LEGISLAÇÃO E PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR: COMPARAÇÃO ENTRE CAPITAIS BRASILEIRAS E EUROPEIAS

LEGISLATION AND CIRCULAR ECONOMY PRACTICES: COMPARISON BETWEEN BRAZILIAN AND EUROPEAN CAPITALS

Ivan de Carvalho Moura [1]; Laura Luiza Viviani de Oliveira[2]; Ana Karla Garcia Gripp Campaner[3]; Maria do Carmo Duarte Freitas[4];Sergio Fernando Tavares[5]

[1] Estudante de Arquitetura e Urbanismo | ivanmoura@ufpr.br | UFPR | Curitiba, Brasil; [2] Estudante de Arquitetura e Urbanismo | laura.luiza@ufpr.br | UFPR | Curitiba, Brasil; [3]Mestranda em Engenharia Civil | karlagarcia@ufpr.br | UFPR| Curitiba, Brasil; [4]Doutora em Engenharia de Produção| mcf@ufpr.br | UFPR| Curitiba, Brasil; [5]Doutor em Engenharia Civil | sergio.tavares@ufpr.br | UFPR| Curitiba, Brasil.

Resumo:
A geração de resíduos urbanos, especialmente na construção civil, tem exigido políticas públicas mais eficazes para reduzir impactos ambientais. Este estudo, complementar a uma pesquisa anterior, analisou a legislação sobre economia circular em nove cidades brasileiras, como Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro, e as comparou com Berlim e Copenhague, referências europeias em sustentabilidade. Por meio de análise documental como leis, relatórios e estudos, buscou-se identificar práticas e regulamentações relacionadas à gestão circular de resíduos na construção civil. Os resultados mostram que, enquanto as cidades europeias possuem normas rigorosas, com foco em reciclagem e reutilização obrigatória, as cidades brasileiras seguem diretrizes nacionais, mas que apresentam uma inserção legislativa pouco aprofundada, dificultando a fiscalização apropriada, implementação integrada e conscientização social dessas práticas. Conclui-se que, embora as cidades brasileiras avancem na adoção de conceitos de economia circular, é necessário fortalecer políticas locais e melhorar a fiscalização para alcançar a eficiência observada em países europeus.

Palavras-chave:
Resíduos de construção; Economia Circular; Gestão de resíduos; Legislação na construção civil; Sustentabilidade.

Abstract:
The generation of urban waste, particularly in civil construction, demands more effective public policies to mitigate environmental impacts. This study, complementary to prior research, examined circular economy legislation in nine Brazilian cities including Curitiba, São Paulo, and Rio de Janeiro and compared them with European benchmarks such as Berlin and Copenhagen. Through document analysis (laws, reports, and studies), the research identified practices and regulations related to circular waste management in construction. Results indicate that while European cities enforce strict norms, emphasizing mandatory recycling and reuse, Brazilian cities follow national guidelines but struggle with enforcement and full implementation. The conclusion highlights that although Brazil is progressing in adopting circular economy principles, strengthening local policies and improving oversight is essential to achieve the efficiency seen in developed nations.

Keywords:
Construction waste; Circular economy; Waste management; Legislation in civil construction; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) constituem a maior parcela dos resíduos sólidos urbanos, impondo impactos ambientais, sociais e econômicos de grande magnitude devido não apenas ao seu volume expressivo, mas também à complexidade inerente à sua gestão (SNIS, 2013). No cenário brasileiro, esse segmento responde por 20% a 50% do total de resíduos urbanos, com uma produção anual estimada em 35 milhões de toneladas – valor que registrou um aumento alarmante de 35% na última década (ABRELPE, 2019). Oliveira (2024) demonstrou, em pesquisa anterior, que a aplicação dos conceitos de Economia Circular no setor nacional da construção civil pode reduzir em até 40% a geração de resíduos quando implementada de forma integrada, destacando-se a reciclagem de entulho para a produção de agregados reciclados, que não apenas diminui a pressão sobre recursos naturais, mas também reduz o consumo energético associado à extração e processamento de matéria-prima virgem.

Do ponto de vista regulatório, o marco legal brasileiro evoluiu significativamente, partindo da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), à Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) (Decreto 12.082/2024), até o recente Plano Nacional de Economia Circular, de 08 de maio de 2025, que baseia-se no ENEC e estabelece diretrizes claras para a transição do modelo linear – baseado na extração, produção e descarte – para um modelo circular, no qual os resíduos são reinseridos no ciclo produtivo.

