposição final após a triagem. Já a coleta informal, feita por catadores autônomos, foi responsável por coletar cerca de 4,5 milhões de toneladas de RSU. Como catadores autônomos focam sua coleta somente em materiais que tenham valor para a cadeia de reciclagem, assume-se que 100% do material coletado por esses trabalhadores tenha sido recuperado. (ABREMA, 2024)

9

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, regula a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, e define as responsabilidades tanto dos geradores quanto do poder público, além dos instrumentos econômicos aplicáveis.

Entre os conceitos fundamentais da PNRS previstos, destacam-se aqui trechos do Art. 3º:

Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

V - Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

XVI - Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso

soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A PNRS articula-se com outras políticas públicas, como a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e a Política Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), promovendo uma abordagem integrada e intersetorial.

Dentre os instrumentos previstos pela PNRS, destacam-se a coleta seletiva e os sistemas de logística reversa, que são centrais para a implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Também é incentivada a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado, visando ao desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de gestão, reciclagem, tratamento e disposição adequada de rejeitos. A educação ambiental é igualmente destacada como um elemento essencial para o sucesso das políticas de resíduos sólidos.

A PNRS prevê ainda a possibilidade de o poder público instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para iniciativas prioritárias, como a estruturação de sistemas de coleta seletiva e logística reversa, reforçando a importância de ações coordenadas e sustentáveis na gestão de resíduos, como registrado no Capítulo V - Dos Instrumentos Econômicos, Seção IV - Dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos:

Art. 42. O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa.

A Lei Municipal 19.026/22, regulamentada pelo Decreto nº 36.949/2023, atribui à Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB) a responsabilidade de coordenar, planejar e executar os serviços relacionados aos resíduos sólidos e institui o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Recife.

Essa legislação define obrigações para grandes geradores, exigindo cadastro, apresentação de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), coleta seletiva e destino adequado dos resíduos gerados.

No Art. 4, Seção I (Das Definições), itens XI, XII e XIII estão definidos, respectivamente: “resíduos sólidos domiciliares (RSD)”, “resíduos sólidos domiciliares indiferenciados ou resíduos sólidos úmidos” e “resíduos sólidos recicláveis ou resíduos sólidos secos”. O item XX define “coleta seletiva ou coleta diferenciada”.

O Art. 59 estabelece a obrigatoriedade de adesão ao sistema de coleta seletiva regular do sistema de limpeza urbana, registrando no item II “condomínios residenciais ou unidades multifamiliares”. E no § 2º tem-se que:

Disponibilizar resíduos sólidos recicláveis juntamente com os resíduos sólidos domiciliares indiferenciados ao operador do sistema de limpeza urbana em uma proporção gravimétrica superior a 20% de resíduos recicláveis nos resíduos domiciliares indiferenciados e/ou não realizar a coleta seletiva nos locais e estabelecimentos listados neste artigo, constitui-se infração grave, a depender da quantidade de resíduo encontrada, nas quantidades especificadas no Anexo III, punível conforme Art. 141 desta Lei, sendo as sanções aplicadas (RECIFE, 2022, p.25)

O Decreto nº 36.949/2023 detalha aspectos operacionais e administrativos para implementação da Lei, como:

- Estabelecimento de procedimentos específicos para coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos;
- Regulamentação das infrações relacionadas à gestão inadequada dos resíduos e as penalidades correspondentes;
- Criação de mecanismos de fiscalização e controle;
- Detalhamento de responsabilidades dos diferentes atores envolvidos na gestão de resíduos, incluindo órgãos públicos, empresas e cidadãos.

Enfatiza-se novamente que no contexto do paradigma circular a coleta seletiva desempenha papel crucial uma vez que enfatiza a necessidade de prolongar o ciclo de vida dos produtos

e materiais, colocando o design e a gestão eficiente dos resíduos como pontos de partida para a circularidade e a sustentabilidade, por:

- Permitir que os resíduos sejam separados na fonte, facilitando a triagem e o tratamento adequado de materiais recicláveis. Isso aumenta a eficiência dos processos de reciclagem e reduz a quantidade de resíduos que vai para aterros sanitários;
- Assegurar que materiais valiosos, como papel, vidro, plástico e metais, sejam recuperados e reintroduzidos no ciclo produtivo. Esses materiais podem ser transformados em novos produtos, reduzindo a necessidade de extrair recursos virgens;
- Possibilitar criação de programas de coleta seletiva que incluam iniciativas educativas que sensibilizam a população sobre a importância da reciclagem e do consumo consciente. Isso fomenta uma cultura de responsabilidade e engajamento com o conceito de economia circular;
- Garantir, com a coleta seletiva, que os materiais sejam reciclados e reaproveitados, reduzindo a quantidade de resíduos enviados para aterros e a poluição associada ao descarte inadequado. Isso contribui para a preservação dos recursos naturais e a redução das emissões de gases de efeito estufa.

2.3 Sistema de coleta do município do Recife

Em 2013 a prefeitura do Recife lançou o Projeto EcoRecife com objetivo de incentivar a coleta seletiva e correta destinação de resíduos. O projeto, que se antecipou ao Plano de Gerenciamento Municipal de Resíduos Sólidos em finalização na ocasião, estruturou-se em ações de educação ambiental aliada à criação de equipamentos para viabilizar a coleta seletiva.

Entre os equipamentos planejados e implantados gradativamente estão: ecoestações, ecopontos, ecofrota de caminhões, ecobike e ecobarco.

Em outubro de 2022 foi criado o programa Recife Limpa, com objetivo de ampliar a coleta de lixo e incentivar o descarte correto, aumentando o número de lixeiras, de pontos de

entrega voluntária (PEV), ampliação da frota de caminhões, como também ações de capinação, varrição, limpeza de canteletas.

