INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO (ILATIT)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL (PPG ECI)

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO À LUZ DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

ALESSANDRA NATIELE MATIAS

Foz do Iguaçu
2020

INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO (ILATIT)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL (PPG ECI)

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO À LUZ DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

ALESSANDRA NATIELE MATIAS

Trabalho de dissertação apresentado como requisito final para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG ECI) da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).

Orientadora: Profa. Dra. Edna Possan

Foz do Iguaçu
2020

Catalogação elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação
Catalogação de Publicação na Fonte. UNILA - BIBLIOTECA LATINO-AMERICANA

M433
Matias, Alessandra Natiele.
Resíduos de construção e demolição à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos / Alessandra Natiele Matias. - Foz do Iguaçu-PR, 2020.
204 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Foz do Iguaçu - PR, 2020.
Orientador: Profa. Dra. Edna Possan.

1. Construção civil - Resíduos. 2. Resíduos - Gestão e gerenciamento. 3. Construção civil - Sustentabilidade. 4. Construção civil - Brasil. I. Possan, Profa. Dra. Edna. II. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. III. Título.

CDU 691(81)

ALESSANDRA NATIELE MATIAS

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO À LUZ DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG ECI) da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), como requisito parcial para qualificação no curso de pós-graduação em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

_____

Orientadora: Profa. Dra. Edna Possan
UNILA

_____

Prof. Dr. Samuel Fernando Adami
(UNILA)

_____

Profa. Dra. Lucia Bressani
(UTFPR – Câmpus Toledo)

Foz do Iguaçu, 28 de fevereiro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só se concretizou devido à colaboração, de um grande número de pessoas. Desta forma eu gostaria de prestar os meus sinceros agradecimentos:

À minha professora orientadora Edna Possan, que aceitou o desafio proposto pela coordenação do curso e me guiou incessantemente com muita maestria e sabedoria durante esta árdua jornada. Ela que é responsável por eu ter me tornado um ser humano relativamente melhor e será sempre um exemplo de profissional talentosa e responsável, cidadã consciente, mãe e esposa dedicada, mulher guerreira, amiga fiel e companheira, um exemplo em todos os sentidos. Apesar do mundo ter me feito cair diversas vezes, você não me abandonou em nenhum momento, pelo contrário você me deu forças para prosseguir e lutar por esta conquista. Dizem que “Deus coloca em nosso caminho anjos disfarçados de pessoas”, isso representa perfeitamente tudo aquilo que você significa para mim. Obrigada eterna mestre, a você dedico toda a minha gratidão e admiração!

À minha família que sempre esteve ao meu lado, apoiando, torcendo, rezando e fornecendo todos os tipos de suporte, em especial à minha mãe, Silvia Losilda Matias, ao meu pai, Alberone Matias, aos meus irmãos, Jonathan Diogo Matias e Franciele Fabiola Matias, e ao meu cunhado, Ademir Roberto Krause, pelo amparo e pela força que transmitiram, mesmo de longe.

Ao professor Dr. Oswaldo Hideo Ando Junior, que me possibilitou ingressar no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG ECI), à Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) pela concessão da bolsa de estudos, à secretaria e coordenação do curso pelos serviços prestados, aos professores da banca pelas orientações e aos demais professores do curso pelo conhecimento e aprendizado compartilhados.

Ao meu namorado, Jean do Carmo, que presenciou apenas o processo final, mas ainda assim se dispôs a me auxiliar na dissertação.

Aos colegas de curso que estiveram juntos comigo em todas as fases e momentos de nossa jornada.

Aos profissionais responsáveis do poder público e/ou áreas de destinação final das capitais brasileiras, que colaboraram com a pesquisa.

À Deus por colocar todas essas pessoas em meu caminho e me fazer capaz.

A todos o meu muito obrigada.

MATIAS, Alessandra Natiele. **Resíduos de construção e demolição à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2020. 204 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2020.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo delinear o panorama atual da gestão e gerenciamento dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) nas capitais brasileiras, em relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Trata-se de uma pesquisa de caráter quali-quantitativo baseada em abordagem múltipla, adotando-se como procedimentos a revisão de literatura com análise bibliométrica, e as pesquisas exploratória e de levantamento. Para tanto, a pesquisa foi dividida da seguinte forma: i) breve introdução da parte conceitual e teórica com foco nacional, apresentando uma visão geral a respeito da temática e levantando indicadores sobre a geração de RCD no Brasil; ii) revisão de literatura com foco internacional, de modo a obter um estado da arte sobre os rumos de investigação e as práticas efetivas de gestão e gerenciamento dos RCD; iii) pesquisa exploratória para levantamento de informações documentais sobre os planos de resíduos sólidos nos âmbitos estaduais, microrregionais, de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, intermunicipais ou municipais; e pesquisa de levantamento por meio de questionários/entrevistas, visando buscar dados sobre a gestão integrada dos RCD, incluindo desde as etapas de geração, manejo e destinação final. Esta última etapa da pesquisa foi conduzida junto as 27 capitais brasileiras. Os questionários foram encaminhados por e-mail e via portal da transparência, sendo também realizadas entrevistas via contato telefônico. A taxa de retorno foi da ordem de 96,3%. A partir da literatura consultada constatou-se que são gerados em média 140,38 kg de RCD por m² de construção (a mediana é da ordem de 150 kg/m²). A taxa de geração per capita de RCD tem média de 1,29 e mediana de 1,22 kg/hab./dia. Verificou-se que o uso de ferramentas computacionais, como o BIM é indicado como estratégia primordial para a não geração ou redução da geração do RCD nas fases de projeto e construção. Em relação a reciclagem de RCD, constatou-se que o emprego de agregado reciclado para a produção de concreto estrutural ainda carece de comprovação de desemprenho, sobretudo quanto aos aspectos de durabilidade. No que se refere à gestão e gerenciamento de RCD, a quantificação precisa da geração é um pré-requisito para a implementação de estratégias bem-sucedidas. Já a aplicação de estratégias múltiplas (BIM, ACV, pré-fabricação, incentivos econômicos, entre outros) possuem maior efeito positivo que estratégias isoladas. Sobre as pesquisas exploratória e de levantamento, constatou-se que apenas 59% das capitais brasileiras e seus respectivos Estados possuem planos de resíduos sólidos e 48,8% possuem uma adequada gestão integrada dos RCD, sob a ótica da PNRS. Também foi identificado que existem divergências entre as bases de dados do Governo Federal e informações declaradas pelos agentes oficiais, sem contar que muitas informações são ausentes e/ou inexistentes. Há falta de homogeneização dos conceitos relacionados aos resíduos sólidos, com diversas nomenclaturas para um mesmo item, o que dificulta o processo de gestão e gerenciamento dos resíduos no Brasil. Logo, uniformizar e entender corretamente os termos técnicos é um primeiro passo para a adequada gestão integrada dos RCD no país. Além disso faz-se necessário quantificar corretamente a geração de RCD. O conceito de economia circular deve ser considerado na elaboração de políticas públicas voltadas para o aprimoramento e o melhor gerenciamento de RCD no Brasil.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil. Gestão e gerenciamento dos resíduos. Hierarquia dos resíduos. Economia circular. Sustentabilidade na construção.

MATIAS, Alessandra Natiele. **Construction and demolition waste in the light of the National Solid Waste Policy**. 2020. 204 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2020.

ABSTRACT

This research aims to outline the current panorama of the management and management of Construction and Demolition Waste (CDW) in the Brazilian capitals, in relation to the National Solid Waste Policy (NSWP). It is a qualitative and quantitative research based on a multiple approach, adopting as procedures the literature review with bibliometric analysis, and the exploratory and survey research. To this end, the research was divided as follows: i) brief introduction of the conceptual and theoretical part with a national focus, presenting an overview about the theme and raising indicators on the generation of CDW in Brazil; ii) literature review with an international focus, in order to obtain a state of the art on the directions of investigation and the effective management and management practices of the CDW; iii) exploratory research to collect documentary information on solid waste plans at state levels, micro-regions, metropolitan regions or urban agglomerations, intermunicipal or municipal; and survey research through questionnaires/interviews, aiming to seek data on the integrated management of the CDW, including from the generation, management and final destination stages. This last stage of the research was conducted with the 27 Brazilian capitals. The questionnaires were sent by e-mail and via the transparency portal, and interviews were also conducted via telephone contact. The rate of return was around 96,3%. From the literature consulted, it was found that an average of 140,38 kg of CDW is generated per m² of construction (the median is around 150 kg/m²). The per capita generation rate of CDW has an average of 1,29 and a median of 1,22 kg/inhab./day. It was found that the use of computational tools, such as BIM, is indicated as a primary strategy for the non-generation or reduction of CDW generation in the design and construction phases. Regarding the recycling of CDW, it was found that the use of recycled aggregate for the production of structural concrete still lacks proof of performance, especially in terms of durability. With regard to the management and management of CDW, accurate quantification of generation is a prerequisite for the implementation of successful strategies. The application of multiple strategies (BIM, LCA, prefabrication, economic incentives, among others) have a greater positive effect than isolated strategies. Regarding exploratory and survey research, it was found that only 59% of Brazilian capitals and their respective states have solid waste plans and 48.8% have an adequate integrated management of CDW, under the perspective of NSWP. It was also identified that there are divergences between the Federal Government databases and information declared by official agents, not to mention that much information is absent and/or non-existent. There is a lack of homogenization of concepts related to solid waste, with several nomenclatures for the same item, which makes the process of management and management of waste in Brazil difficult. Therefore, standardizing and correctly understanding technical terms is a first step towards the adequate integrated management of CDW in the country. In addition, it is necessary to correctly quantify the generation of CDW. The concept of circular economy must be considered in the development of public policies aimed at the improvement and better management of CDW in Brazil.