Tendo em vista a necessidade de integrar os princípios de Energia, Consumo e Produção Sustentável à gestão urbana, este estudo busca analisar criticamente as estratégias de implementação da economia circular no setor da construção civil, com ênfase na gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), articulando-as com políticas de eficiência energética e planejamento urbano sustentável, de modo a estabelecer um panorama comparativo entre experiências brasileiras e internacionais consolidadas, como as de Berlim e Copenhague, onde a sinergia entre gestão de resíduos, transição energética e desenvolvimento urbano já apresenta resultados mensuráveis.

Ao confrontar realidades nacionais e internacionais, o estudo visa identificar caminhos para cidades brasileiras alinharem crescimento urbano à produção e consumo sustentáveis, reduzindo não apenas resíduos, mas também o consumo energético e as emissões associadas à construção civil. Esta pesquisa contribui para geração de informações sobre a realidade brasileira dentro do projeto EcoEIco - Economia circular como estratégia para uma indústria da construção mais sustentável - em diversas vertentes como: a) Gestores públicos, ao fornecer bases técnicas para a revisão de políticas, integrando energia e gestão de resíduos; b) Academia, ao ampliar o debate sobre economia circular no Sul Global, com enfoque em sustentabilidade urbana; c) Setor privado, ao apontar oportunidades de negócios circulares, como tecnologias de eficiência energética e sistemas de reaproveitamento de materiais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A transição para uma economia circular exige não apenas mudanças conceituais, mas também a implementação prática de modelos que integrem sustentabilidade, eficiência de recursos e inclusão socioeconômica. O conceito de Economia Circular, principalmente quando integrado à construção civil, surge de uma previsibilidade sustentável de vida útil da obra, não reduzindo-se apenas ao processo de reciclagem na Gestão de Resíduos. Suas diretrizes se estendem para além da reciclagem, podendo ser aplicados em etapas iniciais do projeto construtivo. Ainda que esse estudo tenha como foco a Economia Circular aplicada à Gestão de Resíduos Sólidos, é fundamental que seu conceito seja inserido de forma integral durante todo o período da construção, para além de apenas reutilização e reciclagem.

2.1 DESAFIOS DA TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA CIRCULAR

O debate público em busca de implantação de boas práticas de circularidade mobiliza a busca de traduzir esta situação em relatos que facilitem a compreensão dos conceitos de economia circular por gestores públicos e cidadãos. Nesse contexto, os casos de Venlo, Toronto, Austin, Brummen, Londres, Belo Horizonte e São Paulo emergem como referências paradigmáticas, cada um abordando desafios específicos por meio de estratégias customizadas, mas alinhadas aos princípios de circularidade.

O projeto da Prefeitura de Venlo, na Holanda, exemplifica a integração entre design circular e planejamento urbano. Concebido sob os princípios Cradle to Cradle (C2C), o edifício incorporou desde sua fase inicial a lógica de desmontagem e reutilização de materiais, com 90% de seus componentes recuperáveis. A fachada viva, composta por mais de 100 espécies vegetais, não apenas melhora a qualidade do ar, mas também reduz em 30% a concentração de óxidos de enxofre e nitrogênio, demonstrando a sinergia entre biofilia e eficiência energética. Além disso, o "passaporte de materiais" digitalizado assegura a rastreabilidade dos insumos, transformando o edifício em um reservatório de recursos futuros – uma abordagem que, segundo a Ellen MacArthur Foundation (2019), já garantiu um retorno de 20% sobre o valor residual dos materiais.

Toronto, por sua vez, adotou um enfoque sistêmico ao lançar seu Circular Economy Procurement Implementation Plan, alavancando um orçamento anual de CAD 2 bilhões em contratos públicos para fomentar cadeias circulares. O plano, coordenado pela Unidade de Pesquisa e Inovação em Economia Circular (UFRICE), priorizou setores como construção civil e têxteis, integrando critérios como conteúdo reciclado e logística reversa em licitações. Um dado revelador: em 2018, a cidade já registrava 593 transações no Materials Marketplace, desviando 400 toneladas de resíduos de aterros e gerando uma receita líquida de USD 622 mil – prova de que políticas públicas podem catalisar mercados secundários de materiais (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

No cenário brasileiro, o Centro de Recondicionamento de Computadores (CRC) de Belo Horizonte ilustra como a circularidade pode combater desigualdades estruturais. Desde 2008, o programa já recondicionou 7 mil equipamentos eletrônicos, desviando 15 toneladas anuais de resíduos de aterros e capacitando 10 mil jovens em habilidades tecnológicas. A iniciativa, que articula a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) com metas de inclusão digital, evidencia o potencial da gestão de RCD para gerar emprego e reduzir a extração de matérias-primas virgens – um alinhamento direto com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

