XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8423

Gestão dos Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD): análise das boas práticas adotadas pela Europa

Management of Construction and Demolition Waste (CDW): an analysis of best practices adopted by Europe

Eduardo Ávila Teixeira
Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte | Brasil | eduardoavila@ufmg.br
Walysson Tangrins Martins
Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte| Brasil | tangrins@ufmg.br

Resumo

Este estudo aborda a gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), setor responsável por até 40% dos resíduos sólidos globais, configurando um severo problema ambiental de pressões sobre aterros e degradação urbana. O objetivo central é identificar e avaliar as melhores práticas regulatórias, fiscais e tecnológicas na Europa para propor diretrizes aplicáveis à modernização do cenário brasileiro. O método baseia-se em uma revisão sistemática de literatura realizada nas bases *Scopus*, *Web of Science* e *ScienceDirect* (período 2016-2025), combinada à análise documental de marcos regulatórios. Os resultados indicam que o sucesso europeu se fundamenta na Diretiva 2008/98/CE, que impôs a meta de 70% de recuperação e consolidou a hierarquia de resíduos. Diversos países alcançaram mais de 90% de reciclagem por meio de taxas progressivas de aterro, centralização estatística via Eurostat e triagem obrigatória na fonte. A principal contribuição deste trabalho reside na proposição de um paralelo crítico com a Resolução CONAMA nº 307/2002, demonstrando que a transição sustentável do RCD no Brasil depende da superação do modelo punitivo por meio de incentivos de mercado e cooperação intergovernamental.

Palavras-chave: Resíduos da Construção e Demolição. Gestão sustentável. Europa. Reciclagem. Análise comparativa.

Abstract

This study addresses the management of Construction and Demolition Waste (CDW), a sector responsible for up to 40% of global solid waste, which poses a severe environmental problem due to landfill pressures and urban degradation. The main objective is to identify and evaluate the best regulatory, fiscal, and technological practices in Europe to propose guidelines applicable to the modernization of the Brazilian context. The method is based on a systematic literature review conducted in the Scopus, Web of Science, and ScienceDirect databases (2016-2025 period), combined with a document analysis of regulatory frameworks. The results indicate that European success is rooted in Directive 2008/98/EC, which enforced a 70% recovery target and consolidated the waste hierarchy. Several countries achieved over 90% recycling rates through progressive landfill taxes, statistical centralization via Eurostat, and mandatory source separation. The main contribution of this work lies in proposing a critical parallel with CONAMA Resolution no. 307/2002, demonstrating that the sustainable transition of CDW in Brazil depends on overcoming the punitive model by adopting market incentives and intergovernmental cooperation.

TEIXEIRA, Á. E.; MARTINS T. W. Gestão dos resíduos da construção civil e demolição (RCD): análise das boas práticas adotadas pela Europa In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8423

Keywords: Construction and Demolition Waste. Sustainable Management. Europe. Recycling. Comparative analysis.

1 INTRODUÇÃO

A globalização e o desenvolvimento tecnológico têm resultado na rápida urbanização das cidades, aumentando a demanda da construção civil pela implementação de novos empreendimentos, restauração e adaptação de antigas estruturas. Como resultado desta atividade, mais de 10 bilhões de toneladas de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são gerados em todo o mundo todos os anos, conforme apontam Wu *et al.* (2019). Trata-se de um material intrinsecamente heterogêneo, variando desde concreto, tijolos, terra, pedras e gesso até madeira, telhas, encanamento e peças elétricas, de acordo com Kabirifar *et al.* (2020), o que, por sua vez, o torna um agente potencialmente poluente se não for manejado e tratado de formas adequadas. A gestão deste tipo de resíduo atualmente representa um desafio ambiental global, pois o setor da construção civil é um dos maiores geradores de resíduos em todo o mundo, respondendo por 30% a 40% do total de resíduos sólidos globais, segundo dados de Al-Otaibi *et al.* (2020).