Quando da elaboração desse texto, a cidade contava com 10 ecoestações que são locais para recebimento de resíduos sólidos maiores (como móveis), metralha e outros materiais em até 1m³/dia. Não recebe resíduos hospitalares, industriais, nem equipamentos eletroeletrônicos. Os PEVs estão em mais de 60 pontos estratégicos na cidade para descarte de papel, papelão, metal, vidro, plástico, embalagens em geral e resíduos eletrônicos com dimensões de até 20 a 30cm ou volume inferior a 5 litros. (Recife, 2022)

A ecofrota constitui-se de caminhões específicos para a coleta seletiva uma vez por semana, abrangendo bairros da cidade (ainda de forma limitada) e é responsável pela entrega dos resíduos recicláveis às cooperativas de catadores.

Os ecobarco e as ecobikes são equipamentos destinados a recolher lixo flutuante no rio Capibaribe e descartados em depósitos das ciclo faixas, respectivamente.

No contexto urbano contemporâneo, a gestão eficiente das informações é fundamental para a administração eficaz de serviços públicos e iniciativas comunitárias. Sistemas estruturantes e informatizados oferecem soluções avançadas para a coleta, processamento e análise de dados, melhorando a administração e a interação com a comunidade.

Entre as possibilidades e benefícios desses sistemas estão:

- Centralização de dados com integração de informações e acesso em tempo real;
- Automação de processos com registro e monitoramento automatizados e gestão de recompensas;
- Engajamento e comunicação com interatividade, educação e conscientização.

Criado pela Empresa Municipal de Informática de Recife (EMPREL) o município possui uma plataforma digital (aplicativo para dispositivo móvel e site) denominada Conecta Recife. Lançado inicialmente (2014) para disponibilizar conexão wifi gratuita, passou a constituir-se em um polo (hub) digital composto por um conjunto de softwares, que integram as bases de dados, sistemas e ferramentas inteligentes, objetivando facilitar o cotidiano dos usuários da cidade, seja cidadão recifense ou visitante.

A plataforma disponibiliza serviços municipais, programas e consultas que foram sendo ampliados especialmente a partir de 2021 com a pandemia do corona vírus, ocasião em que desempenhou importante função na divulgação de cuidados e, principalmente, quando do processo de vacinação, fruto do investimento e priorização dados pela administração que iniciou mandato naquele ano.

O Conecta Recife (app e site) possui estruturação que possibilita a incorporação de módulos de acordo com a criação de novos programas municipais ou demandas específicas. Conta, por exemplo, com o módulo “GO Recife” (direcionado à geração de oportunidades de emprego e qualificação), o “Cred POP” (para solicitação de crédito) e o “Atualiza CadÚnico” (regularização do cadastro único para acesso a programas sociais), entre outros.

As opções de acesso aos serviços urbanos têm sido ampliadas, embora algumas sejam mais informativas que interativas. Relacionado a Serviços Urbanos, há possibilidade de saber tipos de coleta de resíduos, dias e horários de coleta pela frota institucional, localização de ecoestações, ecopontos e categoria de resíduo que recebe.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposta aqui apresentada foi desenvolvida na disciplina “Design Circular para Cidades Inteligentes” do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Pernambuco. Adotando a metodologia *Problem-based Learning* (Aprendizagem baseada em Problema) visando trabalhar o desenvolvimento de solução para a baixa adesão à coleta seletiva em condomínios residenciais multifamiliares na cidade do Recife.

Em enquete realizada com moradores de 103 condomínios residenciais multifamiliares em 2024 sobre a adoção de coleta seletiva identificou-se que 42 (40%) não realizavam esse tipo de coleta. As principais razões alegadas para tal foram: falta de interesse, falta de conhecimento, espaço restrito para acondicionar os resíduos, desinteresse do síndico.

O universo que respondeu à enquete foi amostral e apresentou identificação predominante, seja dos ocupantes ou do tipo de condomínio, com as classes A e B, havendo alguma representação da classe C. A não representação da classe D, que quando residente em condomínio multifamiliar é majoritariamente em Habitações de Interesse Social, permite projetar que a parcela de edificações residenciais multifamiliares que não realizam coleta seletiva é significativamente maior. Seja pelo desconhecimento ou pela restrição de espaço para armazenamento dos resíduos sólidos secos.

Nesse contexto, formulou-se a seguinte questão:

Diante das dificuldades de implantação de sistemas efetivos de coleta seletiva para resíduos gerados por residências multifamiliares, por restrições de espaço, falta de conhecimento e acomodação, e sendo necessário o cumprimento da Lei Municipal Ordinária nº 19026/2022, qual(is) solução(ões) podemos construir, de modo a responder às exigências legais nos contextos do paradigma circular e da construção de cidades inteligentes?

Para tanto, o processo constou de 7 etapas, definidas com base em Ribeiro (2018):

1. Apresentação, discussão e leitura dos temas: Economia Circular: definições, processos, instrumentos; abordagem *Cradle to Cradle*, Design para circularidade; Cidades Inteligentes: características, tecnologias envolvidas.

2. Apresentação e discussão da situação-problema e *brainstorming* para geração de ideias com conhecimentos prévios sobre o assunto.
3. Elaboração de perguntas (pontos ou questões de aprendizagem) sobre aspectos do problema ainda não dominados/conhecidos, anotando-se as questões.
4. Classificação das questões de aprendizagem por ordem de importância, decidindo-se quais questões seriam investigadas pelo grupo e quais seriam por indivíduos. Eleição de um coordenador para o grupo e discussão sobre quais recursos necessários para investigação das questões de aprendizagem e onde poderiam ser encontrados.
5. Exploração das questões prévias com integração dos novos conhecimentos adquiridos ao contexto do problema. Realização de síntese dos novos conhecimentos e conexões com os anteriores. Definição de novas questões, para progredir na proposta de solução do problema. Repetição desse ciclo, dentro do cronograma estabelecido, até que a melhor solução ou a solução possível fosse formulada.
6. Finalização da proposta de solução do problema, com geração de relatório.
7. Autoavaliação e avaliação dos pares

A questão formulada foi trabalhada por dois grupos de mestrandos que cursaram a disciplina em 2023 e 2024, aos quais construíram a proposta apresentada a seguir, fundamentada em duas metas: (1) solucionar o problema de restrição de espaço para acondicionamento dos resíduos sólidos secos até seu recolhimento e (2) criar mecanismo para promover conhecimento, engajamento e motivação para a implantação da coleta seletiva.