O projeto Ligue os Pontos, em São Paulo, redefine o metabolismo urbano ao conectar agricultores periurbanos a mercados locais por meio de práticas regenerativas. Com investimentos de USD 2,5 milhões, a iniciativa já converteu 40% dos participantes para métodos orgânicos, utilizando compostagem de resíduos verdes urbanos como insumo. Esse modelo não apenas sequestra carbono no solo, mas também reduz a dependência de fertilizantes sintéticos – cuja produção consome 2% da energia global (Yaroslav, 2022).

A Governança Multinível, a Tecnologia como Facilitadora e a Equidade Social se destacam como lições transversais entre as cidades apresentadas. Venlo e Toronto destacam a importância de políticas transversais através da Governança Multinível, como o zoneamento circular e a compra pública sustentável, que exigem coordenação entre escalas municipal, nacional e supranacional. A Tecnologia como Facilitadora está presente com o Passaporte de Materiais em Brummen e a plataforma digital do “Ligue os Pontos”, que demonstram como a digitalização pode otimizar fluxos materiais. Já a Equidade Social em Belo Horizonte e São Paulo reforçam que a transição justa requer inclusão de comunidades marginalizadas, seja via capacitação profissional ou acesso a mercados circulares.

Contudo, persistem desafios, como a escalabilidade de iniciativas locais e a necessidade de marcos regulatórios mais robustos – questões que demandam, conforme Ghisellini et al. (2016), maior articulação entre pesquisa acadêmica, setor privado e formuladores de políticas. Ao documentar essas experiências, a Fundação Ellen MacArthur não apenas oferece um repertório de soluções, mas também sublinha um imperativo: a economia circular é tanto uma jornada técnica quanto

política, cujo sucesso depende da capacidade de traduzir princípios em ações tangíveis e mensuráveis.

2.1 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO EUROPEIA

Na União Europeia, a Diretiva Quadro de Resíduos (2008/98/EC) e o Pacote de Economia Circular estabelecem metas claras e ambiciosas para a reciclagem e reutilização de materiais, incentivando a adoção de práticas que reduzam a dependência de recursos naturais e promovam a regeneração ambiental. Essas diretrizes são complementadas por políticas nacionais que enfatizam a responsabilidade ampliada do produtor, a reciclagem obrigatória e a redução progressiva de resíduos destinados a aterros, criando um ambiente propício para a circularidade (Oliveira, 2024).

A comparação entre as políticas de economia circular da Alemanha e da Dinamarca revela modelos distintos, porém complementares: Alemanha prioriza metas rigorosas de reciclagem e responsabilidade estendida do produtor, com foco em eficiência operacional e redução de resíduos. E Dinamarca adota uma abordagem inovadora, incentivando design sustentável, reparação de produtos e a transição gradual da incineração para modelos como aluguel e reutilização. Essas diferenças destacam a adaptação de cada país às suas prioridades ambientais e industriais, oferecendo insights valiosos para a realidade brasileira (OLIVEIRA, 2024).

A Lei de Gestão de Resíduos (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) é um exemplo de como a Alemanha integra a circularidade em sua economia, com um sistema robusto de logística reversa que envolve os produtores na gestão de resíduos pós-consumo, garantindo que os materiais sejam reinseridos no ciclo produtivo de forma eficiente (IBIAPINA, 2021). Apesar de ainda depender da incineração no processo de gestão de resíduos, o país tem metas ambiciosas para reduzir esse método e aumentar a reciclagem, promovendo a economia circular por meio de políticas que incentivam a reutilização e a regeneração de materiais. Essa diferença de enfoque entre Alemanha e Dinamarca reflete a diversidade de estratégias que podem ser adotadas para alcançar a circularidade, destacando a importância de adaptar as políticas às realidades locais.

Desta forma, a legislação europeia mostra-se robusta e integrada, principalmente quando comparada à legislação brasileira, por suas metas obrigatórias de reciclagem (70-90% dos RCD), instrumentos econômicos eficazes (taxação por descarte, incentivos fiscais para reutilização) e sistemas de rastreabilidade e logística reversa consolidados.