Na União Europeia, o setor da construção civil foi responsável pela produção de 820 milhões de toneladas de RCD em 2020. Gálvez-Martos *et al*. (2018) destacam que esse montante representa aproximadamente 46% da massa total dos resíduos sólidos gerados no continente europeu. Adicionalmente, Caro *et al*. (2024) registraram que, ao descartar os solos provenientes de escavação, o volume de RCD mineral estimado foi de 397 milhões de toneladas no ano de 2020. Alinhada com a alta demanda e necessária melhoria na gestão desses resíduos, a União Europeia (UE) estabeleceu, através da Diretriz 2008/98/CE, a meta de atingir 70% de recuperação de RCD não perigosos até o ano de 2020, conforme destacado por Bovea e Powell (2016). Em 2018, o bloco já apresentava um sistema avançado com uma taxa média de recuperação de aproximadamente 90%, segundo dados analisados por Zhang *et al.* (2022). No ano de 2020, a taxa média de recuperação para a UE foi registrada em 89%, de acordo com o estudo de Caro *et al*. (2024).

Em contrapartida, a taxa média de envio de RCD minerais não perigosos para aterros na região foi de apenas 10% no ano de 2018, como aponta Zhang *et al*. (2022). Estima-se que a reciclagem máxima dessas frações poderia reduzir as emissões da União Europeia em 33 milhões de toneladas de CO_2 equivalente por ano, segundo a análise de Caro *et al*. (2024). Além disso, os mesmos autores afirmam que o uso de tecnologias avançadas de reciclagem tem o potencial de economizar 264 kg de CO_2 equivalente por cada tonelada de resíduo tratada.

O real ineditismo deste trabalho reside na decodificação sistemática dos indutores regulatórios, fiscais e tecnológicos do ecossistema europeu de RCD, contrapondo-os diretamente às lacunas normativas e operacionais brasileiras. Embora o Brasil possua resoluções pioneiras de classificação de resíduos, o país carece de mecanismos macroeconômicos de incentivo à reciclagem e de padronização tecnológica de

agregados reciclados. Investigar o modelo europeu preenche essa lacuna na literatura nacional, fornecendo um roteiro de transição prática para formuladores de políticas públicas e empresas de engenharia brasileiras superarem o atual cenário de deposição clandestina crônica e subutilização econômica do RCD. Diante deste contexto, este estudo realiza uma revisão sistemática e uma análise crítica comparativa para identificar as melhores práticas na gestão de RCD nos países europeus, traçando as diretrizes estratégicas para sua transposição à engenharia urbana nacional.

2 MÉTODO

A metodologia deste trabalho fundamenta-se em uma revisão sistemática de literatura e análise documental de marcos regulatórios. Bovea e Powell (2016) ressaltam que o uso de revisões de literatura estruturadas permite mapear o desenvolvimento do campo científico em paralelo com a evolução das leis de eficiência e resíduos. Para garantir o rigor e a reprodutibilidade do estudo, a busca bibliográfica foi conduzida de forma sistemática em três das principais bases de dados científicas globais: *Scopus*, *Web of Science* e S*cienceDirect*, cobrindo o horizonte temporal compreendido entre os anos de 2016 e 2025.

A estratégia de busca utilizou a combinação de descritores controlados e termos booleanos específicos, tanto em língua portuguesa quanto em inglesa, a saber: ("Resíduos da Construção e Demolição" OR "CDW" OR "Construction and Demolition Waste") AND ("Gestão sustentável" OR "Sustainable management") AND ("Europa" OR "Europe") AND ("Reciclagem" OR "Recycling"). Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (i) artigos originais de pesquisa empírica ou revisões críticas publicados em periódicos revisados por pares; (ii) estudos que analisassem diretamente políticas públicas, práticas regulatórias ou iniciativas tecnológicas de gestão de RCD em estados-membros da Europa. Foram excluídos relatórios técnicos duplicados, anais de eventos de curto escopo e artigos que tratavam exclusivamente de propriedades mecânicas microscópicas de materiais sem interface com a gestão urbana.