Key words: Construction waste. Waste management. Waste hierarchy. Circular economy. Construction sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais marcos legais relacionados aos RCD em âmbito federal 20
Figura 2 – Planos de resíduos sólidos em ordem de relevância e abrangência geográfica 22
Figura 3 – Formas de destinação dos RCD conforme sua classificação 24
Figura 4 – Distribuição da geração per capita de RCD, PIB per capita e IDH dos 10 Estados membros da União Europeia com as maiores taxas de geração per capita de RCD em 2016 29
Figura 5 – Distribuição dos montantes de RCD e RSU coletados pelos serviços públicos de resíduos sólidos nas regiões e Brasil em 2018 30
Figura 6 – Mapa do montante de RCD coletado por região em 2018 31
Figura 7 – Distribuição do montante de resíduos recebidos pelas unidades de processamento no Brasil em 2018 32
Figura 8 – Histogramas da estimativa da geração de RCD em alguns municípios brasileiros 34
Figura 9 – Distribuição das estimativas referentes à geração per capita de RCD em alguns municípios brasileiros 35
Figura 10 – Origem do RCD gerado em alguns municípios brasileiros (% da massa total) 37
Figura 11 – Origem do RCD em Belo Horizonte (% da massa total) 37
Figura 12 – Ordem de prioridade na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos 39
Figura 13 – Concentração de centrais de reciclagem de RCD por Estado 41
Figura 14 – Principais causas de dificuldades na venda de agregados reciclados de RCD 42
Figura 15 – Resumo dos processos de identificação, classificação e análise detalhada dos artigos científicos selecionados 47
Figura 16 – Evolução da tendência de publicação dos artigos científicos relacionados aos RCD 48
Figura 17 – Crescimento exponencial da produção científica de 1980 a 2012 49
Figura 18 – Distribuição geográfica da publicação dos artigos científicos relacionados aos RCD (2008 a 2019) 49
Figura 19 – Distribuição anual da publicação de artigos científicos relacionados aos RCD 51
Figura 20 – Distribuição anual da publicação de artigos científicos relacionados à RCD em periódicos . 52
Figura 21 – Resultados gerais quanto à: a) existência e b) distribuição por região, dos planos estaduais de resíduos sólidos elaborados pelos Estados 79
Figura 22 – Resultados gerais quanto à: a) existência e b) distribuição por região, dos estudos de regionalização elaborados pelos Estados 80
Figura 23 – Resultados gerais quanto à: a) existência, b) abrangência e c) distribuição por região, dos PMGIRS elaborados pelas capitais brasileiras 82
Figura 24 – Resultados gerais quanto às questões de políticas públicas que tratam dos RCD nas capitais brasileiras 92
Figura 25 – Resultados gerais quanto à questão da responsabilidade pela destinação final dos RCD nas capitais brasileiras 93
Figura 26 – Resultados gerais quanto à questão de PPP e as primeiras questões de destinação final dos RCD nas capitais brasileiras 97
Figura 27 – Resultado geral quanto à questão do local utilizado para destinação final dos RCD nas capitais brasileiras 97
Figura 28 – Resultados gerais quanto às últimas questões de destinação final dos RCD nas capitais brasileiras 105
Figura 29 – Resultado geral quanto à questão do destino dado aos resíduos não aceitos pelo local utilizado para destinação final dos RCD nas capitais brasileiras 106
Figura 30 – Resultados gerais quanto às questões de transporte, reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD nas capitais brasileiras 113
Figura 31 – Mapa com a pontuação total referente às pesquisas exploratória e de levantamento 116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composições gravimétricas dos RCD por Classe em alguns municípios brasileiros ... 25
Tabela 2 – Composições volumétricas e gravimétricas dos RCD por tipologia em alguns municípios brasileiros ... 26
Tabela 3 – Geração de RCD e Resíduos Sólidos (RS) na União Europeia em 2016 ... 27
Tabela 4 – Evolução dos montantes de RCD e RSU gerados e coletados pelos serviços públicos de resíduos sólidos no Brasil ao longo de um período de 11 anos (2008-2018) ... 29
Tabela 5 – Evolução dos montantes de RCD e RSU coletados pelos serviços públicos de resíduos sólidos nas regiões e Brasil (em toneladas/dia) ... 30
Tabela 6 – Evolução do montante de RCD recebido pelas unidades de processamento ambientalmente adequadas (em toneladas) ... 31
Tabela 7 – Estimativa da geração de RCD em alguns municípios brasileiros ... 39
Tabela 8 – Ações a serem tomadas no gerenciamento dos RCD ... 39
Tabela 9 – Países e regiões mais ativos na publicação de artigos científicos relacionados aos RCD (2008 a 2019) ... 50
Tabela 10 – Principais periódicos de publicação de artigos científicos relacionados aos RCD (2008 a 2019) ... 52
Tabela 11 – Principais autores de artigos científicos relacionados aos RCD (2008 a 2019) ... 53
Tabela 12 – Distribuição anual da publicação de artigos científicos por tópicos de pesquisa relacionados aos RCD ... 54
Tabela 13 – Principais artigos científicos relacionados aos RCD ... 54
Tabela 14 – Informações gerais das capitais brasileiras e suas respectivas Unidades Federativas ... 76
Tabela 15 – Plano estadual de resíduos sólidos elaborado nos termos previstos na Lei nº 12.305/2010 ... 78
Tabela 16 – Estudo de regionalização ... 79
Tabela 17 – PMGIRS elaborado nos termos previstos na Lei nº 12.305/2010 ... 81
Tabela 18 – Resumo dos planos de resíduos sólidos (estadual e intermunicipal ou municipal) elaborados nos termos previstos na Lei nº 12.305/2010 e estudo de regionalização por capital brasileira ... 83
Tabela 19 – Resumo dos planos de resíduos sólidos (estadual e intermunicipal ou municipal) elaborados nos termos previstos na Lei nº 12.305/2010 e estudo de regionalização por região ... 83
Tabela 20 – Capitais brasileiras que responderam ao questionário/entrevista ... 84
Tabela 21 – Resumo das questões de políticas públicas que tratam dos RCD ... 91
Tabela 22 – Resumo da questão de PPP e das primeiras questões de destinação final dos RCD 96
Tabela 23 – Geração estimada de RCD em âmbito municipal ... 99
Tabela 24 – Resumo das últimas questões de destinação final dos RCD ... 104
Tabela 25 – Resumo das questões de transporte, reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD ... 112
Tabela 26 – Resumo da pontuação referente à pesquisa de levantamento ... 114
Tabela 27 – Pontuação detalhada referente à pesquisa de levantamento ... 114
Tabela 28 – Resumo da pontuação total referente às pesquisas exploratória e de levantamento ... 115

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ATT	Área de Transbordo e Triagem
AR	Agregado Reciclado
BIM	Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling*)
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EC	Economia Circular
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPP	Parceria Público-Privada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UF	Unidade Federativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 OBJETIVOS 16
1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 16
2 RESÍDUOS SÓLIDOS 18
2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) 19
2.1.1 Definições 19
2.1.2 Legislação e Normas Brasileiras Aplicáveis 19
2.1.3 Classificação e Composição 23
2.1.4 Geração 27
2.1.5 Origem 36
2.1.6 Gestão e Gerenciamento 38
3 GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: CENÁRIO INTERNACIONAL 44
3.1 INTRODUÇÃO 44
3.2 METODOLOGIA 46
3.2.1 Identificação dos Artigos Científicos 46
3.2.2 Classificação dos Artigos Científicos Selecionados 46
3.2.3 Análise Detalhada dos Artigos Científicos Selecionados 47
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 48
3.3.1 Publicações por Ano 48
3.3.2 País/Região da Publicação 49
3.3.3 Periódico de Publicação 51
3.3.4 Publicação por Autor 53
3.3.5 Tópicos de Pesquisa 54
3.3.6 Tendências e Perspectivas 54
3.3.6.1 Redução 55
3.3.6.2 Reciclagem 57
3.3.6.3 Disposição final 59
3.3.6.4 Gestão e gerenciamento em geral 60
3.3.6.5 Outros 63
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 64
3.5 REFERÊNCIAS 67
4 DIAGNÓSTICO DA GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO CENÁRIO NACIONAL 73
4.1 INTRODUÇÃO 73
4.2 METODOLOGIA 75

4.2.1 Etapa 1 – Pesquisa exploratória 76
4.2.2 Etapa 2 – Pesquisa de levantamento 77
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 77
4.3.1 Status Geral dos Planos de Resíduos Sólidos 77
4.3.2 Status Geral da Gestão Integrada dos RCD 84
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 116
4.5 REFERÊNCIAS 117
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 121
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS 121
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 122
REFERÊNCIAS 123
APÊNDICES 140
APÊNDICE A – TABELAS 141
APÊNDICE B – ARTIGOS DA REVISÃO DE LITERATURA 144
APÊNDICE C – FICHA QUESTIONÁRIO PRÉ TESTE 195
APÊNDICE D – FICHA QUESTIONÁRIO PÓS TESTE 198
APÊNDICE E – ENDEREÇOS ELETRÔNICOS DOS PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS 201

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, seja pela sua participação de forma ativa na geração de empregos e renda, contribuição na redução do déficit habitacional ou evolução da infraestrutura do país. Em 2016, segundo a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as empresas ativas com mais de uma pessoa ocupada totalizaram 127 mil, ocupando cerca de 2,0 milhões de pessoas (IBGE, 2016). A cadeia produtiva da construção registrou valor adicionado de R$ 460,5 bilhões, respondendo por 7,3% do Produto Interno Bruto (PIB) de 2016 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO - ABRAMAT, 2017).

Por outro lado, a construção civil causa impactos consideráveis ao meio ambiente, que vão desde o consumo elevado de recursos naturais e modificação da paisagem, até a alta geração de resíduos. Esses resíduos são denominados Resíduos de Construção e Demolição (RCD)[1] e de acordo com a Comissão Europeia (*European Comission*), constituem um dos fluxos de resíduos mais pesados e volumosos, representando de 25 a 30% do total de resíduos gerados na União Europeia (EUROPEAN COMISSION, 2019*)*. Enquanto que em alguns municípios brasileiros, estima-se que os RCD podem representar de 50 a 70% do total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (PINTO, 1999).

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil elaborado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), em 2018 foram geradas 79 milhões de toneladas e coletadas 72,7 milhões de toneladas de RSU[2] (ABRELPE, 2019). Os dados obtidos pelas pesquisas demonstraram que alguns municípios também foram responsáveis pelos serviços de manejo e limpeza urbana de cerca de 44,5 milhões de toneladas de RCD originários principalmente dos pequenos geradores[3]. Isso representa que os RCD tiveram uma participação de 61,2% em relação ao total de RSU coletado. Ainda não existem dados oficiais sobre a geração de RCD no país, visto que dados estatísticos dos serviços privados e municípios que não dispõem dos serviços públicos de manejo desses resíduos, não estão disponíveis.

De modo geral, os RCD são vistos como resíduos de baixa periculosidade e não representam grandes riscos ambientais. No entanto, muitos municípios estão sofrendo com a alta geração e destinação imprópria desses resíduos que resultam, sobretudo, no esgotamento de aterros sanitários. Segundo Pinto (2005), os RCD quando dispostos irregularmente podem causar

[1] Neste trabalho será utilizado o termo Resíduos de Construção e Demolição (RCD), mesmo quando as fontes citadas utilizarem o termo Resíduos da Construção Civil (RCC), por essa ser a tradução da terminologia mais utilizada em outros países (*Construction and Demolition Waste*).

[2] O panorama considerou como RSU, aqueles gerados em residências urbanas e os recolhidos pelos serviços de limpeza de vias e logradouros públicos (ABRELPE, 2019).

[3] Como não consta em nenhuma política pública de âmbito federal a definição do pequeno gerador de RCD, cabe nesse caso, aos Municípios e ao Distrito Federal, por meio de suas legislações locais, determinar a quantidade ou o volume limite que caracteriza o pequeno gerador de RCD. Em geral, alguns municípios têm classificado como pequeno gerador aquele que produz até 1 m³ de RCD. Contudo, muitas vezes não informam as condições para esta geração (se por obra, por mês, por ano, etc.).

a proliferação de agentes transmissores de doenças; provocar o comprometimento do tráfego de pedestres e veículos; a degradação do sistema natural e da paisagem urbana; a obstrução dos sistemas de drenagem; e o assoreamento de rios e córregos. Também podem ser responsáveis pela contaminação do solo e lençol freático; enchentes; erosão; poluição visual, sonora e atmosférica; prejuízos sociais e desvalorização das áreas de entorno; atração de diversos tipos de resíduos; entre outros, trazendo elevados custos diretos e indiretos aos cofres públicos.

Nos últimos anos, os RCD têm merecido especial atenção de profissionais e pesquisadores, que buscam formas de não apenas reduzir a sua geração, como também viabilizar o seu reaproveitamento. Devido à crescente conscientização do desenvolvimento sustentável[4] e inclusão do conceito de economia circular[5], a problemática do manejo dos RCD passou a se tornar mais evidente para a sociedade, estimulando os governantes a implementarem políticas públicas voltadas à gestão e gerenciamento dos resíduos.

No cenário internacional, destacam-se os Estados Unidos, que em meados da década de 1970 já possuíam uma legislação para resíduos, denominada Lei de Conservação e Reciclagem de Recursos (*Resource Conservation and Recovering Act* – RCRA) (UNITED STATES, 1976) e a União Europeia, que apesar de não possuir uma lei específica para os RCD, tal como se verifica para outros tipos de resíduos (baterias, embalagens, equipamentos elétricos e eletrônicos, óleos e veículos em fim de vida), através da Diretiva nº 75/442/CEE (EUROPEAN UNION, 1975) do Conselho, de 15 de julho de 1975, passou a regulamentar os resíduos em geral. Atualmente, a presente Diretiva nº 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, estabelece medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão dos resíduos, diminuindo os impactos gerais da utilização dos recursos e melhorando a eficiência dessa utilização (EUROPEAN UNION, 2008, art. 1º). Também determina que se aplique a seguinte hierarquia dos resíduos: prevenção e redução; preparação para a reutilização; reciclagem; outros tipos de valorização, por exemplo a valorização energética; e eliminação (EUROPEAN UNION, 2008, art. 4º, nº 1). Para Mália et al. (2013), essa Diretiva marca a transição de uma política baseada no descarte de resíduos para uma que priorize seu uso por meio da reciclagem, a fim de economizar recursos naturais.

Embora a Diretiva não seja específica para um tipo de resíduo, ela contém duas referências importantes relativas ao RCD: a) são excluídos do âmbito de aplicação, o solo não contaminado e outros materiais naturais resultantes de escavações, sempre que se tenha a certeza de que os materiais em causa serão utilizados para efeitos de construção no seu estado natural e no local em que foram escavados (EUROPEAN UNION, 2008, art. 2º); b) é determinado que até o ano de 2020, a preparação para reutilização, reciclagem e valorização de outros materiais, incluindo operações de enchimento utilizando resíduos como substituto de outros materiais, de

[4] No Relatório Brundtland, o desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz “as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (WORLD COMISSION ON ENVIROMENT AND DEVELOPMENT – WCED, 1987, p. 24).

[5] A economia circular envolve o uso mais eficiente de recursos e energia, levando à minimização de resíduos, bem como à redução dos impactos ambientais dos ciclos de produtos (LÓPEZ RUIZ; RAMÓN; DOMINGO, 2020).

RCD não perigosos, com exclusão de materiais naturais definidos na categoria 17 05 04 da lista de resíduos, sofrem um aumento mínimo de 70% em peso (EUROPEAN UNION, 2008, art. 11, nº 2, alínea b). Posteriormente, foram publicadas alterações dessa Diretiva e apesar de não existirem leis comunitárias sobre RCD, alguns países da União Europeia adotaram medidas individuais para incentivar a prevenção e o reaproveitamento desses resíduos.