4. PROPOSTA: AMPLIANDO A COLETA SELETIVA EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES DE RECIFE

Diante dos desafios na implementação de ações e sistemas efetivos de coleta seletiva para resíduos provenientes de residências multifamiliares, elencaram-se estratégias para atender às exigências legais com alinhamento ao paradigmas circular e à construção de cidades inteligentes:

- Implementar campanhas educativas para conscientizar os residentes sobre a importância da coleta seletiva e práticas sustentáveis;
- Oferecer programas de treinamento para a correta separação de resíduos;
- Investir em sistemas de monitoramento inteligente para otimizar a coleta seletiva, utilizando sensores e tecnologias digitais para aprimorar a eficiência das operações;
- Adotar modelos descentralizados de coleta seletiva, utilizando pontos de coleta estrategicamente distribuídos em áreas residenciais, facilitando o descarte adequado pelos moradores;
- Desenvolver infraestrutura adaptativa para edificações antigas, considerando soluções compactas e eficientes que maximizem o espaço disponível;
- Estabelecer parcerias público-privadas para implementar e gerir sistemas de coleta seletiva, compartilhando recursos e conhecimentos para superar limitações financeiras e técnicas;
- Criar incentivos fiscais para construções e empreendimentos que adotem práticas sustentáveis, incluindo sistemas eficazes de coleta seletiva;
- Promover práticas de economia circular, incentivando a reutilização de materiais e produtos, reduzindo a geração de resíduos desde a fonte;
- Estabelecer mecanismos de avaliação contínua para monitorar o desempenho do sistema de coleta seletiva, identificando oportunidades de melhoria e ajustando estratégias conforme necessário.
- Promover a formação do Agente Ambiental Local para atuar em condomínios residenciais colaborando para a gestão e manutenção eficaz e eficiente da coleta seletiva.

Compreende-se que a questão colocada exige apreciação abrangente que agrega todas as estratégias anteriormente elencadas. Porém, na conjuntura de uma atividade disciplinar,

com cronograma limitado, selecionaram-se estratégias que pudessem ser aprofundadas e resultassem em proposta com escopo claramente estabelecido.

Primeiro partiu-se para desenvolver solução à restrição de espaço para acondicionamento do RSS, justificativa alegada para não realizar coleta seletiva, especialmente em condomínios de edifícios antigos, quando a legislação municipal não exigia locais específicos para colocação nem do culturalmente chamado “lixo”. Nesse universo os resíduos são recolhidos por zeladores, postos em algum espaço provisório até serem colocados na calçada para recolhimento do caminhão da coleta.

Como a coleta seletiva ainda é limitada, com o recolhimento pela ecofrota sendo realizado uma vez por semana, o RSS separado precisa ficar na residência ou em local específico do condomínio. Muitas residências não possuem local para armazenar até o dia da coleta, precisando ter área no condomínio para tal, o que não há em número significativo de edifícios.

Trabalhou-se, portanto, para elaborar uma infraestrutura adaptativa para edificações com restrição de espaço, considerando soluções compactas e eficientes que maximizassem a área disponível a fim de permitir a implantação da coleta seletiva. O resultado foi a proposta de um modelo de depósito para RSS a serem adotados nesses condomínios.

Considerando-se que a falta de conhecimento e motivação para realização da coleta seletiva foram justificativas predominantes na enquete, outra frente de pesquisa e trabalho debruçou-se na criação de instrumentos para solucionar esse problema. O fruto dessa atividade foi a proposição do Agente Ambiental Local para a função de educação, incentivo e gestão da coleta seletiva.

4.1 Modelo de Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais

A proposta de solução partiu da ideia preliminar de um depósito com recurso para medição de volume de resíduo e alerta para necessidade de recolhimento. Para desenvolvê-la a primeira exigência foi estimar o volume de resíduos gerados por condomínios residenciais multifamiliares. Para tal adotaram-se dados publicados em 2022 e 2024 pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), pela Associação

Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) e informações de 3 (três) condomínios como referência e os seguintes dados relativos à geração de resíduos:

- Produção de Resíduos Totais do Brasileiro por dia.

$$RT = 1,045 \text{ Kg}$$

Geração per Capita Nordeste em 2022

$$GLN = 0,957 \text{ kg/hab/dia}$$

- Taxa Geração de Resíduos Sólidos Secos por dia

$$TGLS = 33,6\%$$

- Densidade Aparente Média dos Resíduos Sólidos Doméstico em 1000 litros. (SILVA & SANTOS, 2010)

$$ML = 231 \text{ kg}$$

Com esses dados formularam-se duas equações:

Equação 1: Geração de Resíduos Sólidos Secos por dia (GLSN):

$$GLSN = (GLN \times TGLS)$$

$$\mathbf{GLSN = 0,321 \text{ kg/hab/dia}}$$

Equação 2: Volume do Lixo Seco (VLS)

$$VLS = (GLSN \times 1000)/ML$$

$$\mathbf{VLS = 1,39 \text{ litro/hab/dia}}$$

Para os edifícios tomados como referência, buscaram-se dados para estimar o número total de indivíduos de modo a calcular o volume de geração de resíduos sólidos secos. Para tanto, colheram-se os dados:

Nº de pavimentos (NP)

Nº de apartamentos por pavimento (NPAV)

Nº de dormitório social (NDSOC)

Nº de dormitório serviço (NDSEV)

Estipularam-se 2 (dois) indivíduos por dormitório social e 1 (um) por dormitório de serviço, mesmo sabendo-se que atualmente é muito reduzida a quantidade de empregados domésticos que dormem no local de trabalho.