O universo inicial de busca retornou 142 publicações. Após a triagem por título, leitura dos resumos e aplicação rigorosa dos critérios de exclusão, refinou-se o escopo para um portfólio central de 16 artigos altamente aderentes. Estes artigos foram submetidos a uma abordagem qualitativa de análise de conteúdo, o que permitiu categorizar e estruturar os dados do bloco europeu em três eixos analíticos principais: normatização cronológica, indicadores de desempenho e iniciativas tecnológicas. Adicionalmente, procedeu-se à análise documental direta das diretrizes e resoluções emitidas pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), fundamentando a discussão comparativa do estudo.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8423

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aspectos Normativos

Para que os gestores públicos possam controlar a geração e a destinação dos resíduos, é fundamental a criação de ferramentas legais eficientes para monitoramento da atividade e mitigação de suas consequências. O arcabouço regulatório europeu não se desenvolveu de forma isolada, mas sim através de uma evolução cronológica de diretrizes complementares que moldaram o comportamento do mercado da construção civil.

A evolução inicia-se formalmente com a Diretriz de Aterros 1999/31/CE, que estabeleceu metas rigorosas para mitigar os impactos ambientais negativos da disposição final de resíduos, forçando os países a reduzirem drasticamente o volume de materiais biodegradáveis e minerais despachados para solos sem tratamento prévio, conforme aponta Zhang *et al*. (2022). Posteriormente, consolidando as bases modernas da engenharia ambiental na região, foi promulgada a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu (estabelecida em 19 de novembro de 2008). Esta norma tornou-se o marco fundamental da gestão ao instituir legalmente a meta de 70% de recuperação de RCD não perigosos até o ano de 2020 e, conforme discute Gherman e*t al*. (2023), ao introduzir a hierarquia de resíduos. Zhang *et al*. (2022) definem essa hierarquia como uma ordem rígida de preferência que se inicia obrigatoriamente pela prevenção, seguida pelo preparo para o reuso e a reciclagem. Kabirifar *et al*. (2020) ressaltam que as opções menos desejáveis e que devem ser ativamente desincentivadas nesse modelo são a recuperação energética e, por fim, a eliminação em aterros sanitários. Chen *et al*. (2018) observam que a implementação desse marco legal em 2008 atuou como um indutor científico robusto, estimulando um aumento significativo no interesse por pesquisas acadêmicas e patentes em gestão de RCD no bloco.

Na sequência cronológica, a Diretriz 2010/31/CE passou a regular o desempenho energético de edifícios, encorajando metodologias de Análise do Ciclo de Vida (ACV) que incluem obrigatoriamente o destino final dos materiais de desconstrução. Visando padronizar os procedimentos operacionais de mercado, a Comissão Europeia introduziu o Protocolo de Resíduos de Construção e Demolição (2018), criando diretrizes específicas para aprimorar a identificação de materiais perigosos e otimizar a logística reversa nas frentes de obra, segundo relata Gherman *et al*. (2023).

Mais recentemente, a aprovação da Diretiva 2018/851/CE alterou o marco legal original de 2008, fortalecendo as exigências sobre a prevenção de resíduos. Conforme enfatizam Bonifazi *et al*. (2025), essa atualização obriga e incentiva os estados-membros a adotarem medidas de demolição seletiva para viabilizar processos de reciclagem de alta qualidade. Por fim, este encadeamento culminou no Plano de Ação para Economia Circular, no qual a União Europeia identificou a construção civil como uma cadeia de valor prioritária e estratégica para o alcance da neutralidade climática global até 2050. Toda essa estrutura é amparada pelo princípio transversal do

poluidor-pagador, destacado por Ma *et al*. (2023), que exige juridicamente que os produtores e construtores cooperem financeiramente com outros stakeholders para mitigar os riscos ambientais de suas atividades.