Segundo Gálvez-Martos et al. (2018), os holandeses e dinamarqueses têm tido muito sucesso em promover a reciclagem de RCD através da cobrança de taxas sobre o descarte dos resíduos e a extração de agregados naturais. Conforme afirmam os autores, esses instrumentos não legislativos orientados para o mercado e elaborados pelo poder público, além de créditos em métodos de avaliação e certificação ambiental para edifícios, como o Método de Avaliação Ambiental do Estabelecimento de Pesquisa para Edifícios (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method* - BREEAM) e Liderança em Energia e Design Ambiental (*Leadership in Energy and Environmental Design* - LEED), em conjunto com outros fatores, contribuem para melhores resultados.

No cenário nacional, até o início do século XXI não haviam políticas públicas específicas para os resíduos, somente em 2002 foi publicada a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a qual estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2002, art. 1º). Esta Resolução classifica os RCD em função das características, além de apresentar formas de destinação destes conforme sua classificação. Também determina que os geradores tenham como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, reutilização, reciclagem e sua destinação final (BRASIL, 2002, art. 4º).

A Resolução considera instrumento para a implementação da gestão dos RCD, o Plano Municipal de Gestão de RCD a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2002, art. 5º). Este Plano Municipal de Gestão de RCD deverá incorporar: I) as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e para os Planos de Gerenciamento de RCD a serem elaborados pelos grandes geradores[6]; II) o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento; III) o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação de resíduos e de disposição final de rejeitos; IV) a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas; V) o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo; VI) a definição de critérios para o cadastramento de transportadores; VII) as ações de orientação, de fiscalização e de

[6] Como não consta em nenhuma política pública de âmbito federal a definição do grande gerador de RCD, cabe nesse caso, aos Municípios e ao Distrito Federal, por meio de suas legislações locais, determinar a quantidade ou o volume limite que caracteriza o grande gerador de RCD. Em geral, alguns municípios têm classificado como grande gerador aquele que produz acima de 1 m³ de RCD. Contudo, muitas vezes não informam as condições para esta geração (se por obra, por mês, por ano, etc.).

controle dos agentes envolvidos; VIII) as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação (BRASIL, 2002, art. 6º).

A partir da publicação desta Resolução, fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses para que os Municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Municipais de Gestão de RCD, que deverão ser implementados em até seis meses após a sua publicação (BRASIL, 2002, art. 11).

Posteriormente à um processo de mais de 20 anos de discussões no Congresso Nacional, em 2010 o país finalmente ganhou um marco regulatório para os resíduos sólidos, a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010a), que é regulamentada pelo Decreto nº 7.404 (BRASIL, 2010b). Esta Lei instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Municípios, Distrito Federal ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010a, art. 4º).

A Lei prevê que na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, deve-se observar a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a, art. 9º), consoante à economia circular. Também incumbe aos Estados, aos Municípios e ao Distrito Federal, fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, na forma e na periodicidade estabelecidas em regulamento (BRASIL, 2010a, art. 12, parágrafo único).

Dentre os principais instrumentos da PNRS estão os planos de resíduos sólidos, os quais tornaram-se condição para os Estados, o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana, manejo e gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010a, arts. 16 e 18). Cabe ressaltar que isso entrou em vigor dois anos após a data de publicação desta Lei (BRASIL, 2010a, art. 55).

A Lei nº 12.305/2010 também estabelece que a responsabilidade compartilhada faz dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010a, art. 55). Segundo Romani e Segala (2014), esse princípio não só reitera que a responsabilidade pela gestão e gerenciamento dos resíduos ultrapassa o setor público, como prevê obrigações pós-consumo, em conformidade com a destinação final ambientalmente adequada de resíduos[7] e com a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos[8].

[7] A destinação final ambientalmente adequada de resíduos inclui a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio

Apesar de todo esse arcabouço legal existente há anos, as alternativas para a destinação final ambientalmente adequada dos RCD ainda são restritas em muitos municípios brasileiros (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010). Logo, a relevância da abordagem do tema está atrelada primeiramente, a necessidade de se levantar os indicadores nacionais sobre a geração de RCD, a fim de avaliar a situação geral do Brasil em relação a outros países. Também é necessário analisar a literatura relacionada aos RCD no cenário internacional, bem como elaborar um diagnóstico da gestão integrada desses resíduos no cenário nacional, com a finalidade de obter um estado da arte sobre os rumos de investigação e as práticas efetivas de gestão e gerenciamento dos RCD, e fornecer entendimentos concretos em relação à temática abordada, respectivamente.

Nesse contexto, desenvolveu-se esta pesquisa, por meio de levantamento de indicadores, revisão de literatura, análise bibliométrica e aplicação de questionários/entrevistas. Desta forma, é possível identificar estratégias de melhorias que possam contribuir para com o avanço do país na área de gestão e gerenciamento dos RCD, minimizando os impactos ambientais causados pelo setor da construção civil.

1.1 OBJETIVOS

O presente estudo tem por objetivo geral delinear o panorama atual da gestão e gerenciamento dos RCD nas capitais brasileiras, em relação à PNRS. Para que o objetivo geral seja alcançado, têm-se os seguintes objetivos específicos:

i) Levantar os principais indicadores brasileiros associados à geração de RCD, com base em dados secundários;
ii) Obter um estado da arte sobre os rumos de investigação e as práticas efetivas de gestão e gerenciamento dos RCD ao longo dos últimos 12 anos (2008-2019);
iii) Analisar a implementação da PNRS nas capitais brasileiras, principalmente no que se refere ao RCD.

1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta a Introdução e os Objetivos deste estudo. O capítulo 2 trata da parte conceitual e teórica do RCD com foco nacional, apresentando uma visão geral a respeito dessa temática e levantando indicadores sobre a geração de RCD em âmbito municipal.

Ambiente (SISNAMA), Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), entre elas a disposição final (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso VII).

[8] A disposição final ambientalmente adequada de rejeitos envolve a distribuição ordenada em aterros (BRASIL, 2010a, art. 3, inciso VIII).

No capítulo 3 é apresentada a Revisão de Literatura com foco internacional, no formato de artigo, de modo a obter um estado da arte sobre os rumos de investigação e as práticas efetivas de gestão e gerenciamento dos RCD. O capítulo 4 é apresentado no mesmo formato que o capítulo anterior e nele constam as pesquisas exploratória e de levantamento por meio de questionários/entrevistas junto as 27 capitais brasileiras, elaborando-se um diagnóstico da gestão integrada dos RCD no cenário nacional, a fim de fornecer entendimentos concretos em relação à temática abordada. Por fim, no capítulo 5 têm-se as Considerações Finais da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

2 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos são definidos pela NBR 10004:2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como sendo:

> Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004a, p. 1).

E, de acordo com a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a definição de resíduos sólidos é:

> 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 (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso XVI).

Com essas definições é possível observar que o termo resíduos sólidos é usado genericamente como sinônimo de lixo, referindo-se normalmente àquilo que sobra do processo de produção ou de consumo, mas entendido como inútil (PROTA, 2014). Para Rocha (2006), esse erro costuma ocorrer pelo fato de todo resíduo poder ser classificado como lixo. Porém o autor ressalta que nem todo lixo pode ser classificado como resíduo.

Segundo a Lei nº 12.305/2010, os resíduos sólidos são classificados quanto à origem e periculosidade. Em relação à origem, estes são classificados nas seguintes categorias: a) resíduos domiciliares; b) resíduos de limpeza urbana; c) resíduos sólidos urbanos; d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; f) resíduos industriais; g) resíduos de serviços de saúde; h) resíduos da construção civil; i) resíduos agrossilvopastoris; j) resíduos de serviços de transportes; e k) resíduos de mineração (BRASIL, 2010a, art. 13, inciso I). Em relação à periculosidade, classificam-se em resíduos perigosos e resíduos não perigosos (BRASIL, 2010a, art. 13, inciso II).

A NBR 10004:2004 classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública em duas categorias, a saber:

a) Resíduos classe I – Perigosos;
b) Resíduos classe II – Não perigosos:
   - A – Não inertes;
   - B – Inertes.

Entre os diversos tipos de resíduos sólidos, tem-se os resíduos da indústria da

construção civil, denominados Resíduos da Construção Civil (RCC) ou Resíduos de Construção e Demolição (RCD). No presente trabalho, adotou-se este último termo por se tratar da terminologia mais utilizada na língua inglesa (*Construction and Demolition Waste*).

2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

2.1.1 Definições

Segundo Shen et al. (2004), os RCD são uma mistura de materiais excedentes gerados a partir de atividades de construção, reforma e demolição, incluindo escavação ou formação de terrenos, construção civil e predial, limpeza de locais, atividades de demolição, obras nas estradas e reforma de edifícios. Cabral (2007), cita que esses resíduos também podem ser oriundos de catástrofes mundiais envolvendo desabamento ou danificação de edificações, sejam elas de origens naturais ou antropogênicas, tais como: incêndios, terremotos, tsunamis, avalanches, guerras, etc.

Para a PNRS, os RCD são “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010a, art. 13, inciso I, alínea h). O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, apresenta uma definição mais completa a esses resíduos, qual seja:

> [...] são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002, art. 2º, inciso I).

Em suma, tanto a PNRS quanto a Resolução CONAMA nº 307/2002 (e suas alterações) são considerados marcos legais importantes para o avanço da construção sustentável no Brasil, focando principalmente na correta gestão e gerenciamento dos RCD.

2.1.2 Legislação e Normas Brasileiras Aplicáveis

Na Figura 1 é apresentada uma linha do tempo com os principais marcos legais relacionados aos RCD em âmbito federal, desde a publicação da Resolução CONAMA nº 307, em 2002, até a última revisão desta no ano de 2015, passando pela publicação da PNRS, em 2010, tida como um dos principais avanços neste sentido no país.

A Resolução CONAMA nº 307/2002, foi estipulada com a finalidade de estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2002, art. 1º), e com isso marca a fase inicial do desenvolvimento de políticas públicas voltadas para esta problemática.

Figura 1 – Principais marcos legais relacionados aos RCD em âmbito federal
Fonte: O autor, 2020

Esta Resolução torna obrigatória a triagem de RCD e considera que os geradores devem ser responsáveis pelos resíduos gerados, quer estes sejam associados ao poder público ou a iniciativa privada. Também determina que os geradores tenham como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, reutilização, reciclagem e destinação final (BRASIL, 2002, art. 4º).

Na Resolução, o Plano Municipal de Gestão de RCD, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal é considerado instrumento para a implementação da gestão dos RCD (BRASIL, 2002, art. 5º). Este Plano deverá incorporar: I) as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores[9] e para os Planos de Gerenciamento de RCD a serem elaborados pelos grandes geradores[10]; II) o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento; III) o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação de resíduos e de disposição final de rejeitos; IV) a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas; V) o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo; VI) a definição de critérios para o cadastramento de transportadores; VII) as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos; VIII) as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação (BRASIL, 2002, art. 6º).

[9] Como não consta em nenhuma política pública de âmbito federal a definição do pequeno gerador de RCD, cabe nesse caso, aos Municípios e ao Distrito Federal, por meio de suas legislações locais, determinar a quantidade ou o volume limite que caracteriza o pequeno gerador de RCD. Em geral, alguns municípios têm classificado como pequeno gerador aquele que produz até 1 m³ de RCD. Contudo, muitas vezes não informam as condições para esta geração (se por obra, por mês, por ano, etc.).

[10] Do mesmo modo, geralmente os municípios têm classificado como grande gerador aquele que produz acima de 1 m³ de RCD.

A partir da publicação desta Resolução, fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses para que os Municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Municipais de Gestão de RCD, que deverão ser implementados em até seis meses após a sua publicação (BRASIL, 2002, art. 11). Posteriormente, outras quatro resoluções foram sendo desenvolvidas com a finalidade de complementar o texto original, tendo em vista o surgimento de novas tecnologias de materiais e também em busca de acompanhar as discussões necessárias à adequação das regulamentações nacionais.

A primeira alteração se deu em 16 de agosto 2004, através da Resolução CONAMA nº 348 (BRASIL, 2004), na qual o "amianto ou outros produtos nocivos à saúde" foram incluídos nos resíduos Classe D considerados perigosos, exigindo para tanto, a obediência de normas técnicas específicas para o seu descarte e inutilização. As telhas e demais objetos que até então utilizavam tais materiais em sua composição, foram gradativamente sendo substituídos pelo mercado consumidor.