Uma vez estimado o número de indivíduos por edifício, o cálculo de geração de resíduos sólidos secos total para cada condomínio adotou o valor de 0,321 kg/hab/dia obtido pela equação 1, conforme Tabela 01.

Tabela 01 – Dados dos edifícios referenciais para cálculo de geração de resíduos sólidos secos por indivíduo

| DESCRIÇÃO DADOS POR EDIFÍCIO | | | | | | | | |
|------------------------------|----|------|------------|-------|-------------|-------------|------------------|-----------------------------|
| EEDIFÍCIO | NP | NPAV | TOTAL NPAV | NDSOC | TOTAL NDSOC | TOTAL NDSEV | TOTAL INDIVÍDUOS | TOTAL DE RSS GERADO POR DIA |
| EDF 01 | 17 | 4 | 68 | 204 | 204 | 68 | 476 | 152,79 |
| EDF 02 | 12 | 4 | 48 | 3 | 144 | 48 | 336 | 107,85 |
| EDF 03 | 28 | 2 | 56 | 4 | 224 | 56 | 504 | 161,78 |

Fonte: Os autores (2023)

O valor médio calculado para geração de RSS diário, tomando-se o resultado de geração de resíduos sólidos secos dos três edifícios foi de 140,8 kg/dia. Para uma coleta semanal, a quantidade total de resíduos seria de 985,3 kg/semana.

Para cálculo do volume do resíduo seco com base na densidade de resíduo, optou-se pelo valor 231 kg em 1000 litros (ML), segundo estudo de Silva e Santos (2010) realizado em Fortaleza, cidade com semelhança socioeconômica com Recife. Como resultando obteve-se o valor de 4.265,44 litros para a coleta semanal.

Com esses dados partiu-se para a elaboração do Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais como solução para a situação-problema.

A proposta do Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais (DRSSR) buscou modularidade, flexibilidade de localização, emprego de material reciclado, fácil manutenção alinhando-se aos princípios do design para a circularidade.

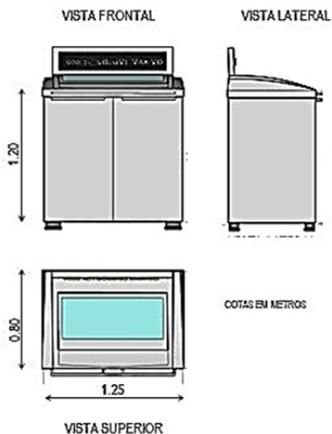
Criou-se um módulo de 1.000 litros como modelo padrão do DRSSR (Figura 01), com dimensões de 1,25m de largura, 0,80m de profundidade, 1,20m de altura (Figura 02), que poderá ser instalado individualmente ou com o número necessário de unidades de acordo com a geração de resíduo do condomínio.

Figura 01— Imagem 3D do módulo DRSSR de 1.000 litros.



Fonte: Os autores (2023)

Figura 02 — Ilustração de vistas do Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais (DRSSR)

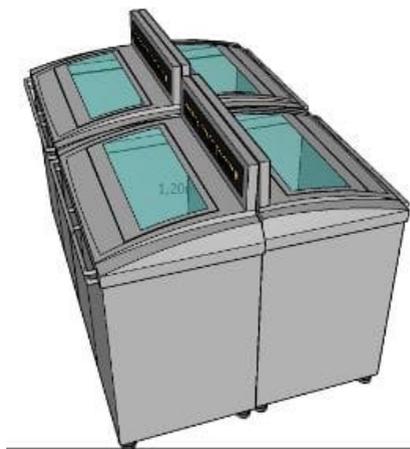


Fonte: Os autores (2023)

Tomando-se o número de unidades residenciais e tipologia do edifício será calculado o volume de RSS gerado e o número de DRSSR necessário ao condomínio. Com visita ao local será determinada a melhor localização do(s) módulo(s) e disposição deles para casos de mais de um. Dependendo das áreas disponíveis no condomínio, o(s) DRSSR poderá(ão) ficar concentrado(s) em uma área ou única ou localizado em vários ambientes. Cada módulo possui duas rodas na parte posterior da base para seu deslocamento quando necessário.

O layout de distribuição dos módulos poderá ser linear (encostado na parede), agrupados em 2 ou 4 unidades (Figura 03) soltos em espaço livre, formando ilhas ou até em pontos isolados. Será necessário o condomínio disponibilizar ponto elétrico, wifi e também fornecer câmaras para ter acesso a imagens do local por aplicativo para segurança e proteção do equipamento.

Figura 04 — Ilustração de composição com 4 unidades do Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais (DRSSR)



Fonte: Os autores (2023)