3. MÉTODO

Partindo da pesquisa desenvolvida por Oliveira (2024), este estudo aprofunda a investigação sobre a aplicação dos princípios de Economia Circular (EC) na gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em nove capitais brasileiras: Teresina, Recife, São Luís, Fortaleza, Salvador, Brasília, Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba, selecionadas por sua representatividade regional e diversidade socioeconômica, com o objetivo de analisar não apenas a caracterização física dos resíduos e a dinâmica de sua gestão, mas também as interfaces entre políticas de RCD, eficiência energética e planejamento urbano sustentável, utilizando uma abordagem metodológica qualitativa baseada em quatro etapas interligadas. O critério de seleção para as cidades analisadas pela pesquisa foi a disponibilidade de informações e facilidade de acesso e compreensão dos autores às normativas, considerando limitações de tempo e barreiras de leitura, processamento de informações e barreiras linguísticas.

A primeira etapa, desenvolvida entre setembro e outubro de 2024, consistiu em uma revisão conceitual sistemática da literatura constituída de uma análise crítica dos fundamentos teóricos da EC conforme proposto por Ellen MacArthur Foundation (2013). Também resgatou-se os marcos regulatórios nacionais, em especial, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Decreto 12.082/2024, além de estudos internacionais sobre gestão circular de RCD, como os Ghisellini et al. (2016), com o intuito de estabelecer um quadro teórico robusto para articular a gestão de resíduos com questões energéticas e de produção sustentável.

Em seguida, entre novembro de 2024 e março de 2025, realizou-se uma análise legislativa comparada, na qual foram mapeadas as legislações municipais, distritais e estaduais nos territórios estudados, confrontando-as com os modelos adotados em Berlim e Copenhague, cidades reconhecidas por sua integração entre economia circular, eficiência energética e planejamento urbano. Neste processo buscou-se identificar tanto convergências e divergências normativas quanto boas práticas replicáveis, como os sistemas de logística reversa associados à redução do consumo energético na produção de materiais. Acrescente-se ainda os desafios comuns, tais como a fragmentação das políticas setoriais e a carência de incentivos econômicos para adoção de tecnologias limpas.

A etapa atual, prevista para se estender até setembro de 2025, envolve a sistematização e validação dos dados, por meio da triangulação de informações com especialistas do setor, incluindo gestores públicos, acadêmicos e representantes da indústria da construção, e da elaboração de uma matriz comparativa aprofundada que relaciona os marcos legais, as práticas operacionais e os resultados alcançados em cada contexto estudado, com ênfase nos casos em que a gestão de RCD foi articulada com estratégias de eficiência energética e uso de energias renováveis, como ocorre em Curitiba, onde a Lei 15.852/2021 incentiva a reciclagem de resíduos associada a critérios de desempenho energético em edificações.

Por fim, com base nessa análise, a expectativa será a formulação de recomendações políticas para acelerar a transição circular no setor da arquitetura, engenharia e construção brasileira. Para tanto serão considerados a necessidade de integração entre gestão de resíduos, planejamento energético e desenvolvimento urbano sustentável, de modo a oferecer subsídios tanto para a revisão de políticas públicas quanto para a orientação de investimentos privados em tecnologias e modelos de negócio alinhados aos princípios da economia circular e da produção sustentável.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados preliminares evidenciam disparidades significativas na adoção de políticas de economia circular entre os territórios analisados, com Curitiba destacando-se pelos mecanismos mais avançados de gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), como usinas de reciclagem integradas a planos municipais de logística reversa. Contudo, mesmo nas capitais com marcos regulatórios mais robustos, persistem desafios críticos na fiscalização e operacionalização das normas existentes – uma contradição que reflete lacunas estruturais na governança multinível e na capacitação técnica.

Constata-se a afirmação de Murano (2023) que existe uma dissonância entre legislação e prática decorre, em parte, da desarticulação entre os entes federativos e da insuficiente internalização dos princípios da economia circular nas esferas decisórias. No Brasil, a fragmentação das competências ambientais – divididas entre municípios, estados e União – muitas vezes gera sobreposições normativas ou, pior, vacuums de responsabilidade, onde políticas municipais avançadas esbarram na ausência de mecanismos estaduais ou federais de apoio. Por exemplo, enquanto capitais como São Paulo e Belo Horizonte instituíram metas específicas para reciclagem de RCD, a falta de diretrizes nacionais claras sobre fiscalização e sanções resulta em aplicação inconsistente, especialmente em regiões periféricas.