Refletindo essa governança macro, a revisão bibliográfica identificou exemplos locais de transposição eficiente dessas leis. Na Alemanha, a promulgação de leis nacionais integradas de gestão, inspiradas diretamente nas regulamentações ambientais europeias, estabeleceu padrões altamente rigorosos de manejo e processamento de RCD. O Reino Unido, conforme avaliado por Gálvez-Martos *et al*. (2018), alcançou resultados expressivos por meio de estratégias ambientais sólidas articuladas pelo *Waste and Resources Action Programme* (WRAP), demonstrando o impacto positivo e estrutural que legislações específicas possuem sobre a gestão urbana.

3.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

Os estudos analisados demonstram uma expressiva oferta de dados quantitativos relativos à gestão de RCD nos países europeus. Dois fatores explicam a alta disponibilidade de dados e as taxas elevadas de reciclagem dessas nações: a implementação de legislação específica com metas compulsórias e a centralização estatística. Através do Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat), o bloco uniformizou as informações e instituiu o monitoramento sistemático de dados por seus países-membros, gerando uma base confiável, parametrizada e comparável. Os dados históricos consolidados do Eurostat evidenciam a evolução das taxas de reciclagem de RCD entre diferentes nações, conforme sistematizado na Tabela 1.

Tabela 1: Evolução da reciclagem de RCD em países europeus

País/Região	Reciclagem inicial	Ano	Reciclagem recente	Ano	Variação
Alemanha	17%	1994	93%	2018	76%
Áustria	60%	2006	90%	2018	30%
Bélgica	18%	2010	95%	2018	77%
Bulgária	65%	2010	25%	2018	-40%
Chipre	0%	2010	63%	2018	63%
Croácia	5%	2010	75%	2018	70%
Eslováquia	55%	2014	45%	2018	-10%
Eslovênia	90%	2010	95%	2018	5%
Espanha	75%	2010	95%	2018	20%
Estônia	90%	2010	95%	2018	5%
Finlândia	8%	2010	74%	2018	66%
França	65%	2010	75%	2018	10%
Grécia	0%	2010	95%	2018	95%
Hungria	60%	2010	95%	2018	35%
Irlanda	95%	2010	100%	2018	5%
Islândia	75%	2010	95%	2018	20%
Itália	97%	2010	98%	2018	1%
Lituânia	70%	2010	95%	2018	25%
Luxemburgo	95%	2010	95%	2018	0%
Malta	18%	2010	100%	2018	82%
Montenegro	0%	2016	0%	2018	0%
Noruega	45%	2010	65%	2018	20%
Países Baixos	100%	2010	100%	2018	0%
Polônia	90%	2010	95%	2018	5%
Portugal	55%	2010	85%	2018	30%
Reino Unido	49%	2000	98%	2018	49%
Rep. Tcheca	90%	2010	90%	2018	0%
Romênia	50%	2010	70%	2018	20%
Suécia	75%	2010	90%	2018	15%
União Europeia (Média)	55%	2010	90%	2018	35%

Fonte: adaptada de Eurostat com base em Gálvez-Martos *et al.* (2018) e Caro *et al*. (2024).

Para além do volume total gerado, a eficácia do modelo europeu reside na compreensão fina da composição gravimétrica do RCD mineral. A triagem avançada permite separar as frações conforme o seu potencial de circularidade. A Tabela 2 apresenta a porcentagem média de geração por tipo de resíduo mineral na UE e as respectivas taxas de reciclagem final por classe de material.

Tabela 2: Composição típica do RCD mineral na Europa e taxas de reciclagem por tipo

Tipo de RCD mineral	Porcentagem na massa total	Taxa média de reciclagem	Destinação principal
Concreto e argamassas	45%	92%	Agregados reciclados estruturais e bases de vias
Tijolos, blocos e cerâmicas	25%	78%	Sub-bases de pavimentos e preenchimento geotécnico
Asfalto e misturas betuminosas	15%	95%	Reciclagem a quente/frio em novas capas asfálticas
Vidros, gesso e outros minerais	10%	60%	Incorporação em matrizes cimentícias e gesso acartonado
Frações mistas não triadas	5%	35%	Aterros de inertes ou sub-bases secundárias

Fonte: elaborada pelos autores com base em dados de Bonifazi *et al*. (2025) e Islam *et al*. (2024).