A segunda alteração, a Resolução CONAMA nº 431 (BRASIL, 2011c), de 24 de maio de 2011 tratou da nova classificação do gesso. O resíduo, antes classificado como Classe C, passou a compor a lista de resíduos classificados como Classe B. A alteração se deu pelo desenvolvimento de novas técnicas de reaproveitamento deste material, passando a ter então a possibilidade de ser incluído nas etapas de reciclagem.

Em 18 de janeiro de 2012, a terceira alteração, instaurada pela Resolução CONAMA nº 448 (BRASIL, 2012), alterou os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 e revogou os arts. 7º, 12 e 13 do texto original de 2002, pela necessidade de compatibilização dos prazos e da semântica com às demais legislações presentes até aquele momento.

A quarta e última alteração, ocorrida em 29 de julho de 2015 e dada pela Resolução CONAMA nº 469 (BRASIL, 2015c), incluiu as "embalagens vazias de tintas imobiliárias" nos resíduos Classe B considerados recicláveis para outras destinações.

Além destas Resoluções, um segundo marco importante relacionado aos RCD em âmbito federal foi a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010a) que é regulamentada pelo Decreto nº 7.404 (BRASIL, 2010b), apesar de se referir a todos os tipos de resíduos sólidos. Esta Lei instituiu a PNRS, que reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com os Estados, Municípios, Distrito Federal ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010a, art. 4º).

A Lei prevê que na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, deve-se observar a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a, art. 9º), consoante à economia circular. Também incumbe aos Estados, Municípios e Distrito Federal fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) todas as informações

necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, na forma e na periodicidade estabelecidas em regulamento (BRASIL, 2010a, art. 12, parágrafo único).

Dentre os principais instrumentos da PNRS estão os planos de resíduos sólidos, os quais tornaram-se condição para os Estados, Municípios e Distrito Federal terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana, manejo e gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010a, arts. 16 e 18). Cabe ressaltar que isso entrou em vigor dois anos após a sua data de publicação (BRASIL, 2010a, art. 55). Na Figura 2 são mostrados os planos de resíduos sólidos.

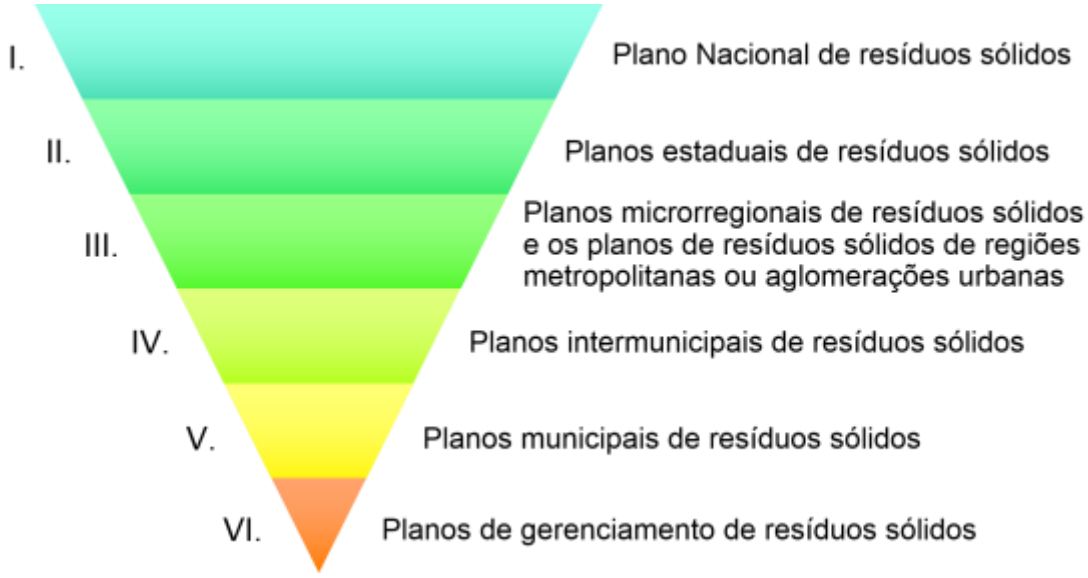


Figura 2 – Planos de resíduos sólidos em ordem de relevância e abrangência geográfica
Fonte: Adaptada de BRASIL, 2010a, art. 14

De acordo com a Lei, a União fica responsável pela elaboração do Plano Nacional de resíduos sólidos, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA); os Estados pelos planos estaduais de resíduos sólidos, pelos planos microrregionais de resíduos sólidos, e planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas; os Municípios e o Distrito Federal pelos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; e os grandes geradores (no caso das empresas de construção civil) pelos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Na distribuição dos recursos da União destinados à limpeza urbana, manejo e gestão de resíduos sólidos, serão priorizados os Estados que instituírem microrregiões para integrar a organização, planejamento e execução das ações a cargo de municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010a, art. 16, parágrafo 1º), e os Municípios que: a) optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos; b) implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis

formadas por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010a, art. 18, parágrafo 1º).

Em relação aos planos de resíduos sólidos é importante salientar que os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos podem estar inseridos nos planos de saneamento básico previstos no art. 19 da Lei nº 11.445, de 2007 (BRASIL, 2010a, art. 19, parágrafo 1º) e ter conteúdo simplificado para os municípios com menos de 20.000 habitantes (BRASIL, 2010a, art. 19, parágrafo 2º). A Lei também dispõe sobre as diretrizes relativas às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Os marcos legais relacionados aos RCD em âmbito federal ainda incluem as seguintes normas brasileiras que tratam: NBR 15112:2004 (ABNT, 2004b) das áreas de transbordo e triagem; NBR 15113:2004 (ABNT, 2004c) dos aterros; NBR 15114:2004 (ABNT, 2004d) das áreas de reciclagem; 15115:2004 (ABNT, 2004e) e NBR 15116:2004 (ABNT, 2004f) dos agregados reciclados de RCD. Essas normas regulamentadoras sobre os RCD e resíduos volumosos estabelecem padrões mínimos aplicáveis à categoria.

2.1.3 Classificação e Composição

De acordo com a NBR 10004:2004, os RCD se enquadram na Classe IIB – Não perigosos e Inertes, uma vez que tais materiais são compostos de minerais não poluentes e, de modo geral, muito pouco reativos, com exceção dos casos em que o resíduo contém substâncias nocivas (presença de tintas, solventes, óleos e outros derivados) que possam vir a ser carreadas através de processos como a lixiviação.

Quanto à classificação específica dos RCD, a Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, classificam esses resíduos da seguinte forma:

a) Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
   - de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
   - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
   - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
b) Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; *(Redação dada pela Resolução CONAMA nº 469/2015)*
c) Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; *(Redação dada pela Resolução CONAMA n° 431/2011)*

d) Classe D – são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. *(Redação dada pela Resolução CONAMA n° 348/2004)*

Na Figura 3 são mostradas as formas de destinação dos RCD conforme sua classificação.

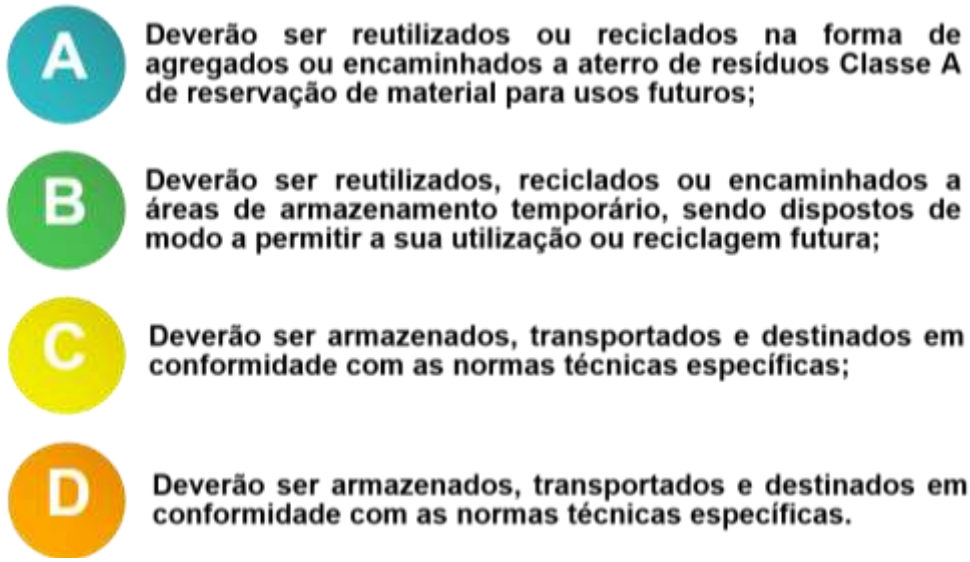


Figura 3 – Formas de destinação dos RCD conforme sua classificação
Fonte: Adaptada de BRASIL, 2002, art. 10

Quanto à composição ou caracterização, os RCD possuem uma diversidade de materiais derivados das várias atividades construtivas que acontecem ao mesmo tempo no decorrer de uma obra. Além disso, uma edificação é composta por uma grande variedade de diferentes componentes, e quando ocorre a sua demolição esta característica fica evidenciada na composição do resíduo resultante (LEITE, 2001). A autora afirma que tudo isso confere ao material a ser reciclado uma alta heterogeneidade, e sua separação total seria praticamente impossível.

Segundo Mália, de Brito e Bravo (2011), a composição dos RCD engloba materiais com elevado valor econômico e grande possibilidade de reinserção na cadeia produtiva da construção civil. Na Tabela 1 são apresentadas as composições gravimétricas dos RCD por Classe em alguns municípios brasileiros, encontradas por diferentes autores. Nota-se que as massas de RCD são compostas majoritariamente por resíduos Classe A, cuja média obtida corresponde a 92,0%. Isso demonstra a parcela expressiva de resíduos que podem ser reutilizáveis ou recicláveis na forma de agregados. A média dos resíduos Classe B foi de 6,3%, os quais são considerados recicláveis para outras destinações, e dos resíduos Classes C e D foi de 0,3% e 0,4%, respectivamente.

Tabela 1 – Composições gravimétricas dos RCD por Classe em alguns municípios brasileiros

Município/UF	Referência	Classe (em %)*			
		A	B	C	D
Araguari/MG	Marques (2007)	99,3	0	0,7	0
Batatais/SP	Freitas (2009)	99,2	0,9	0	0
Biguaçu/SC	Hoffmann (2018)	91,5	7,6	0,8	0,1
Caçapava do Sul	Freitas (2016)	85,6	9,8	0	5,0
Cascavel/PR	Kochem (2016)	86,3	12,3	1,1	0,3
Fortaleza/CE	Lima e Cabral (2013)	93,4	6,4	0	0,2
Frederico Westphalen/RS	Scremin (2007)	99,1	0,9	0	0
Ituiutaba/MG	Tavares, 2007	99,5	0	0,5	0
Pelotas/RS	Tessaro, de Sá e Scremin (2012)	88,0	11,0	0	0
Petrolina/PE	Santos (2008)	91,2	8,8	0	0
Ribeirão Preto/SP	Silva (2018)	82,7	14,8	1,6	0
Ribeirão Preto/SP	Latterza (1998)	100	0	0	0
São Carlos/SP	Marques Neto (2003)	89,1	10,9	0	0
Torres/RS	Ribeiro (2013)	95,7	4,2	0	0,1
Vitória/ES	Ramos (2007)	79,2	7,3	0,6	0,8
Média		**92,0**	**6,3**	**0,3**	**0,4**
Mediana		**91,5**	**7,3**	**0**	**0**
Mínimo		**79,2**	**0**	**0**	**0**
Máximo		**100**	**14,8**	**1,6**	**5,0**

Nota: ** Rocha e brita foram considerados como resíduos Classe A, fibrocimento foi considerado como resíduo Classe C e, podas de árvores, vegetais e matéria orgânica não foram considerados RCD e sim, resíduos volumosos.*

Fonte: O autor, 2020

A Tabela 2 traz uma síntese das composições volumétricas e gravimétricas dos RCD por tipologia em alguns municípios brasileiros, encontradas por diferentes autores. Cabe ressaltar que apesar do solo/areia ser um componente da massa de RCD encontrado por vários pesquisadores, o mesmo não será apresentado tendo em vista que pode ser proveniente das operações de mistura ou transporte dos resíduos nas centrais de reciclagem. Também não foram considerados estudos da literatura feitos com amostras coletadas diretamente em canteiros de obras, devido à grande influência que a fase da obra exerce nos resultados obtidos. Dos estudos apresentados, quatro estudos (Kochem, 2016; Ramos, 2007; Marques Neto, 2003; e Leite, 2001) coletaram as amostras em aterros de inertes; quatro estudos (Santos, 2008; de Morais, 2006; Daltro Filho et al., 2005; e Sapata, 2002) em depósitos irregulares; três estudos (Angulo, 2000; Laterzza, 1998; e Zordan, 1997) em centrais de reciclagem de RCD; três estudos (Hoffmann, 2018; Ribeiro, 2013; e Oliveira et al., 2011) em outras áreas licenciadas para receber RCD; dois estudos (Freitas, 2016; e Scremin, 2007) em locais utilizados para disposição final de RCD; dois estudos (Tessaro, de Sá e Scremin, 2012; e Carneiro et al., 2001) em aterros controlados; dois estudos (Freitas, 2009; e Marques, 2007) em locais autorizados pelo poder público municipal para receber RCD; um estudo (Silva, 2018) em Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), e centrais de reciclagem; um estudo (Lima e Cabral, 2013) em uma área em recuperação e central de reciclagem, ambos licenciados para receber RCD; um estudo (Córdoba, 2010) em uma central de triagem/aterro de inertes, e central de reciclagem; um estudo (Tavares, 2007) em um aterro sanitário; e um estudo (Sardá, 2003) em um aterro de inertes e aterro sanitário.