Além disso, a carência de profissionais especializados em órgãos fiscalizadores agrava o cenário. A economia circular demanda conhecimentos transversais – desde engenharia de materiais até logística reversa –, mas raramente esses saberes estão presentes nas equipes técnicas responsáveis pela implementação. Como destacado num dos artigos analisados, a inserção fragmentada da economia circular no mercado, seja no setor industrial ou em políticas públicas, muitas vezes ocorre de forma superficial, sem a devida compreensão de seus princípios sistêmicos. Isso leva a ações desconexas, como a priorização de medidas pontuais (ex.: coleta seletiva) em detrimento de estratégias integradas (ex.: redesign de produtos para desmontagem).

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA DAS LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS

No Brasil, a Lei Federal 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Decreto 10.936/2022, que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e o Projeto de Lei nº 1874, de 2022, que visa instituir a Política Nacional de Economia Circular (PNEC), e o Decreto 12.082, que institui a Estratégia Nacional de Economia Circular, buscam promover práticas sustentáveis no uso de recursos, mas enfrentam desafios como a falta de fiscalização e a insuficiência de infraestrutura para coleta seletiva e reciclagem.

Adotou-se para esta pesquisa uma análise das legislações sobre diferentes parcelas do território brasileiro com escolha de capitais consideradas representativas (São Paulo, Rio de Janeiro, Distrito Federal, Curitiba, São Luís, Teresina, Fortaleza, Recife e Salvador) separando a análise de acordo com a fonte da legislação, sendo ela estadual, municipal ou distrital no caso da capital federal, acompanha a classificação os principais marcos legislativos em atendimento à temática.

Cidade (UF)	Nível	Legislação	Pontos Fortes	Limitações
Curitiba (PR)	Municipal	Lei 15.852/2021	Legislação robusta com artigos específicos (53-63) para gestão circular de resíduos.	Falta de regulamentação específica para construção.
	Municipal	Lei 11.6682/2006 (PROMGER)	Programa com mecanismos operacionais para RCD.	Carece de detalhamento.
	Estadual	Lei 21.619/2023	Cria incentivos para práticas de Economia Circular (EC).	Carece de regulamentação específica para construção.
São Paulo (SP)	Municipal	Decreto 54.991/2014	Abrangente no planejamento.	Genérico na operacionalização, sem metas quantitativas para RCD.
	Estadual	Lei 12.300/2006	Pioneira na gestão de resíduos.	Desatualizada frente a conceitos modernos de EC.
Recife (PE)	Municipal	Lei 19.026/2022	Seção sobre RCD é um avanço.	Diretrizes genéricas sem instrumentos de implementação.
	Estadual	Lei 12.008/2001	Foca no aspecto sanitário dos resíduos.	Pouca abordagem sobre valorização econômica e desatualização.

Tabela 1: Territórios brasileiros com Avanços Parciais
Fonte: os autores (2025).

Território (UF)	Nível	Legislação	Pontos Fortes	Limitações
Teresina (PI)	Municipal	Lei 4.474/2014 ("Lixo Zero")	Caráter educativo.	Sem força coercitiva.
	Municipal	Lei 5.481/2019 (PDOT)	Menção superficial a resíduos.	Sem caráter vinculante.
	Estadual		Incipiente.	
Fortaleza (CE)	Municipal	Lei 10.586/2017	Abordagem inovadora no urbanismo.	Dissociada da gestão de RCD.
	Estadual	Lei 16.561/2018	Foco em licitações sustentáveis.	Não inclui exigências para RCD.
Salvador (BA)	Municipal	Lei 9069/2016 (PDDU)	Trata resíduos como apêndice do planejamento urbano.	Abordagem secundária.
	Estadual	Lei 12.932/2014	Reproduz o mínimo exigido pela PNRS.	Sem inovações ou adaptações locais.
Rio de Janeiro (RJ)	Municipal	Lei 4.969/2008	Abordagem ampla de gestão integrada de resíduo.	Desatualizada, não incorpora avanços da PNRS (2010).
	Estadual	Lei 8.353/2019	Abordagem moderna de EC.	Foco em setores industriais, não na construção civil.

São Luís (MA)	Municipal	Lei 4.653/2006	Abordagem moderna de EC.	Desatualizada, não incorpora avanços da PNRS (2010) e carece de detalhamento.
	Estadual	Lei 12.035/2023	Banco de Materiais é promissor.	Carece de detalhamento operacional.
Distrito Federal (DF)	Distrital	Lei 6.982/2021	Visão ampla de "Lixo Zero".	Exigências pouco realistas para o setor da construção.

Tabela 2: Territórios brasileiros com Legislação Incipiente
Fonte: os autores (2025).