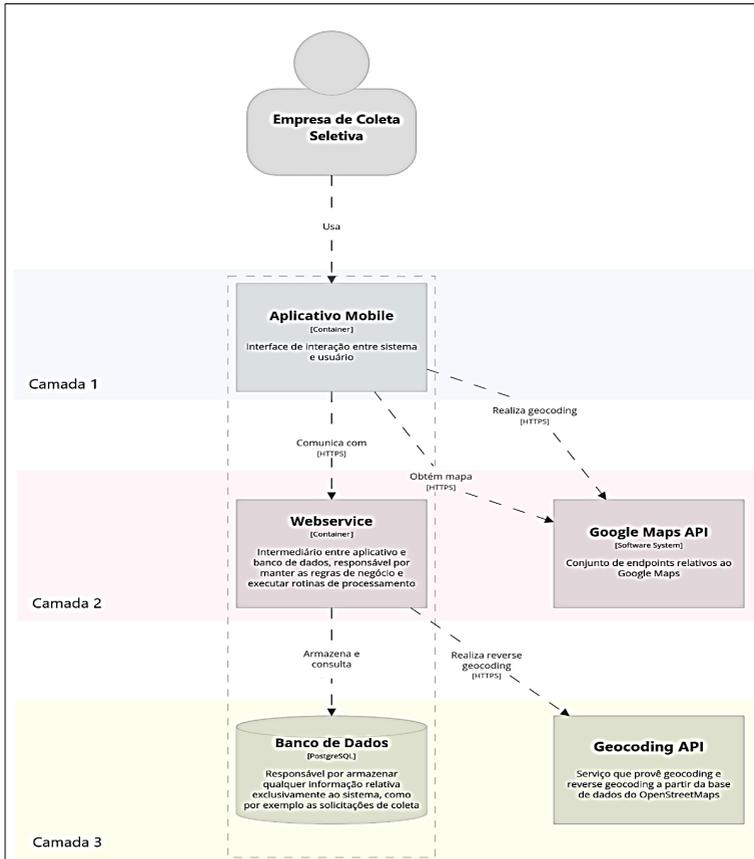
O DRSSR deverá ser fabricado com polietileno de baixa densidade (PEBD) resultante da reciclagem de aparas de bisnagas de creme dental, cuja composição é 75% de plástico e 25% de alumínio. Esse é um material leve e de fácil conservação e limpeza, com as vantagens de: impermeabilidade, resistência a agentes químicos, alta resistência físico-mecânica, baixa absorção de calor, grande durabilidade, antimoho, antifungo, não propagam chamas, não é tóxico, e não contém papel ou papelão. (ECOHOPE, 2023).

Na parte superior do módulo haverá uma tampa com alavanca para abertura vertical e um visor em acrílico permitindo observação do volume interno. Na frente terá duas portas de acesso ao compartimento para retirada dos resíduos e com fechadura para acesso privado da administração do condomínio. No interior do compartimento haverá um ralo com vedação para escoamento da água utilizada na lavagem.

É também na parte superior que estará localizado o mostrador eletrônico do equipamento informando sobre o volume e peso dos resíduos. As informações estarão concomitantemente registradas no aplicativo associado ao módulo que permitirá ao usuário saber o nível de ocupação. Uma vez atingido o limite de capacidade haverá travamento do acesso para que o responsável procure outro módulo ou providencie a coleta dos resíduos. Essa medição será realizada por sensores, conexão wireless e recursos de Internet das Coisas (IoT).

O aplicativo digital associado ao módulo do depósito com a função de receber os dados das medições de volume e conectar as partes envolvidas no gerenciamento do RSS (condomínio, empresa de coleta) adotará recursos de programação computacional largamente dominados como: *webservice Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)*, *Representational State Transfer (REST)*, *Application Programming Interface (API)*, *Postgre SQL* (para o banco de dados), *Geocoding* e *Reverse Geocoding*. A figura 4 mostra a arquitetura de funcionamento do app, com as camadas e módulos necessários.

Figura 04 –Arquitetura de funcionamento da aplicação



- **Utilização do Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais em condomínios**

Para emprego de Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais em condomínios multifamiliares propõe-se como modelo de negócio a forma “produto como serviço” (*Product as a Service – PaaS*), onde o condomínio contratará o serviço e a empresa que fornecerá um ou mais depósitos, de acordo com o volume de resíduos gerado.

No modelo PaaS os produtos se transformam em serviços e os consumidores se tornam usuários. O design para serviço já vem sendo implantado com êxito em vários segmentos, motivando os fabricantes a permanecerem encarregados por manutenção e reparo do produto, assim como o direcionamento final quando este deixa de servir a seus usuários.

Na proposta do DRSSR existirão duas formas de contrato para realização do serviço:

1. O condomínio **tem espaço suficiente** para locar os módulos necessários e a coleta dos resíduos sólidos secos será realizada pela frota institucional, em coleta semanal.
2. O condomínio **não tem espaço** para os módulos necessários e a coleta precisará ser realizada sempre que o volume do(s) depósito(s) atinja o limite. Nesse caso a empresa fornecedora do depósito será acionada para a coleta extra com pagamento de taxa.

No primeiro tipo de serviço, o condomínio contrata somente os módulos já que utilizará a coleta semanal da prefeitura. A empresa fornecedora do DRSSR ficará responsável pela manutenção do módulo e do aplicativo.

Na segunda forma de contrato de serviço, quando o DRSSR atingir o volume máximo antes da passagem da ecofrota institucional e for preciso realizar coleta, o condomínio ficará responsável pela solicitação de recolhimento por demanda extra à empresa por meio do aplicativo, com uma taxa adicional por este serviço. A empresa fornecedora dos módulos poderá ser também a que faz a coleta ou utilizará de serviço de terceiros devidamente cadastrados e qualificados na prefeitura para recolhimento e destinação correta do RSS.

Como a prefeitura do Recife possui cadastro e incentiva cooperativas de coleta seletiva, orienta-se fortemente a inclusão desses profissionais para absorverem a demanda de coleta extra do sistema aqui proposto.

4.2 Gestão de coleta seletiva em condomínios residenciais: proposta do Agente Ambiental Local

Como caminho para promover o conhecimento e motivação à adoção da coleta seletiva em condomínios residenciais multifamiliares em Recife desenvolveu-se a proposta de criação da

figura do "Agente Ambiental Local", similar aos agentes da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) em outros estabelecimentos.

Para tanto, prevê-se um programa municipal para capacitação de funcionário do condomínio que trabalhe com a zeladoria e a instituição de gratificação compatível com a responsabilidade da função a ser desempenhada. Após capacitação o Agente receberá certificação e poderá utilizar um colete destacando a sua função diferenciada.

O Agente Ambiental Local (AAL) terá como atribuições:

- Contato direto com os moradores, com vistas a estimular continuamente a separação dos resíduos para a coleta seletiva;
- Monitorar o processo de coleta seletiva do condomínio para manter seu cumprimento, eficiência e eficácia;
- Ser o elo de integração com o poder público, informando e respondendo às demandas desses entes.