Tabela 2 – Composições volumétricas e gravimétricas dos RCD por tipologia em alguns municípios brasileiros

Município/UF	Classe A (em %)				Classe B (em %)				
	Argamassa	Concreto	Material cerâmico	Misto	Gesso	Madeira	Metal	Papel/ Papelão	Plástico
Volumétricas									
Blumenau/SC[1]	10,8	7,7	20,8	39,9*		9,3	0,2		
Maringá/PR[2]	34,7	10,1	14,1	0		10,6	1,1		
São Carlos/SP[3]	10,7	13,9	24,7	0	0,4	6,8	0,9	7,6	1,8
Média	**18,7**	**10,6**	**19,8**	**13,3**	**0,4**	**8,9**	**0,8**	**7,6**	**1,8**
Mediana	**10,8**	**10,1**	**20,8**	**0**	**0,4**	**9,3**	**0,9**	**7,6**	**1,8**
Mínimo	**10,7**	**7,7**	**14,1**	**0**	**0,4**	**6,8**	**0,2**	**7,6**	**1,8**
Máximo	**34,7**	**13,9**	**24,7**	**39,9**	**0,4**	**10,6**	**1,1**	**7,6**	**1,8**
Média da Classe		**62,4**					**19,4**		
Gravimétricas									
Aracaju/SE[4]	40,6	0,2	15,6	0	0,2	0,4	0,0	0,1	0,2
Araguari/MG[5]	25,6	35,1	30,0	0	0	0	0	0	0
Batatais/SP[6]	6,3	37,8	22,7	0	0,0	0,5	0,2	0,1	0,0
Biguaçu/SC[7]	16,4	14,0	17,7	6,2*	4,4	0,9	0,3	0,8	0,9
Caçapava do Sul/RS[8]	0	0	25,2	60,5	0	0,5	0	4,0	5,0
Cascavel/PR[9]	36,6	16,5	33,3	0	0	5,6	2,4	2,8	1,5
Fortaleza/CE[10]	38,0	15,0	29,0	0	4,0				
Fortaleza/CE[11]	22,0	15,6	31,1	0	5,0				
Frederico Westphalen/RS[12]	17,0	9,1	23,6	6,2*	0,1	0,4	0,1	0	0,1
Ituiutaba/MG[13]	0,0	4,8	63,2	23,1*	0	0	0	0	0
Maringá/PR[2]	35,4	17,0	12,6	0		3,7	1,7		
Pelotas/RS[14]	0	0	31,0	32,0**	1,0	4,0	2,5	0,3	2,2
Petrolina/PE[15]	23,6	14,1	45,5	0	6,3	2	0	0	0,5
Porto Alegre/RS[16]	28,3	15,2	26,3	0					
Ribeirão Preto/SP[17]	13,1	17,1	39,3	0	5,1	4,4	0,5	0,6	3,2
Ribeirão Preto/SP[18]	37,4	21,1	23,3	0					
Ribeirão Preto/SP[19]	46,2	14,6	19,2	0	0	0	0	0	0
Salvador/BA[20]	0	0	14,0	53,0**					4,0
Santo André/SP[21]	28,0	44,0	4,0	0					
São Carlos/SP[3]	13,8	15,5	25,5	0	0,5	4,3	0,4	1,2	0,2
São Carlos/SP[22]	8,1	19,0	40,6	0	0,7	7,1	1,6	0	0,9
Torres/RS[23]	20,3	15,5	15,1	7,4*	1,4	1,2	0,3	1,0	0,3
Uberlândia/MG[24]	0	38,7	24,3	22,0*					
Vitória/ES[25]	18,0	10,1	8,5	0	0,8	3,8	0,3	0,6	1,2
Média	**19,8**	**16,3**	**25,8**	**8,8**	**1,6**	**2,3**	**0,6**	**0,7**	**1,2**
Mediana	**19,2**	**15,3**	**24,7**	**0**	**0,6**	**1,2**	**0,3**	**0,2**	**0,5**
Mínimo	**0**	**0**	**4,0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Máximo	**46,2**	**44,0**	**63,2**	**60,5**	**6,3**	**7,1**	**2,5**	**4,0**	**5,0**
Média da Classe		**70,6**					**6,4**		

Notas: ** Argamassa e material cerâmico. ** Argamassa e concreto. [1] Sardá, 2003. [2] Sapata, 2002. [3] Córdoba, 2010. [4] Daltro Filho et al., 2005. [5] Marques, 2007. [6] Freitas, 2009. [7] Hoffmann, 2018. [8] Freitas, 2016. [9] Kochem, 2016. [10] Oliveira et al., 2011. [11] Lima e Cabral, 2013. [12] Scremin, 2007. [13] Tavares, 2007. [14] Tessaro, de Sá e Scremin, 2012. [15] Santos, 2008. [16] Leite, 2001. [17] Silva, 2018. [18] Zordan, 1997. [19] Latterza, 1998. [20] Carneiro et al., 2001. [21] Angulo, 2000. [22] Marques Neto, 2003. [23] Ribeiro, 2013. [24] de Morais, 2006. [25] Ramos, 2007.*

Fonte: O autor, 2020

Como se pode observar, os componentes cimentícios e cerâmicos compõem em média 62,4% dos resíduos Classe A em relação ao volume e 70,6%, em relação ao peso. Enquanto que os componentes gesso, madeira, metal, papel/papelão e plástico compõem em média 19,4% e 6,4% dos resíduos Classe B em relação ao volume e peso, respectivamente.

Além disso, constatou-se algumas particularidades nos estudos apresentados quanto ao tipo de unidade de destinação final, a saber: nos aterros de inertes foram encontrados resíduos não inertes; nos depósitos irregulares, nos locais utilizados para disposição final de RCD e nos locais autorizados pelo poder público municipal para receber RCD, com exceção do estudo elaborado por Freitas (2016), praticamente não havia metal, papel/papelão e plástico, devido a

ação dos catadores; nas áreas licenciadas para receber RCD foram encontrados resíduos Classe D; nas centrais de reciclagem onde as amostras foram coletadas nas pilhas de material já processado havia predomínio de componentes cimentícios; nos aterros controlados foram encontrados resíduos recicláveis para outras destinações; nas demais unidades de destinação final praticamente não haviam resíduos Classes C e D, contudo um dos pesquisadores (Córdoba, 2010) cita a possibilidade de estes estarem incorporados nas amostras analisadas como, por exemplo, despejos de tintas, solventes e óleos em caçambas que incorporam tanto solo/areia quanto componentes cerâmicos e cimentícios.

2.1.4 Geração

A crescente participação dos RCD no total de resíduos sólidos gerados vem sendo alvo de grande preocupação e discussões, superando em alguns casos até mesmo a geração de RSU. De acordo com dados da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency* – US EPA), foram geradas aproximadamente 268 milhões de toneladas de RSU[11] e 569 milhões de toneladas de RCD em 2017 (US EPA, 2019), o que representa mais que o dobro do montante de RSU. Para Akhtar e Sarmah (2018), são gerados em todo o mundo mais de 3 bilhões de toneladas de RCD, sendo que os maiores colaboradores nesse cenário são os Estados Unidos, China e Índia, com uma geração coletiva de resíduos superior a 2 bilhões de toneladas. Na União Europeia, a geração total de resíduos sólidos em 2016 foi de 2,5 bilhões de toneladas, dos quais 923,7 milhões de toneladas (36,4%) são RCD (EUROPEAN STATISTICAL OFFICE - EUROSTAT, 2020a), conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Geração de RCD e Resíduos Sólidos (RS) na União Europeia em 2016

Estado membro	RCD per capita (em kg/hab./ano)[1]	RCD total (em milhões de t)[1]	RS total (em milhões de t)[1]	% RCD/RS	População (x1000 hab.)[2]	PIB per capita (em €)[3]	IDH[4]
Luxemburgo	13.084	7,6	10,1	75,2	590,7	82.880	0,904
Países Baixos	5.787	98,6	141,0	69,9	17.081,5	39.810	0,929
Áustria	5.141	44,9	61,2	73,4	8.772,9	36.430	0,909
França	3.363	224,4	323,5	69,4	67.024,5	31.770	0,887
Malta	2.975	1,4	2,0	68,9	440,4	20.190	0,881
Alemanha	2.678	220,5	400,1	55,1	82.800,0	34.700	0,936
Finlândia	2.516	13,8	122,9	11,3	5.503,3	35.300	0,922
Dinamarca	2.134	12,2	21,0	58,3	5.748,8	46.720	0,928
Reino Unido	2.076	136,2	277,3	49,1	65.808,6	32.050	0,918
Bélgica	1.727	19,6	63,2	31,0	11.365,8	34.700	0,915
Chipre	1.029	0,9	2,5	35,6	854,8	22.360	0,869
Suécia	989	9,8	141,6	6,9	9.995,2	42.910	0,934
República Tcheca	960	10,1	25,4	40,0	10.578,8	16.520	0,885
Itália	900	54,6	164,0	33,3	60.589,4	26.020	0,878
Estônia	892	1,2	24,3	4,8	1.315,6	13.650	0,875
Espanha	771	35,8	129,0	27,8	46.529,0	23.760	0,888
Polônia	498	18,9	182,0	10,4	37.973,0	11.260	0,864

[11] O relatório considerou como Resíduo Sólido Urbano (RSU), os resíduos residenciais, incluindo resíduos de moradias multifamiliares, bem como os resíduos de locais comerciais e institucionais (empresas, escolas e hospitais). Os RSU não incluem resíduos industriais, perigosos ou de construção e demolição (US EPA, 2019).

Tabela 3 – Geração de RCD e Resíduos Sólidos (RS) na União Europeia em 2016 (continuação)

Estado membro	RCD per capita (em kg/hab./ano)[1]	RCD total (em milhões de t)[1]	RS total (em milhões de t)[1]	% RCD/RS	População (x1000 hab.)[2]	PIB per capita (em €)[3]	IDH[4]
Hungria	366	3,6	15,9	22,5	9.797,6	11.410	0,838
Irlanda	320	1,5	15,3	10,0	4.774,8	50.710	0,936
Croácia	310	1,3	5,3	24,5	4.154,2	11.100	0,832
Bulgária	293	2,1	120,5	1,7	7.101,9	6.050	0,812
Eslovênia	263	0,5	5,5	9,9	2.065,9	18.540	0,892
Eslováquia	178	1,0	10,6	9,1	5.435,3	14.550	0,851
Lituânia	176	0,5	6,6	7,6	2.847,9	12.040	0,860
Portugal	166	1,7	14,7	11,6	10.309,6	17.010	0,846
Grécia	57	0,6	72,4	0,8	10.757,3	17.110	0,866
Letônia	47	0,1	2,5	4,4	1.950,1	11.030	0,845
Romênia	16	0,3	177,6	0,2	19.638,3	7.720	0,808
União Europeia	**1.806**	**923,7**	**2.537,8**	**36,4**	**511.805,1**	**27.140**	**-**