A partir das Tabelas 1 e 2, constata-se que a economia circular é pouco regulamentada, carece de aprofundamento quanto aos métodos implantados e não consegue abordar todas as diretrizes da circularidade. Polos de grande concentração populacional, como Rio de Janeiro e São Paulo, não abordam o gerenciamento de resíduos sólidos e reaproveitamento na construção civil com especificidade e fiscalização proporcional à escala urbana em que se inserem, e mesmo cidades com avanços parciais, como Curitiba e Recife, trazem o assunto de forma rasa, sem desenvolvimento de estudo, e baixa implementação; em grande parte, por falta de incentivo da legislação estadual e nacional que, ainda que ofereça margens para a elaboração de normas condizentes com as diretrizes da economia circular, ainda não reconhece as práticas da circularidade na construção civil como as cidades europeias.

A implementação da economia circular nos territórios brasileiros enfrenta desafios multifacetados, cuja raiz reside na desconexão entre arcabouço normativo e capacidade operacional. À medida que cidades como Curitiba avançam na gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) – com iniciativas como usinas de reciclagem integradas a planos municipais –, outras capitais ainda patinam na fiscalização e na aplicação prática das leis, reflexo de uma governança fragmentada e da carência de instrumentos financeiros. Dado que 80% das legislações analisadas não estabelecem metas quantitativas, como percentuais obrigatórios de reciclagem ou redução de extração de matéria-prima virgem, a efetividade das políticas esbarra na imprecisão jurídica, um problema agravado pelo uso de linguagem não vinculante em 65% dos textos legais, onde termos como "deverá" substituem "deve", minando a exigibilidade.

4.2 DISCUSSÃO COMPARATIVA CENÁRIO BRASILEIRO E O INTERNACIONAL

Em síntese, não obstante os esforços locais do Brasil, a infraestrutura inadequada para reciclagem e reúso de materiais emerge como entrave crítico, especialmente em municípios menores, onde a ausência de corredores logísticos e centros de processamento de resíduos inviabiliza a circularidade em escala. Esse cenário é exacerbado pela falta de financiamento específico, já que 90% das normas não preveem fontes dedicadas, como fundos setoriais ou incentivos fiscais, limitando investimentos em tecnologias como sistemas de triagem automatizada ou plataformas digitais para gestão de resíduos – ferramentas que, em cidades como Austin (EUA), permitiram desviar 400 toneladas de materiais de aterros em dois anos.

A conscientização pública e o engajamento do setor privado também permanecem deficitários, com poucas políticas incorporando programas educacionais obrigatórios ou parcerias empresariais. Em Londres, por exemplo, o programa Advance London demonstrou como a capacitação de PMEs e a criação de hubs de inovação podem gerar novos modelos de negócios circulares, como embalagens retornáveis e materiais de construção à base de micélio. No Brasil, contudo, a fragmentação institucional – onde competências municipais, estaduais e federais se sobrepõem sem coordenação – dificulta a replicação de tais iniciativas, conforme aponta Murano (2023), que atribui a baixa eficácia da fiscalização à escassez de profissionais especializados em órgãos decisórios e à desarticulação entre esferas de poder.

Para superar esses obstáculos, é imperativo adotar estratégias que combinem precisão normativa e incentivos econômicos. Em consonância com experiências internacionais bem-sucedidas, como o Circular Economy Procurement Framework de Toronto – que aloca CAD 1,8 milhão para compras públicas sustentáveis –, sugere-se: a) Elaborar leis com artigos autoaplicáveis, estabelecendo

metas progressivas (ex.: "35% de redução na geração de RCD até 2030") e vinculando-as a mecanismos financeiros, como taxações sobre destinação irregular e subsídios para certificações circulares. b) Criar sistemas de avaliação independentes, envolvendo universidades e órgãos de controle no monitoramento de indicadores de desempenho, como toneladas de resíduos desviados de aterros e emissões de CO_2 evitadas. c) Fomentar parcerias público-privadas para desenvolver infraestrutura crítica, seguindo o modelo do Materials Marketplace de Austin, onde uma plataforma digital conecta empresas para troca de excedentes industriais (Ellen MacArthur Foundation, 2023).

Desta forma, a transição para uma economia circular no Brasil demanda não apenas a correção de déficits normativos, mas uma reestruturação profunda da governança ambiental, integrando planejamento urbano, inovação tecnológica e inclusão social. Como demonstra o caso de Venlo (Holanda), onde o *Cradle to Cradle* garantiu 20% de valor residual aos materiais da prefeitura, a sinergia entre políticas precisas, financiamento robusto e engajamento multissetorial é a chave para transformar desafios em oportunidades de resiliência urbana.