Em uma perspectiva coletiva, esse Agente seria um multiplicador dos cuidados ambientais, realizando melhorias e ajudando na efetivação da Lei nº 19.026/2022. Por um lado mais individual, o Agente teria um diferencial no mercado de trabalho, podendo ser mais facilmente empregado e sentindo-se mais valorizado.

Como incentivo diretamente voltado aos condomínios, propõe-se a criação de um programa de competição que incentive a separação adequada dos resíduos e a coleta seletiva, promovendo a sustentabilidade e a conscientização ambiental, com o uso da criptomoeda Capiba e premiações anuais.

- **Atores envolvidos na proposta**

O Decreto nº 36.949/2023 cita o Sistema de Gerenciamento e Rastreabilidade dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade do Recife (SIGRSU-Recife). Apesar de ainda não implementado, o referido Sistema prevê:

Art. 5º Os sujeitos listados neste artigo ficam obrigados a realizar o cadastramento e submissão de documentações e registros via SIGRSU-Recife:

I - Geradores de resíduos sólidos domiciliares indiferenciados apontados no Anexo I da Lei Municipal no 19.026 /2022 e grandes geradores deste tipo de resíduos;

IV - Operadores, prestadores de serviço e empresas atuantes na coleta, transporte, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos;

VI - Operadores de centrais de triagem, cooperativas e associações de catadores / agentes de materiais recicláveis;

VII - Operadores, prestadores de serviço e empresas atuantes no gerenciamento dos resíduos de logística reversa obrigatória.

Por mais que os condomínios residenciais não façam parte explicitamente dos sujeitos listados no Art. 5º, a proposta ora apresentada também perpassa por utilizar o próprio SIGRSU para o cadastro dos Agentes Ambientais na condição de representantes dos condomínios na perspectiva da coleta seletiva. Segue relação dos atores envolvidos, com papel fundamental no projeto:

- **EMLURB:** entidade gestora do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos do município do Recife, a ela cabendo coordenar, planejar, articular com outras secretarias, supervisionar, fiscalizar, executar, controlar a execução, direta ou indiretamente, de todos os serviços relacionados na Lei Municipal nº 19.026/2022.
- **Condomínios residenciais ou multifamiliares** (com mais de 10 unidades habitacionais): unidades conhecidamente grandes geradoras de resíduos sólidos. Atualmente, a quantidade de condomínios que atendem às normas legais estabelecidas é reduzida. Os moradores desses condomínios, por sua vez, não praticam as devidas separações dos resíduos, seja por não terem o devido entendimento ou cobrança, seja por compreenderem que o problema é exclusivamente da administração do condomínio, buscando isenção de tal responsabilidade.

- **Agente Ambiental Local:** funcionário responsável direta e diariamente pelo recolhimento dos resíduos das unidades habitacionais e por sua destinação, geralmente definido como zelador, mas que às vezes acumula a função de porteiro. Será o indicado pelo condomínio para receber capacitação e instrução para essa nova atribuição, servido de elo entre o condomínio e o poder público.

- **Administração do condomínio:** o síndico é a pessoa responsável por indicar, com base nas características e habilidades, o funcionário para receber a capacitação, além de formalmente ser o responsável por fazer cumprir o plano de ação estabelecido entre as partes.

- **Conselho de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos:** ente responsável por definir o organograma e as funções das pessoas e autarquias envolvidas. É essencial que esse conselho seja multidisciplinar, com representantes das autarquias, da sociedade civil, do parlamento, dos órgãos de Educação e Saúde, e da Segurança Pública, dando o suporte necessário para que o processo seja eficaz. Ressalte-se que de acordo com o Art. 148 da Lei nº 19.026/2022, é de responsabilidade da prefeitura instituir o Conselho de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, porém não se encontrou a regulamentação específica e não foi possível verificar se o Conselho foi efetivamente instituído até a finalização deste trabalho.

- **Estratégias sugeridas para implementação**

Etapa 01: De preparação para promoção da figura do "Agente Ambiental Local"

- Realizar levantamento quantitativo dos condomínios residenciais com mais de 10 unidades habitacionais na cidade do Recife. Com base nesses números, realizar um zoneamento e organizar sob o ponto de vista operacional;
- Estabelecer uma área/zona para iniciar as primeiras intervenções. Para isso, será importante definir os critérios de priorização, processo que deve envolver os diversos entes do Conselho, considerando suas particularidades e opiniões;

- Dentro do Conselho, com protagonismo da representação da Secretaria de Educação, definir grupo para elaborar plano pedagógico de capacitação para os Agentes Ambientais Locais. Definir ainda local para o curso (estabelecer parcerias), carga horária, temas abordados, multiplicadores, certificação, entre outros;
- Definir no Conselho, com protagonismo da Secretaria de Finanças, uma forma de garantir um auxílio/bolsa para os participantes, de modo a garantir a valorização, autoestima e dignidade da função socioambiental dos Agentes.

Etapa 02: De execução do projeto "Agente Ambiental Local"

- De acordo com o Art. 138 da Lei nº 19.026/2022, realizar a primeira autuação junto ao condomínio. Nesse momento, realizar a notificação prévia, informar sobre o plano de formação de Agente Ambiental Local, conceder prazo para o condomínio indicar, dentro do quadro de funcionários, aquele que mais se adequa à proposta. Informar à administração do condomínio que, durante o período de capacitação, o funcionário irá se ausentar de suas atividades, sem que haja qualquer tipo de dano ou desconto salarial. O custo de transporte deverá ser do condomínio;
- Após determinado prazo, operacionalmente viável, programar as turmas de capacitação, com local, cronograma e carga horária definidos;
- Após a conclusão da capacitação, um técnico da EMLURB deverá retornar ao condomínio e, na presença do Agente Ambiental Local e do síndico, elaborar e assinar o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), previsto inclusive no Art. 8º da PNRS, com as ações e prazos para sanar as principais exigências do auto de infração;
- Realizar uma nova vistoria, pré-agendada com o Agente e o síndico, para verificar as melhorias e, sendo o caso, invalidar o auto de infração. Caso não tenham sido feitos os ajustes, proceder com a multa;
- Planejar, junto à Secretaria de Educação, novos módulos de capacitação para os agentes. Se realizado anualmente, poderão ser avaliados os resultados dos

condomínios e premiados os Agentes com melhores performances, de modo a contribuir com a valorização do seu trabalho;

- Todas essas etapas deverão ter o suporte técnico e operacional através do aplicativo Conecta Recife, inclusive o plano de trabalho previsto no TAC. Também será importante que, através do Conecta Recife, todos os condôminos tomassem ciência do plano de trabalho, das ações que precisam ser realizadas e das atribuições do novo Agente Ambiental Local.