3.3 INICIATIVAS TECNOLÓGICAS

Nos documentos e artigos analisados, foram mapeadas diversas ações operacionais que resultaram na redução drástica do descarte em aterros, classificadas em 6 categorias tecnológicas de boas práticas:

- Gestão da informação: a confiabilidade de dados acerca da geração de RCD é um diferencial estratégico para o alcance das metas. O Reino Unido, de acordo com Bonifazi *et al.* (2025), implementou uma metodologia de análise de fluxos de materiais orientada inteiramente por dados, otimizando o gerenciamento de recursos na cadeia produtiva.
- Estratégias de separação: devido à heterogeneidade dos RCD (madeira, solo, cimento, cerâmica), a triagem precoce na fonte é vital. Alemanha e Países Baixos utilizam sistemas integrados e automatizados de classificação mecânica e óptica em canteiros de obras, atendendo às exigências da União Europeia que obrigam a segregação prévia de frações valorizáveis.
- Implementação de taxas: a criação de impostos progressivos sobre o descarte em aterros é a estratégia fiscal mais contundente identificada, sendo amplamente adotada por Dinamarca, Espanha e Países Baixos para incentivar economicamente a transição para a reciclagem. Contudo, os valores devem ser calibrados com cautela. Saradara *et al.* (2023) identificaram que na Alemanha, a aplicação de taxas excessivamente elevadas e sem fiscalização punitiva proporcional gerou, temporariamente, o efeito colateral de incentivar descartes irregulares em aterros clandestinos por agentes periféricos que buscavam evadir as tarifas.
- Foco na prevenção e desconstrução: As estratégias europeias focam em padrões consolidados de desconstrução seletiva de edifícios antigos. Ao invés de demolições por impacto (implosões ou esmagamento), os edifícios são

desmontados em componentes reversíveis, preservando a integridade física de blocos e estruturas para reuso imediato.

- Integração de *stakeholders* e governança multi-nível: Ma *et al*. (2023) destacam a relevância da cooperação amigável entre os três níveis de governo para o alcance de normas homogêneas, partindo de diálogos integrados entre os Ministérios do Meio Ambiente e gestores municipais. Essa articulação é fundamental para superar as barreiras de governança em blocos econômicos ou federações de estados com poderes descentralizados.
- Responsabilização estendida do gerador: na Alemanha, as construtoras são juridicamente obrigadas a incorporar resíduos recuperáveis ou matérias-primas secundárias em seus novos processos produtivos, mitigando a extração de agregados naturais. O Reino Unido aplica planos compulsórios de gerenciamento para projetos com orçamento acima de £ 300.000, enquanto a República Tcheca exige o rastreamento completo da cadeia produtiva de ponta a ponta, desde o poço de geração até o destino final de reutilização.

No campo específico das iniciativas tecnológicas avançadas, a pesquisa bibliográfica identificou uma forte tendência na reciclagem e reutilização de frações finas e minerais na produção de materiais cimentícios. O aproveitamento de subprodutos como pó de vidro reciclado e frações finas de concreto calcinado tem se mostrado viável para substituir parcialmente o clínquer ou os agregados naturais na produção de argamassas e novos concretos sustentáveis. Essas tecnologias mitigam as emissões de gases de efeito estufa associadas à descarbonatação do calcário e reduzem a pegada ecológica da construção civil, fechando o ciclo de materiais no próprio setor produtivo de matrizes cimentícias.