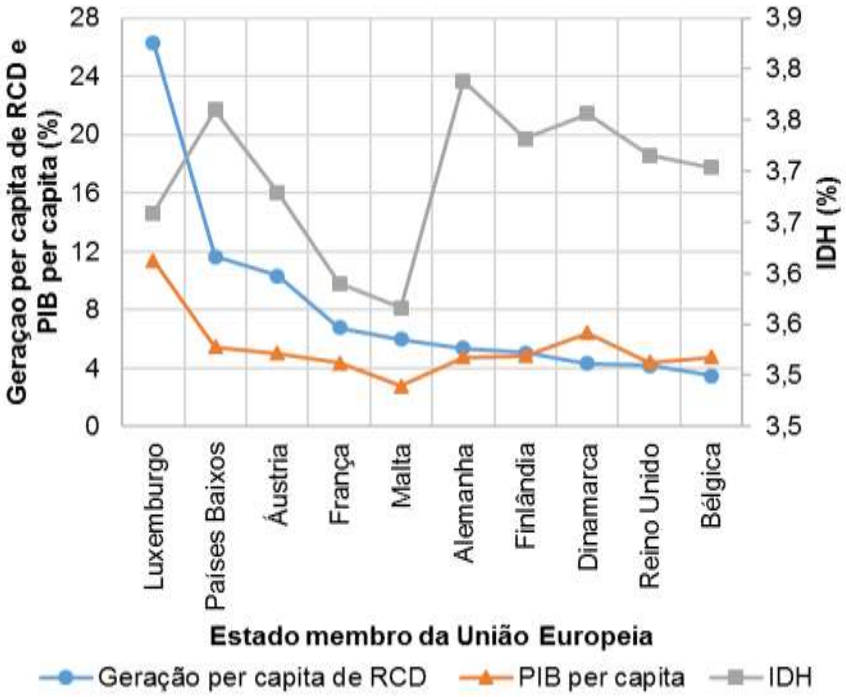
Notas: *Os dados estão apresentados (em ordem decrescente) pela geração per capita de RCD. PIB – Produto Interno Bruto. IDH – Índice de Desenvolvimento Humano. [1] EUROSTAT, 2020a. [2] EUROSTAT, 2020b. [3] EUROSTAT, 2020c. [4] UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, 2020.*

Fonte: O autor, 2020

Um item importante a ser observado é a geração per capita de RCD. Nesse contexto, nota-se que nove Estados membros (Luxemburgo, Países Baixos, Áustria, França, Malta, Alemanha, Finlândia, Dinamarca e Reino Unido) registraram níveis muito altos (mais de 2.000 kg por ano per capita) e 12 Estados membros (Polônia, Hungria, Irlanda, Croácia, Bulgária, Eslovênia, Eslováquia, Lituânia, Portugal, Grécia, Letônia e Romênia) registraram níveis muito baixos (menos de 500 kg por ano per capita). Segundo dados da Comissão Europeia (*European Comission*), as principais razões para essas discrepâncias são os níveis desiguais de controle e notificação de RCD nos seus Estados membros, bem como as diferenças nas definições e mecanismos de notificação, sendo que a qualidade dos dados disponíveis é, portanto, a principal questão na estimativa das quantidades de RCD gerados (EUROPEAN COMISSION, 2011).

Na Tabela 3 também observa-se que o ranking dos Estados membros da União Europeia com as maiores taxas de geração per capita de RCD não condiz integralmente com o Produto Interno Bruto (PIB) per capita e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). No entanto, em 59,3% dos casos analisados os resultados se aproximam mais do PIB per capita do que do IDH (40,7%).

A distribuição da geração per capita de RCD, PIB per capita e IDH dos 10 Estados membros da União Europeia com as maiores taxas de geração per capita de RCD em 2016 é apresentada na Figura 4. Nota-se que oito Estados membros possuem as maiores taxas de geração per capita de RCD, bem como os maiores índices de desenvolvimento econômico (PIB per capita), com exceção de Reino Unido e Malta. O mesmo ocorre em relação ao índice de desenvolvimento humano (IDH), só que dessa vez com exceção de França e Malta.



Nota: *Os índices foram calculados com base nos 28 Estados membros da União Europeia.*

Figura 4 – Distribuição da geração per capita de RCD, PIB per capita e IDH dos 10 Estados membros da União Europeia com as maiores taxas de geração per capita de RCD em 2016
Fonte: O autor, 2020

No Brasil ainda não existem dados oficiais a respeito da geração de RCD, apenas sobre a quantidade coletada pelos serviços públicos de resíduos sólidos de alguns municípios, originária principalmente dos pequenos geradores. Na Tabela 4, tem-se a evolução dos montantes de RCD e RSU gerados e coletados pelos serviços públicos de resíduos sólidos no país ao longo de um período de 11 anos (2008-2018).

Tabela 4 – Evolução dos montantes de RCD e RSU gerados e coletados pelos serviços públicos de resíduos sólidos no Brasil ao longo de um período de 11 anos (2008-2018)

Ano	RCD		RSU		
	Coletado		Geração total estimada (em milhões de t)	Coletado	
	Total (em milhões de t)	Per capita (em kg/hab./dia)		Total (em milhões de t)	Per capita (em kg/hab./dia)
2008	25,1*	0,512	52,9*	46,6*	0,950
2009	28,5*	0,576	57,0*	50,3*	1,015
2010	31,0*	0,618	60,9*	54,2*	1,079
2011	33,2*	0,656	61,9*	55,5*	1,097
2012	35,0*	0,579	62,7*	56,6*	1,107
2013	42,9	0,584	76,4	69,1	0,941
2014	44,6	0,603	78,6	71,3	0,963
2015	45,5	0,605	79,9	72,5	0,972
2016	45,1	0,600	77,7	70,7**	0,939
2017	45,0	0,594	78,4	71,6	0,944
2018	44,5	0,585	79,0	72,7	0,956

Notas: *Os panoramas consideraram até 2012, ano com 312 dias úteis e de 2013 em diante, ano com 365 dias. RCD – Resíduos de Construção e Demolição. RSU – Resíduos Sólidos Urbanos. * Valores calculados com base na população urbana e não na população total do país. ** Dado corrigido pela ABRELPE na edição seguinte.*

Fonte: Adaptada de ABRELPE, 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018, 2019

Nota-se que, em 2018 foram coletados pelos municípios brasileiros[12] cerca de 44,5 milhões de toneladas de RCD oriundos dos serviços de manejo (coleta, transbordo, triagem, tratamento e destinação final) e limpeza urbana (varrição, poda, capina, roçada e outros serviços), representando um montante de 122.012 toneladas/dia (ABRELPE, 2019). Quanto aos RSU, o total coletado em 2018 foi de 72,7 milhões de toneladas (199.311 toneladas/dia) e estima-se que o gerado foi de 79,0 milhões de toneladas, o que representa um índice de cobertura de coleta de 92,0% e também evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos tiveram uma destinação imprópria (ABRELPE, 2019). Na Figura 5 e Tabela 5, tem-se a distribuição dos montantes de RCD e RSU coletados pelos serviços públicos de resíduos sólidos nas regiões e Brasil em 2018.

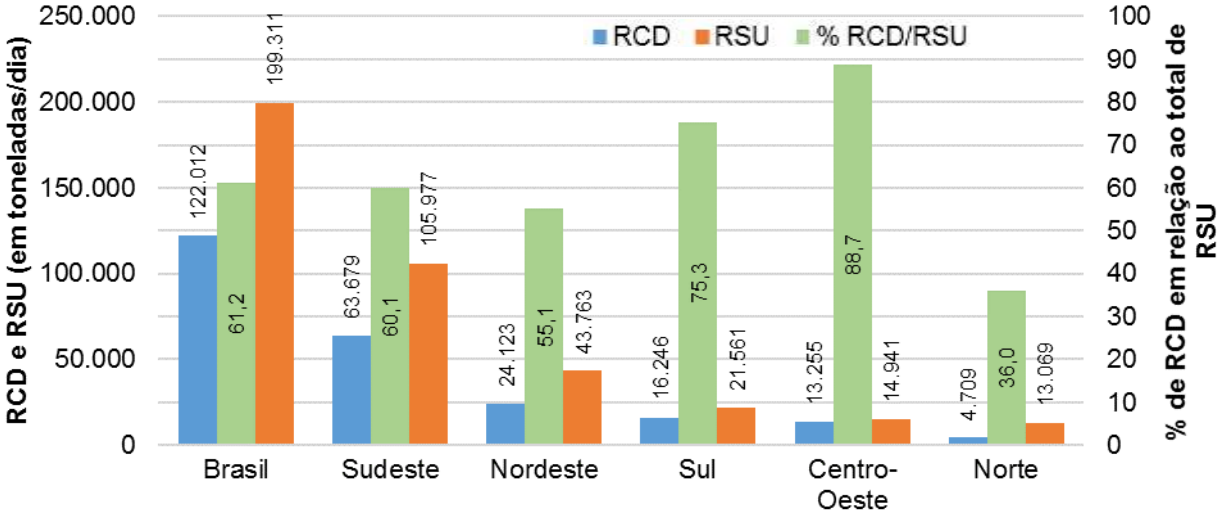


Figura 5 – Distribuição dos montantes de RCD e RSU coletados pelos serviços públicos de resíduos sólidos nas regiões e Brasil em 2018
Fonte: Adaptada de ABRELPE, 2019

Tabela 5 – Evolução dos montantes de RCD e RSU coletados pelos serviços públicos de resíduos sólidos nas regiões e Brasil (em toneladas/dia)

Região	RCD			RSU			% RCD/RSU	
	2017	2018	Variação	2017	2018	Variação	2017	2018
Sudeste	64.063	63.679	-0,6%	103.741	105.977	2,2%	61,8	60,1
Nordeste	24.585	24.123	-1,9%	43.871	43.763	-0,2%	56,0	55,1
Sul	16.472	16.246	-1,4%	21.327	21.561	1,1%	77,2	75,3
Centro-Oeste	13.574	13.255	-2,4%	14.406	14.941	3,7%	94,2	88,7
Norte	4.727	4.709	-0,4%	12.705	13.069	2,9%	37,2	36,0
Brasil	**123.421**	**122.012**	**-1,1%**	**196.050**	**199.311**	**1,7%**	**63,0**	**61,2**

Fonte: Adaptada de ABRELPE, 2019

Nota-se que em 2018, o montante de RCD coletado pelos serviços públicos de resíduos sólidos no Brasil correspondeu a 61,2% do total de RSU, representando em todas as regiões do país mais de 55,0%, com exceção da região Norte (36,0%). Esses dados reforçam as estimativas apresentadas por Pinto (1999), de que os RCD podem representar de 50 a 70% da massa total de RSU. No entanto, as regiões Sul e Centro-Oeste apesar de coletarem quantidades de RCD relativamente baixas, se comparadas com o RSU, apresentam um percentual acima do estabelecido pelo autor.

[12] O panorama informa que 5.570 municípios brasileiros (100%) participaram da pesquisa (ABRELPE, 2019).

Ainda de acordo com o panorama elaborado pela ABRELPE, a população brasileira apresentou um crescimento de 0,4% entre os anos de 2017 e 2018, porém os dados mostrados na Tabela 5 indicam um aumento de 1,7% na coleta de RSU e uma queda de 1,1% na coleta de RCD. Essa queda no montante de RCD coletado pode estar relacionada com os níveis de atividade, emprego e utilização da capacidade operacional que vem caindo bruscamente no setor da indústria da construção civil, desde o início da crise econômica que se instalou no país a partir de 2014. Tal fato pode ser expresso pelo consumo total de cimento no país que diminuiu de 53,7 para 52,9 milhões de toneladas entre os anos de 2017 e 2018, respectivamente (SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO - SNIC, 2020). Também pode estar relacionada com o reaproveitamento dos RCD, tendo em vista que o montante recebido pelas unidades de processamento ambientalmente adequadas (ATT, central de reciclagem, aterro de inertes, etc.) aumentou entre os referidos anos, conforme mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Evolução do montante de RCD recebido pelas unidades de processamento ambientalmente adequadas (em toneladas)

Unidade de processamento	2017	2018	Variação
ATT	395.983	404.763	2,2%
Central de reciclagem	1.079.984	1.169.536	8,3%
Aterro de inertes	996.153	2.850.385	186,1%
Total	**2.472.120**	**4.424.683**	**79,0%**

Fonte: Adaptada de BRASIL, 2019a

Quanto ao montante de RCD coletado no país, a região Sudeste é a que conta com a maior participação, representando sozinha em torno de 52,2% do total nacional, e a região Norte com a menor participação (3,9%). Na Figura 6, tem-se o mapa com as frações regionais do montante de RCD coletado no Brasil em 2018.