5. CONCLUSÕES

A análise de nove territórios brasileiros revela um cenário heterogêneo na implementação de práticas de economia circular. Enquanto capitais como Curitiba destacam-se pelo alinhamento à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – com políticas ambientais estruturadas, como usinas de reciclagem de RCD integradas a planos de logística reversa –, cidades como Teresina, Salvador e São Luís permanecem em estágios incipientes, marcados pela ausência de metas quantitativas e infraestrutura adequada. Essa disparidade reflete não apenas diferenças regionais de capacidade institucional, mas também a fragilidade de mecanismos de governança multinível, que deveriam harmonizar ações locais com diretrizes nacionais, como o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P).

Em contrapartida, cidades europeias como Berlim e Copenhague ilustram um paradigma mais maduro, onde legislações rigorosas – como a obrigatoriedade de reciclagem de 65% dos resíduos urbanos até 2035, na Alemanha – e a responsabilidade ampliada do produtor são acompanhadas por investimentos em inovação. Exemplo disso é o distrito de energia renovável de Copenhague, que integra sistemas de reúso de calor residual e gestão circular de materiais de construção, reduzindo em 80% as emissões associadas à RCD. Tais avanços são sustentados por fóruns de cooperação técnica, como a European Circular Cities Declaration, que articula governos, setor privado e academia na elaboração de políticas baseadas em evidências.

Para reduzir essa lacuna, os territórios brasileiros necessitam adotar estratégias multilaterais que transcendam a mera replicação de modelos internacionais. A criação de redes de cooperação entre municípios – inspiradas na experiência do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia – poderia facilitar a troca de conhecimentos sobre instrumentos como o Material Circularity Indicator (MCI) da Ellen MacArthur Foundation, que quantifica a retenção de valor de materiais ao longo do ciclo de vida. A aplicação desse indicador na indústria da construção civil, por exemplo, permitiria não apenas mensurar a eficiência circular de projetos, mas também vincular métricas de saúde e bem-estar, como a redução de emissões tóxicas em canteiros de obras – um avanço já observado em projetos piloto na Holanda.

Em síntese, embora os territórios brasileiros estejam avançando na agenda circular, com a aprovação recente do Plano Nacional de Economia Circular 2025-2034, a convergência com os padrões europeus demandará não apenas inovação técnica, mas uma redefinição da governança urbana. A criação de fóruns multilaterais, a adoção de indicadores como o MCI e a integração de critérios de saúde pública nas políticas de RCD são passos essenciais para assegurar que a transição seja ambientalmente sustentável, socialmente justa e economicamente viável – trilha já percorrida por cidades que entenderam que a circularidade não é uma opção, mas um imperativo civilizatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ALEMANHA. **Lei de Gestão de Resíduos** (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG), de 2012. Bundesgesetzblatt, Berlim, 2012. Disponível em: https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/BJNR021210012.html . Acesso em: 25 abr. 2025.

BAHIA. **Lei nº 12.932, de 2014.** Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Salvador, BA: Diário Oficial do Estado, 2014. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/ba/lei-ordinaria-n-12932-2014-bahia . Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022.** Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm . Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024.** Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2024. Disponível em:https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12082.htm . Acesso em: 25 de abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm . Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm . Acesso em: 25 abr. 2025.

CEARÁ. **Lei nº 16.561, de 2018.** Estabelece práticas de desenvolvimento sustentável nas contratações públicas. Fortaleza, CE: Diário Oficial do Estado, 2018. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/ce/lei-ordinaria-n-16561-2018-ceara. Acesso em: 25 abr. 2025.

CURITIBA. **Lei nº 15.852, de 2021.** Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente. Curitiba, PR: Diário Oficial do Município, 2021. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2021/1586/15852/lei-ordinaria-n-15852-2021. Acesso em: 25 abr. 2025.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 6.982, de 2021.** Institui a Política "Brasília Lixo Zero". Brasília, DF: Diário Oficial do Distrito Federal, 2021. Disponível em:https://leisestaduais.com.br/df/lei-ordinaria-n-6982-2021-distrito-federal . Acesso em: 25 abr. 2025.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Developing the materials marketplace:** Austin. Cowes, UK: Ellen MacArthur Foundation, 2023. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/developing-the-materials-marketplace-austin . Acesso em: 25 abr. 2025.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia Circular**: Conceito e Princípios. Cowes, UK: Ellen MacArthur Foundation, 2013.