3.4 ANÁLISE CRÍTICA E PARALELO COM A REALIDADE NORMATIVA BRASILEIRA

Ao confrontar o modelo europeu com o cenário brasileiro, emergem assimetrias estruturais profundas. O arcabouço normativo brasileiro fundamenta-se principalmente na Resolução CONAMA nº 307/2002 (Brasil, 2006) e na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010). Embora a Resolução CONAMA nº 307 tenha sido pioneira ao classificar os resíduos em quatro categorias (Classes A, B, C e D) e ao atribuir a responsabilidade ao gerador, sua aplicação prática encontra barreiras crônicas de fiscalização e governança municipal.

Ao contrário da Europa, onde a Diretiva 2008/98/CE foi acompanhada por pesadas taxas de aterro que tornaram o agregado natural mais caro que o reciclado, o Brasil sofre com a falta de incentivos econômicos. No território nacional, a deposição clandestina ou o envio de RCD para bota-foras e aterros de inertes de baixo custo financeiro ainda competem desigualmente com as usinas de reciclagem, cuja viabilidade comercial é sufocada por impostos cumulativos sobre o produto reciclado.

Além disso, a governança intergovernamental europeia centralizada pelo Eurostat expõe a fragilidade dos municípios brasileiros, que majoritariamente não possuem

Planos Integrados de Gerenciamento de RCD atualizados ou dados estatísticos confiáveis, inviabilizando qualquer planejamento macroeconômico regionalizado. A transição brasileira para a economia circular na construção civil exige, portanto, a evolução de um modelo puramente punitivo (baseado em multas raramente aplicadas) para um ecossistema de estímulos fiscais, desoneração tributária da cadeia de reciclagem e obrigatoriedade de triagem na fonte em obras públicas federais e estaduais.

4 CONCLUSÃO

A gestão sustentável de resíduos da construção e demolição (RCD) consolida-se como um eixo estratégico e inadiável para o desenvolvimento urbano global. Com base na revisão sistemática e na análise documental empreendidas, conclui-se que o sucesso alcançado pelo bloco europeu na elevação de suas taxas médias de reciclagem para patamares próximos a 90% não decorre de soluções isoladas, mas sim de uma forte simbiose entre regulação rigorosa de comando e controle, instrumentos tributários punitivos ao descarte em aterros, triagem obrigatória na fonte e responsabilidade estendida do gerador aplicada desde a fase de concepção dos projetos arquitetônicos.

O estudo alcançou o seu objetivo ao decodificar essas práticas e demonstrar que o real ineditismo dessa investigação reside no paralelo crítico traçado com o cenário brasileiro. Evidenciou-se que a mera existência de textos legais avançados, como a Resolução CONAMA nº 307/2002, é inócua se desacompanhada de mecanismos fiscais que viabilizem economicamente o mercado de agregados reciclados e de uma governança regional parametrizada que unifique a coleta de dados estatísticos.

Como limitações do atual corpo de literatura científica revisado, aponta-se que as pesquisas disponíveis ainda se concentram excessivamente em análises unidimensionais (técnicas ou ambientais), carecendo do desenvolvimento de modelos e estruturas integradas que avaliem, de forma concomitante e holística, os impactos sociais e a viabilidade macroeconômica da cadeia de logística reversa do RCD em mercados emergentes.

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros, recomendam-se o desenvolvimento e validação de modelos preditivos e micro-espaciais para estimar a geração volumétrica de RCD em tempo real nas malhas urbanas e investigação dos fatores comportamentais e barreiras sociais que influenciam a aceitação e a confiabilidade de engenheiros e consumidores finais em relação ao uso de materiais reciclados na construção civil.