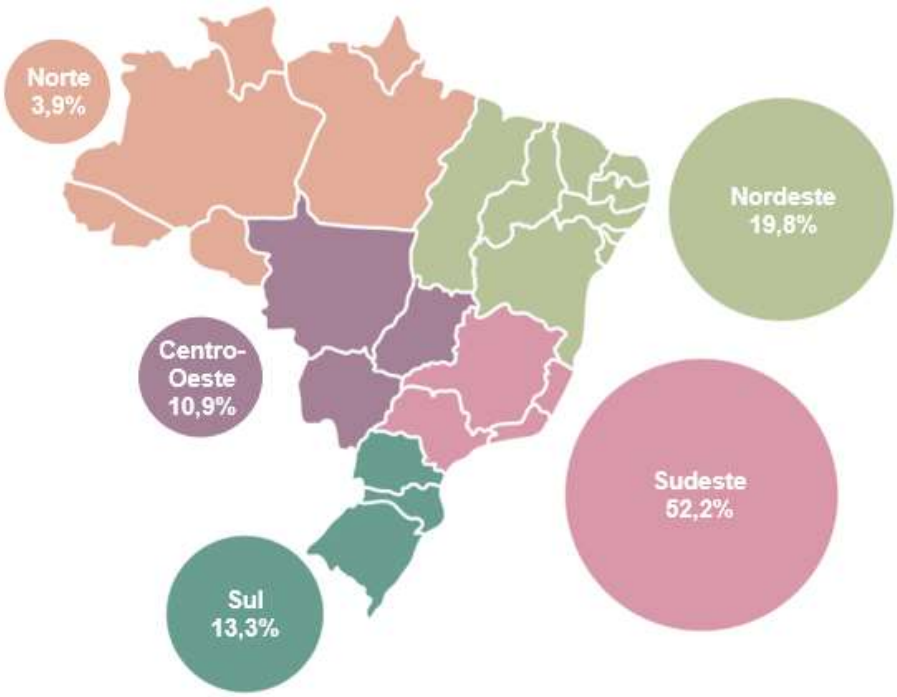
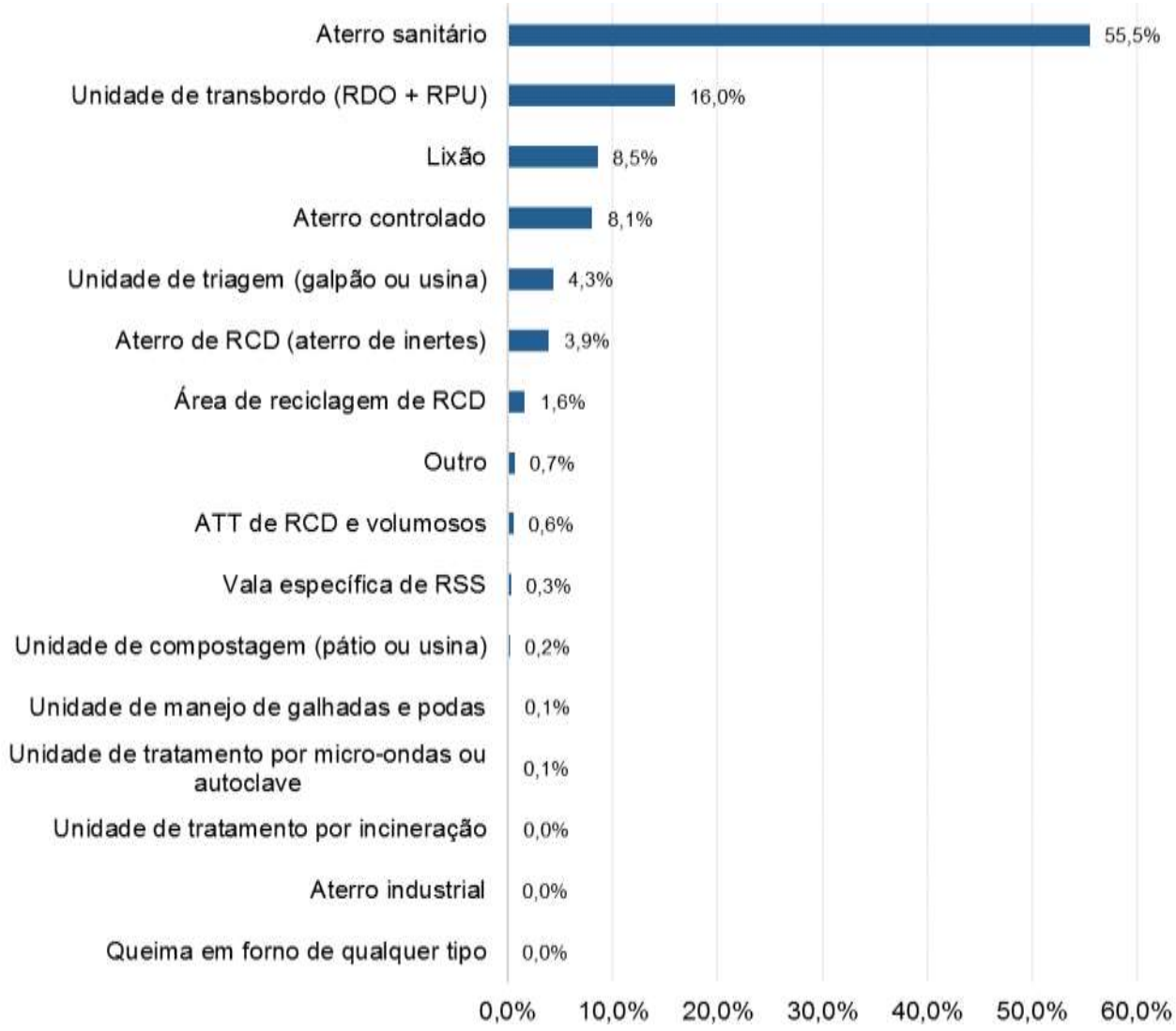


Figura 6 – Mapa do montante de RCD coletado por região em 2018
Fonte: Adaptada de ABRELPE, 2019

O panorama não apresenta dados em relação à destinação final do RCD no país, entretanto o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos elaborado pela Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) apresenta o montante de resíduos recebidos pelas unidades de processamento em 2018, como pode ser observado na Figura 7.



Nota: *RDO – Resíduo Sólido Domiciliar. RPU – Resíduo Sólido Público. RSS – Resíduo Sólido de Saúde.*

Figura 7 – Distribuição do montante de resíduos recebidos pelas unidades de processamento no Brasil em 2018
Fonte: Adaptada de BRASIL, 2019a

Conforme se pode observar, apesar do descarte de resíduos em aterros sanitários, unidades de transbordo e aterros controlados ter uma boa representatividade (79,6%), uma parcela significativa de resíduos foi descartada em lixões (8,5%), localizados principalmente nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Norte do país. Além disso, constatou-se que as alternativas para a destinação final ambientalmente adequada dos RCD (ATT, central de reciclagem, aterro de inertes, etc.) no país são incipientes (6,1%), mesmo esses resíduos constituindo mais da metade (61,2%) dos RSU coletados. Cabe ressaltar que, do ponto de vista ambiental a central de reciclagem de RCD seria a alternativa mais ideal, contudo a implementação de tal unidade de processamento

encontra diversas barreiras econômicas, o que dificulta a sua implantação em municípios de pequeno porte. Como a geração de RCD é em função do número de habitantes, nos municípios pequenos têm-se baixos índices de geração, tornando inviável o processamento desses resíduos, sobretudo para o setor privado que demanda de lucro para a sobrevivência do negócio.

Existem vários métodos que podem ser utilizados para se obter uma estimativa da quantidade de RCD gerada nos níveis regional e do projeto. Wu et al. (2014) realizaram uma revisão analítica e identificaram seis categorias de metodologias existentes de quantificação de RCD, incluindo o método de visita ao local, da taxa de geração de resíduos, de análise da vida útil, de acumulação do sistema de classificação, de modelagem de variáveis e outros métodos específicos. No Brasil, ao longo das duas últimas décadas foram sendo feitas adaptações, em sua grande maioria, do método desenvolvido por Pinto (1999), o qual está fundamentado em três bases de informação:

a) Das estimativas de área construída;
b) Da movimentação de cargas por coletores;
c) Do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCD.

Segundo o autor, essa terceira base de informação constitui um processo difícil, quer seja pela pulverização das descargas em dezenas de pontos nos espaços urbanos ou pela impossibilidade de acompanhamento físico das descargas em cada ponto, por longo período de tempo. No entanto, as outras duas bases proporcionam uma quantificação segura, tendo em vista que agregam importantes parcelas da atividade construtiva urbana, como a construção formal de novas edificações (extraída dos registros públicos de áreas licenciadas) e a execução informal de reformas e ampliações (obtida a partir de pesquisas junto aos agentes coletores). Pinto (1999) ainda ressalta que a agregação dessas parcelas deve ser feita com a eliminação de sobreposições.

Na Tabela 7 (ver Apêndice A) são apresentados os resultados referentes à estimativa da geração de RCD em alguns municípios brasileiros, obtidos de diferentes estudos da literatura. Nota-se que mais da metade (64,5%) dos dados relacionados com a geração per capita de RCD estão abaixo da média encontrada de 1,29 kg/hab./dia (470,85 kg/hab./ano, considerando ano com 365 dias) e apenas 19,4% estão acima da média global de 1,68 kg/hab./dia (613,20 kg/hab./ano) estabelecida pelo Grupo Banco Mundial (*World Bank Group*, 2018). Essa dispersão dos resultados pode estar associada principalmente com a utilização de dados subestimados, além de diferentes variáveis e métodos de cálculo. Também pode estar relacionada a erros conceituais, sobretudo em relação a perdas e resíduos. Na Figura 8, tem-se os histogramas dos principais dados da Tabela 7.

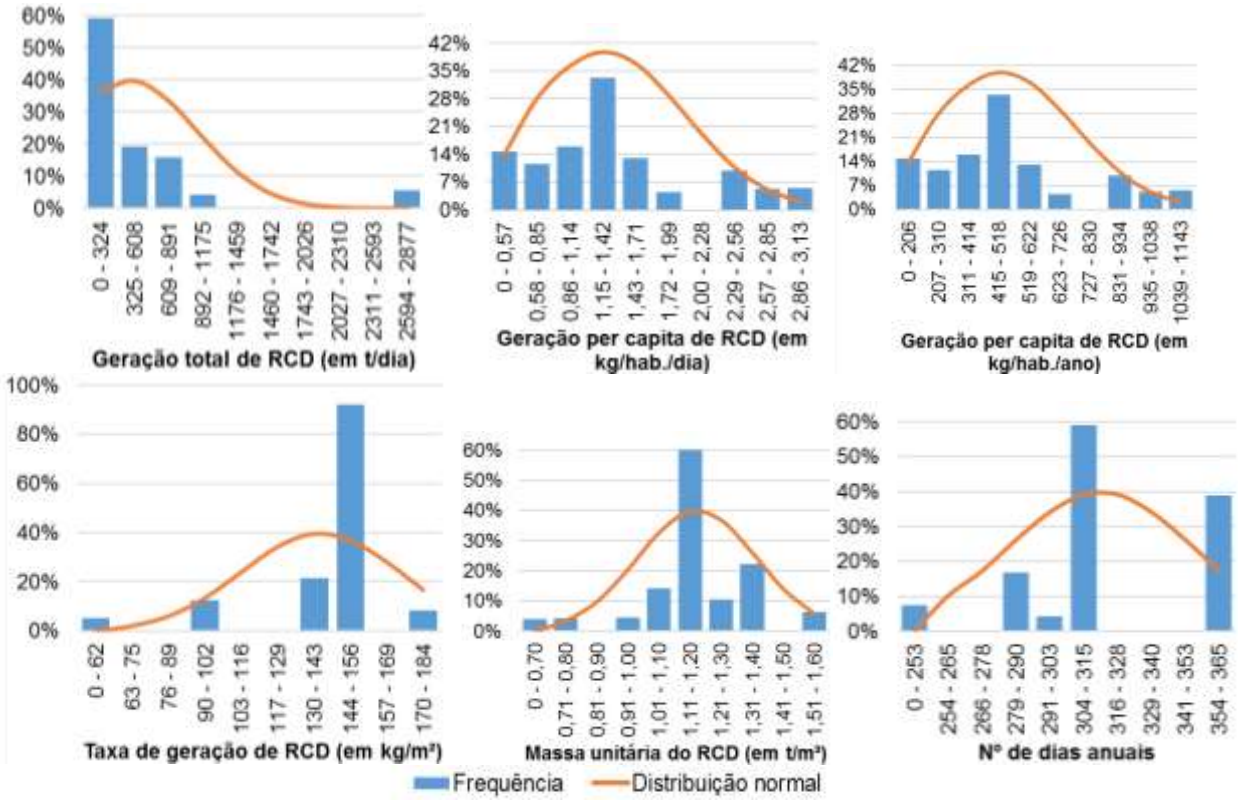


Figura 8 – Histogramas da estimativa da geração de RCD em alguns municípios brasileiros
Fonte: O autor, 2020

Os índices mínimo e máximo da Tabela 7 foram os que mais chamaram atenção e, portanto, serão analisados na sequência: a) geração total de RCD – o índice mínimo (40,21 t/dia) foi calculado com base na área licenciada para construção, porém o autor ressalta que o gráfico do município apresenta diferenças quando comparado ao da tendência do setor de construção civil no Brasil, atribuindo esta diferença à escassez de dados e as deficiências encontradas nos registros; o índice máximo (2877 t/dia) foi calculado com base nas construções novas (formais e irregulares), nas reformas formais e nas quantidades coletadas pelos serviços de limpeza urbana dos municípios (à domicilio e em disposições clandestinas), sem incluir as demolições, e apesar de ser um índice elevado sabe-se que a estimativa populacional do município em questão é a segunda maior do país, perdendo apenas para São Paulo/SP; b) geração per capita de RCD – o índice mínimo (0,28 kg/hab./dia ou 102,20 kg/hab./ano) foi calculado com base na movimentação de cargas por transportadores regulamentados, indicando possivelmente a ação de transportadores não regulamentados ou que uma parcela significativa de RCD foi lançada ou abandonada em logradouros públicos; o índice máximo (3,13 kg/hab./dia ou 1142,45 kg/hab./ano) foi calculado com base no monitoramento dos volumes descartados nos locais de destinação final, que podem estar recebendo RCD dos municípios vizinhos ou como os períodos de amostragem foram relativamente curtos (quatro meses na central de triagem/aterro de inertes e sete meses na central de reciclagem), esse índice pode não representar corretamente a estimativa da geração per capita de RCD no referido ano; c) taxa de geração de RCD – os índices referem-se a estimativa da massa de RCD gerada por m² de construção e foram utilizados tanto para construções novas

quanto reformas e ampliações, sendo que o mínimo (49,00 kg/m²) foi calculado com base em somente alguns serviços[13] e o máximo (183,28 kg/m²) foi calculado com base nos indicadores gerais de cinco obras, principalmente de alto padrão; d) massa unitária do RCD – o índice mínimo (0,60 t/m³) foi obtido pelo autor através da pesagem de amostras *in natura* retiradas das caçambas, ou seja, considerando vazios; o índice máximo (1,60 t/m³) foi adotado com base no peso específico médio que o autor considera para material reciclado; e) número de dias anuais – os índices foram adotados sem esclarecimentos, sendo que o mínimo (240 dias/ano) refere-se à 20 dias úteis/mês e o máximo (365 dias/ano), ao total de dias em um ano normal.