Etapas 03: De preparação para criação do programa de competição entre condomínios

- Desenvolver um Sistema de Pontuação e Avaliação por meio do Conecta Recife, com critérios claros para a pontuação dos condomínios, como quantidade e qualidade da separação de resíduos, frequência de coleta e participação em campanhas educativas. Os pontos serão convertidos em criptomoeda Capiba, por meio das avaliações fornecidas pelo agente fiscalizador da EMLURB. A avaliação poderá contar com a participação da população por meio da votação no site da prefeitura ou pelo Conecta Recife, com base, por exemplo, em um vídeo elaborado pelo condomínio. Os 10 melhores condomínios do ano, além de converter suas criptomoedas Capiba em prêmios que beneficiarão o condomínio, poderão ser apresentados em pequenos comerciais promovidos pela prefeitura como forma de incentivar a adesão ao programa;
- Estabelecer parcerias com estabelecimentos e empresas para oferecer recompensas e descontos aos participantes e ganhadores, priorizando as recompensas que incentivem práticas sustentáveis, como produtos ecológicos ou doações para causas ambientais;
- A gestão desse programa ficará a cargo da EMLURB, além de coordenar a coleta de resíduos e garantir que a infraestrutura de coleta seletiva esteja bem estabelecida, definindo como os resíduos serão coletados e processados, e garantindo que todos os condomínios tenham acesso a informações sobre horários e procedimentos de coleta;

- Desenvolver uma campanha de lançamento para anunciar o programa aos condomínios e criar expectativa. Incluindo canais como redes sociais, *newsletters* e eventos locais. Além de criação de material promocional, como pôsteres e folhetos, para distribuir nos condomínios e reforçar a mensagem do programa.

Etapa 04: De execução e manutenção do programa de competição entre condomínios

A execução bem-sucedida do programa requererá uma coordenação cuidadosa, monitoramento contínuo e engajamento ativo de todos os envolvidos. Deve-se garantir que todas as etapas sejam seguidas e ajustadas conforme necessário, o que ajudará a alcançar os objetivos do programa, promover a separação de resíduos e recompensar os esforços dos condomínios de forma eficaz.

- Organizar um evento de lançamento para apresentar o programa aos condomínios participantes, destacar seus objetivos e explicar as regras e benefícios, além de enviar notificações através do aplicativo Conecta Recife, e-mails e materiais impressos para todos os condomínios, confirmando a participação e fornecendo detalhes sobre a execução;
- Realizar a avaliação dos condomínios participantes por meio das fiscalizações realizadas pelo agente fiscalizador da EMLURB;
- Realizar campanhas contínuas para manter a conscientização sobre a importância da separação de resíduos e incentivar a participação ativa, utilizando o aplicativo do Conecta Recife para divulgar informações e atualizações. Além de organizar eventos, *workshops* e sessões de treinamento adicionais para educar os moradores e administradores sobre melhores práticas e soluções para problemas comuns;
- Por fim, organizar uma cerimônia anual para reconhecer e premiar os condomínios com melhor desempenho, divulgando os resultados e celebrando as conquistas para incentivar a continuidade do engajamento, incluindo a quantidade total de resíduos reciclados, a qualidade da separação e a participação nas campanhas.

- **Recurso financeiro**

O Art. 132 da Lei nº 19.026/2022 define que “os recursos decorrentes das multas serão repassados do Município para a Entidade Gestora, e ao menos 80% (oitenta por cento) da receita decorrente das multas referidas serão destinadas à”:

I - qualificação e à modernização das etapas de gerenciamento de resíduos sólidos, sendo ao menos 30% (trinta por cento) à qualificação e modernização dos espaços de triagem e reciclagem dos resíduos sólidos recicláveis;

II - qualificação dos servidores da Entidade Gestora, por meio de cursos de formação de educador ambiental;

III - Ações elencadas no Art.130 (Redação dada pela Lei nº 19080/2023)

O referido Art. 130 registra que:

O Executivo Municipal desenvolverá política visando conscientizar a população sobre a importância da preservação ambiental, em particular, em relação à limpeza urbana e ao correto gerenciamento dos resíduos sólidos.

Parágrafo único. Para cumprimento do disposto neste artigo, o Executivo Municipal deverá:

I - realizar regularmente processos educativos sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos, limpeza urbana e preservação ambiental;

II - promover processos educativos, utilizando-se de meios de comunicação de massa;

III - realizar palestras e visitas às escolas, condomínios, empresas e outros, promover mostras itinerantes, apresentação de materiais digitais, audiovisuais, folhetos e cartilhas explicativas;

IV - desenvolver programas de incentivo e benefícios à população, por meio de processos educativos, sobre resíduos recicláveis, resíduos orgânicos e rejeitos;

V - celebrar convênios ou parcerias com entidades públicas ou privadas sem fins lucrativos, objetivando a viabilização das disposições previstas nesta Seção;

VI - desenvolver programa de incentivo e capacitação para os profissionais da coleta seletiva, bem como da sociedade em geral, para transformação de resíduos recicláveis em objetos reutilizáveis, dentro dos princípios da economia circular.”