Declaração

Durante a preparação deste artigo, todos os autores utilizaram o NotebookLM para a análise do conteúdo e o ajuste de redação do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] WU, H.; ZUO, J.; ZILLANTE, G.; WANG, J.; YUAN, H. Status quo and future directions of construction and demolition waste research: A critical review. **Journal of Cleaner Production**, 240, 118163. 2019; https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118163

[2] KABIRIFAR, K.; MOJTAHEDI, M.; WANG, C.; TAM, V. W. Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. **Journal of Cleaner Production**, 263, 121265. 2020; https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121265

[3] AL-OTAIBI, A.; BOWAN, P. A.; ABDEL DAIEM, M. M.; SAID, N.; EBOHON, J. O.; ALABDULLATIEF, A.; AL-ENAZI, E.; WATTS, G. Identifying the barriers to sustainable management of construction and demolition waste in developed and developing countries. Sustainability, 14(13), 7532. 2020; https://doi.org/10.3390/su14137532

[4] GÁLVEZ-MARTOS, J.-L.; STYLES, D.; SCHOENBERGER, H.; ZESCHMAR-LAHL, B. Construction and demolition waste best management practice in Europe. Resources, Conservation & Recycling, 136, 166–178. 2018; https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016

[5] CARO, D.; LODATO, C.; DAMGAARD, A.; CRISTÓBAL, J.; FOSTER, G.; FLACHENECKER, F.; TONINI, D. Environmental and socio-economic effects of construction and demolition waste recycling in the European Union. Science of the Total Environment, 908, 168295. 2024; https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168295

[6] BOVEA, M. D.; POWELL, J. C. Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes. Waste Management, 50, 151-172. 2016; http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.036

[7] ZHANG, C.; HU, M.; DI MAIO, F.; SPRECHER, B.; YANG, X.; TUKKER, A. An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe. Science of the Total Environment, 803, 149892. 2022; https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149892

[8] GHERMAN, I. E.; LAKATOS, E. S.; CLINCI, S. D.; LUNGU, F.; CONSTANDOIU, V. V.; CIOCA, L. I.; RADA, E. C. Circularity outlines in the construction and demolition waste management: a literature review. Recycling, 8(5), 69. 2023; https://doi.org/10.3390/recycling8050069

[9] CHEN, J.; SU, Y.; SI, H.; CHEN, J. Managerial areas of construction and demolition waste: A scientometric review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(11), 2350. 2018; doi:10.3390/ijerph15112350

[10] BONIFAZI, G.; GROSSO, C.; PALMIERI, R.; SERRANTI, S. Current trends and challenges in construction and demolition waste recycling. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 53, 101032. 2025; https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2025.101032

[11] MA, M.; TAM, V. W. Y.; LE, K. N.; BUTERA, A.; LI, W.; WANG, X. Comparative analysis on international construction and demolition waste management policies and laws for policy makers in China. Journal of Civil Engineering and Management, 29(2), 107–130. 2023; https://doi.org/10.3846/jcem.2023.16581

[12] ISLAM, N.; SANDANAYAKE, M.; MUTHUKUMARAN, S.; NAVARATNA, D. Review on sustainable construction and demolition waste management—challenges and research prospects. Sustainability, 16(8), 3289. 2024; https://doi.org/10.3390/su16083289

[13] SARADARA, S. M.; KHALFAN, M. M. A.; RAUF, A.; QURESHI, R. On the path towards sustainable construction — The case of the United Arab Emirates: a review. Sustainability, 15(19), 14652. 2023; https://doi.org/10.3390/su151914652

[14] BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 307, 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União. Brasília, 17 de julho de 2002. Disponível em: <

https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305>. Acesso em: 28 jun. 2026;

[15] BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Brasília: Diário Oficial da União. Brasília, 3 de agosto de 2010. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 28 jun. 2026;

[16] AKHTAR, A.; SARMAH, A. K. (2018). Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. Journal of Cleaner Production, 186, 262-281. 2018; https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.085

[17] DUAN, H.; MILLER, T. R.; LIU, G.; TAM, V. W. Y. Construction debris becomes growing concern of growing cities. Waste Management, 83, 1–5. 2019; https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.044

[18] LEE, S.; CHANG, H.; LEE, J. Construction and demolition waste management and its impacts on the environment and human health: Moving forward sustainability enhancement. Sustainable Cities and Society, 115, 105855. 2024; https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105855