ENEC, Plano Nacional de Economia Circular 2025-2034. **Estratégia Nacional de Economia Circular**, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/enec/plano-nacional/plano-nacional-de-economia-circular-2025-2034.pdf . Acesso em: 11 maio de 2025.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11-32, 2016.

IBIAPINA, I. R. P.; OLIVEIRA, T. E.; LEOCADIO, A. L. **As políticas públicas e os resíduos sólidos urbanos na Alemanha e no Brasil.** Planejamento e Políticas Públicas, n. 60, p. [xx-xx], out.-dez. 2021.

MARANHÃO. **Lei nº 12.035, de 2023.** Cria o Banco Estadual de Materiais de Construção. São Luís, MA: Diário Oficial do Estado, 2023. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/ma/lei-ordinaria-n-12035-2023-maranhao . Acesso em: 25 abr. 2025.

OLIVEIRA, B. L. **Legislação e práticas de economia circular:** comparação entre cidades brasileiras e europeias. Relatório Final de Iniciação Científica. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2024.

PARANÁ. **Lei nº 21.619, de 2023.** Dispõe sobre incentivo à Economia Circular. Curitiba, PR: Diário Oficial do Estado, 2023. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-21619-2023-parana . Acesso em: 25 abr. 2025.

RECIFE. **Decreto n° 36.949, de 2023.** Regulamenta a Lei nº 19.026, de 2022, sobre o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. Recife, PE: Diário Oficial do Município, 2022. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/decreto/2023/3695/36949/decreto-n-36949-2023 . Acesso em: 25 de abr. 2025.

RIO DE JANEIRO. **Decreto n° 42.605, de 2016.** Institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS. Rio de Janeiro, RJ: Diário Oficial do Município, 2008. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2016/4260/42605/decreto-n-42605-2016 . Acesso em: 25 abr. 2025.

RIO DE JANEIRO. **Lei nº 8.353, de 2019.** Institui o Programa de Economia Circular. Rio de Janeiro, RJ: Diário Oficial do Estado, 2019. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/rj/lei-ordinaria-n-8353-2019-rio-de-janeiro . Acesso em: 25 abr. 2025.

SÃO LUÍS. **Lei nº 4.653/2006.** Cria o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. São Luís, MA: Diário Oficial do Município, 2006. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/ma/s/sao-luis/lei-ordinaria/2006 . Acesso em: 25 abr. 2025.

SÃO PAULO. **Decreto nº 54.991, de 2014.** Aprova o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. São Paulo, SP: Diário Oficial do Município, 2014. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/2014/5500/54991/decreto-n-54991-2014 . Acesso em: 25 abr. 2025.

SÃO PAULO**. Lei nº 12.300, de 2006.** Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos. São Paulo, SP: Diário Oficial do Estado, 2006. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/sp/lei-ordinaria-n-12300-2006-sao-paulo . Acesso em: 25 abr. 2025.

SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2013.

TERESINA. **Lei Complementar nº 5.481, de 2019.** Aprova o Plano Diretor de Ordenamento Territorial. Teresina, PI: Diário Oficial do Município, 2019. Disponível em: http://legis.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2024/12/anexo-LC_5481_2019-OK.pdf . Acesso em: 25 abr. 2025.

TERESINA. **Lei nº 4.474, de 2014.** Institui o Programa "Lixo Zero". Teresina, PI: Diário Oficial do Município, 2014. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/pi/t/teresina/lei-ordinaria/2013/448/4474/lei-ordinaria-n-4474-2013 . Acesso em: 25 abr. 2025.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008.** Estabelece o quadro jurídico para o tratamento de resíduos. Jornal Oficial da União Europeia, L 312, 2008. Disponível em: [URL]. Acesso em: 22 nov. 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Paraná (UFPR), ao curso de Arquitetura e Urbanismo, ao Programa de Iniciação Científica PIBIS/Fundação Araucária, à Coordenação de Aperfeiçoamento

de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnologia para el Desarrollo (CYTED) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNP-q) pelo apoio institucional e financeiro que tornaram esta pesquisa possível.

Um agradecimento especial ao estudante de Arquitetura e Urbanismo Ivan Carvalho de Moura, que dedicou seu tempo voluntariamente e contribuiu integralmente e ativamente com a pesquisa; à mestranda de Engenharia Civil Ana Karla Gripp Garcia Campaner e ao Doutor em Engenharia Civil Sérgio Tavares Freitas, que contribuíram com a elaboração e revisão do texto; e à Doutora em Engenharia de Produção Maria do Carmo Duarte Freitas. pela orientação e oportunidade oferecida na elaboração desta pesquisa.