Quanto à remuneração, propõe-se que o Agente Ambiental Local que comparecer à capacitação, sem faltas, e obtiver desempenho favorável, deverá receber um incentivo financeiro a título de auxílio/bolsa, em um valor próximo a meio salário-mínimo, para que haja valorização e motivação para desempenho da referida função. Deverão ser feitos módulos anuais, para que os agentes estejam sempre atentos e atualizados com as novas informações e ferramentas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento apresenta proposta para acondicionamento e gestão de resíduos sólidos secos em condomínios residenciais multifamiliares na cidade do Recife. É resultado de um trabalho acadêmico desenvolvido no Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco e teve por objetivo criar solução para que condomínios residenciais multifamiliares cumpram a Lei Municipal Ordinária nº 19.026/2022 por meio da implantação de sistemas efetivos de coleta seletiva de resíduos sólidos secos.

A proposta ora relatada teve como ponto de partida a constatação de que parcela significativa dos condomínios ainda não realizam a coleta seletiva com a justificativa de falta de conhecimento, motivação e de espaço para acondicionamento provisório dos resíduos secos.

Compreende-se que a coleta seletiva é a base para a compreensão dos princípios da economia circular e da responsabilidade individual e coletiva sobre a sustentabilidade urbana. E que esta configura-se em elemento fundamental da construção de cidades inteligentes.

Trabalhando com a legislação vigente, a proposta tem o potencial de educar, engajar e promover a consciência ambiental e compromisso dos cidadãos com a cidade.

A proposta tem potencial de envolver empresas de diferentes setores, seja a para a produção do Depósito de Resíduos Sólidos Secos Residenciais, para o recolhimento dos resíduos sólidos secos, para participar da capacitação do Agente Ambiental Local ou para oferecimento de premiações aos condomínios.

Espera-se que o poder público, seja legislativo ou executivo, se disponha a conhecer, discutir e aprofundar a proposta, para o quê a equipe desenvolvedora se coloca à disposição, ampliando a articulação entre a academia, as instâncias governamentais e a sociedade.

6 REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 05 de jan. 2024.

ABREMA. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 05 de jan. 2024.

BRASIL. Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 19 jul. 2024.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei n. 19.795, de 27 de abril de 1999. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 19 jul. 2024.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2010/L12305.htm. Acesso em: 19 jul. 2024.

CASTELLS, Manuel. A era da informação: economia, sociedade e cultura. Vol. 1. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1999.

ECOHOPE. (2023). Conjunto cinco de 1001 para coleta seletiva - cs5100. Coletores Ecológicos. Acesso em 07 de 01 de 2024, disponível em <https://ecohope.com.br/produto/conjunto-com-cinco-lixeiras-de-1001-para-coleta-seletiva/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

FARIA, B. As 5 cidades mais inteligentes da região nordeste em 2023. 2024. Disponível em: <https://portal.connectedsmartcities.com.br/2024/07/19/as-5-cidades-mais-inteligentes-da-regiao-nordeste-em-2023/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

ISO 37120:2018. Sustainable cities and communities. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.

ISO 37122:2019. Indicators for smart cities. Geneva: International Organization for Standardization, 2019.

MONTES, J.A Historical View of SmartCities: Definitions, Features and Tipping Points. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3637617>>. Acesso em: 27 mar. 2023.

Recife. Decreto nº 36.949, de 15 de março de 2023. Regulamenta a Lei Municipal nº 19.026/2022. Diário Oficial do Recife, Recife, PE, 16 mar. 2023. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/decreto/2023/3695/36949/decreto-n-36949-2023-regulamenta-a-lei-municipal-n-19026-2022-que-instituiu-o-codigo-de-limpeza-urbana-e-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-do-municipio-de-recife-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 07 set. 2024.

RECIFE. Lei nº. 19.026 de 30 de dezembro de 2022. Dispõe Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Recife. Diário Oficial do Município do Recife, Poder Executivo, Recife PE.

RECIFE. Programa Recife Limpa. Prefeitura do Recife, 2022. Disponível em: <https://recifelimpa.recife.pe.gov.br/>. Acesso em: 19 mai. 2024.

RIBEIRO, L. S. Inovação Cradle to Cradle (C2C) e Circularidade: Contribuições Econômicas e Ambientais no Brasil. Revista Iniciativa Econômica, Araraquara, v. 4 n. 1, janeiro-junho de 2018. Edição Especial: V Semana de Pós Graduação em Economia. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iniciativa/article/view/11517> Acesso em: 28 ago. 2024.

SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção. Hucitec, São Paulo, 1996.

SHARIFI, A.; et al. DecadesofResearchonSmartCities: Mapping KnowledgeStructureandTrends. Sustainability 2021, 13, 7140. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13137140>. Acesso em: 19 mai. 2024.

SILVA, M., & SANTOS, G. (2010). DENSIDADE APARENTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECÉM COLETADOS. XI CONNEPI. Acesso em 07 de 01 de 2024, disponível em <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/167/157>

THE GREAT RECOVERY - Redesigning the Future. Investigating the role of design in the circular economy - Report 01. Inglaterra, RSA Innovate UK, Inglaterra, 2013. Disponível em: <http://www.greatrecovery.org.uk/resources/the-great-recovery-report/>. Acessado em 15 ago. 2023.

TOH, C. K. Smartcity indexes, criteria, indicators and rankings: Na in-depth investigation and analysis. 2022. Disponível em:

<<https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/smc2.12036>>. Acesso em: 06 nov. 2023.

URBAN SYSTEM. Ranking ConnectedSmartCities 2023. Disponível em: https://web.nectainova.com.br/ranking-csc_2023. Acesso em: 10 out. 2023.

URBAN SYSTEM. Ranking ConnectedSmartCities 2024. Disponível em: https://web.nectainova.com.br/ranking-csc_2023. Acesso em: 10 abr. 2025.

VALVERDE, C. B. La Basura No Existe: Hacia el suprarreciclaje y La Economía Circular. Kindle Edition, 2021.