A distribuição da estimativa da geração per capita de RCD em alguns municípios brasileiros é apresentada na Figura 9.

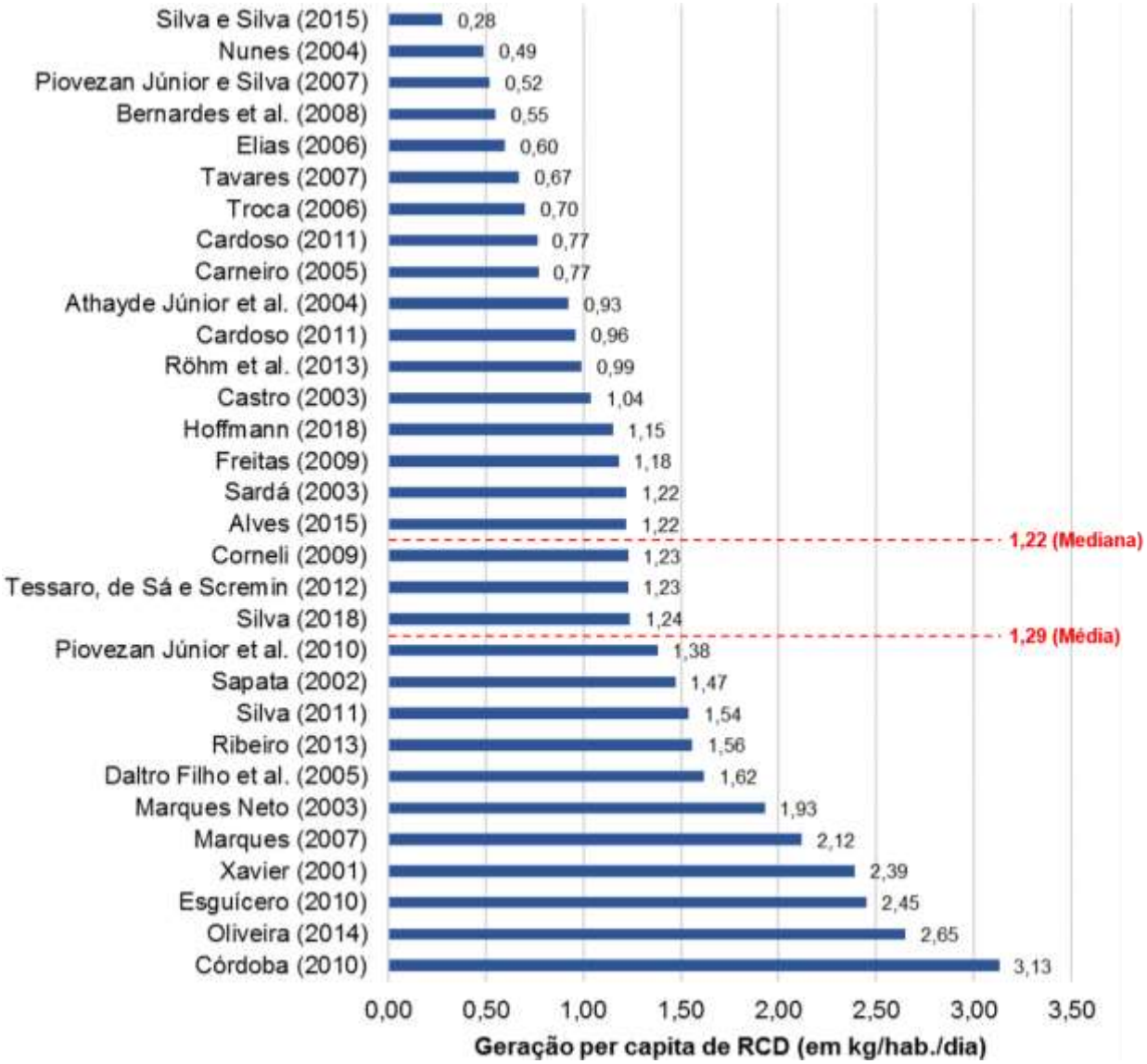


Figura 9 – Distribuição das estimativas referentes à geração per capita de RCD em alguns municípios brasileiros
Fonte: O autor, 2020

[13] Os autores consideraram para o cálculo da estimativa de RCD gerado, os seguintes serviços: concreto usinado, aço, blocos, argamassa (alvenaria, paredes e tetos, fachada e contrapiso), placas cerâmicas (fachada e piso) e gesso (paredes e teto) (DE ANDRADE et al., 2001).

O estudo realizado por Costa (2012) revelou que a geração per capita de RCD no Brasil e em vários países, encontra-se entre 130 e 3.000 kg/hab./ano (0,36 e 8,22 kg/hab./dia, considerando ano com 365 dias). Marques Neto (2009) apresentou uma geração per capita de RCD de 0,55 a 3,08 kg/hab./dia (200,75 a 1.124,20 kg/hab./ano) para os 64 municípios brasileiros[14] da Bacia Hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15), localizados no Estado de São Paulo. Pinto e González (2005) apresentaram uma geração de RCD per capita para 10 municípios brasileiros, que varia de 1,218 a 2,436 kg/hab./dia (444,57 a 889,14 kg/hab./ano). Para Zanta (2008), a geração per capita de RCD em municípios brasileiros de médio e grande porte varia de 400 a 700 kg/hab./ano (1,10 a 1,92 kg/hab./dia). O autor ainda ressalta que essa variação ocorre devido a fatores, tais como época, tamanho da cidade, desenvolvimento e momento econômico do país, entre outros. John e Agopyan (2000) enfatizam que os dados nacionais referentes a estimativa da geração de RCD necessitam ser validados a partir de uma metodologia única.

2.1.5 Origem

Segundo John e Agopyan (2000), o RCD pode se originar em três momentos do ciclo de vida das edificações, sendo que o primeiro é na fase de construção, o segundo é na fase de manutenção e reformas, e o terceiro é na fase de demolição. A geração dos resíduos durante a fase de construção ocorre principalmente em decorrência dos desperdícios e das perdas nos processos construtivos, porém uma parcela relativamente menor é inerente a esses processos ou materiais, como por exemplo, as embalagens plásticas e de papelão, latas de tinta, *pallets*, isopor, entre outros.

De acordo com Pinto (1999), as perdas no setor construtivo situam-se entre 20 e 30%, no qual parte se transforma em resíduo e o restante fica incorporado na própria obra. Nesse contexto, John e Agopyan (2000) explicam que a parte das perdas que permanece incorporada nas edificações se dá na forma de componentes cujas dimensões finais são superiores àquelas projetadas. Os autores ainda afirmam que a redução das perdas geradas na fase de construção, ao provocar a redução da quantidade de material incorporado às obras, reduz também a geração de resíduos nas fases de manutenção e demolição. Na Figura 10 é apresentada a média do RCD gerado em alguns municípios brasileiros diagnosticados, conforme o ciclo de vida das edificações.

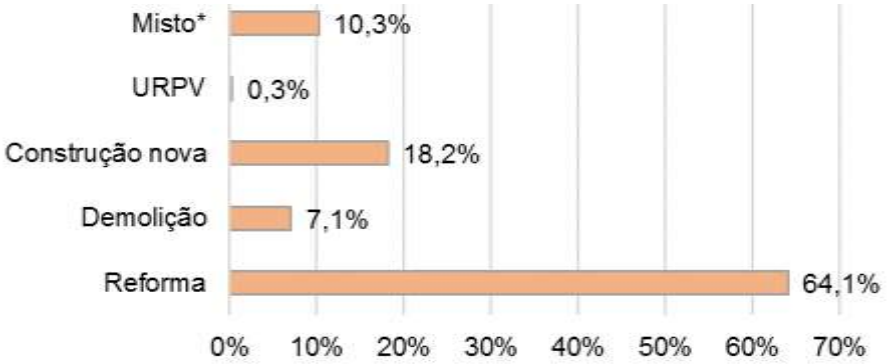
[14] Em grande parte desses municípios, a prefeitura municipal é totalmente responsável pela execução da coleta de RCD, não existindo prestadores de serviços privados, como por exemplo, empresas de caçambas e outros agentes coletores (MARQUES NETO, 2009). O autor adotou a massa específica do RCD de 1,20 t/m³ conforme Pinto (1999).

Notas: ** Industriais, comerciais e de serviços, cujas atividades quase sempre são formalizadas. ** Tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto as pequenas residências de periferia, quase sempre autoconstruídas e informais.*

Figura 10 – Origem do RCD gerado em alguns municípios brasileiros (% da massa total)
Fonte: Adaptada de PINTO; GONZÁLEZ, 2005

Nota-se que uma grande parcela do RCD gerado (59,0%) é oriunda de processos que envolvam reformas, ampliações e/ou demolições, sendo que o restante (41,0%) é oriundo de processos de novas construções. Nos Estados Unidos, por exemplo, a demolição representou 94% da geração total de RCD em 2017 e apenas 6% tiveram a sua origem durante a construção (US EPA, 2019). Essa diferença indica que o Brasil apresenta um desperdício bastante elevado em relação à construção de obras novas e esse desperdício é evidenciado na forma de resíduos.

Segundo outra pesquisa realizada por Carmo, Maia e César (2012) junto à três centrais de reciclagem de RCD em Belo Horizonte, os resultados obtidos confirmam o que foi exposto por Pinto e González (2005) de que, nos municípios brasileiros, são predominantes aqueles resíduos provenientes de obras de reformas. A Figura 11 apresenta a origem do RCD em Belo Horizonte.



Notas: ** Composto por RCD provenientes de fontes diversas. URPV – Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes; são unidades distribuídas entre as nove regionais de Belo Horizonte responsáveis pelo recebimento de RCD entregues por pequenos geradores, em uma quantidade máxima de até 2 m³ por dia.*

Figura 11 – Origem do RCD em Belo Horizonte (% da massa total)
Fonte: Adaptada de CARMO; MAIA; CÉSAR, 2012

De acordo com Angulo et al. (2013) e Lima e Cabral (2013), o RCD é proveniente de diversas atividades da indústria da construção civil, as quais evolvem inúmeras variáveis, tais como: tipo de obra executada, tipo de materiais utilizados, fase da obra, qualidade da mão de obra empregada, adoção de ferramentas de gestão na obra, possibilidade de certificação da obra, região

econômica da realização da obra, diferenças regionais do país, técnicas construtivas, rastreabilidade dos resíduos gerados, reciclagem e reutilização dos materiais no canteiro, entre outros.

Para Schneider (2003), os materiais da construção civil produzidos são perdidos na forma de resíduos devido, principalmente ao transporte inadequado, erros no armazenamento dentro dos canteiros de obras, uso de métodos e técnicas de construção ultrapassadas e mão de obra desqualificada.

Segundo Miotto (2013), são vários os motivos que justificam a geração excessiva de RCD, dentre eles a baixa qualificação da mão de obra, técnica construtiva de pouca tecnologia que não emprega princípios de racionalização, falhas nos métodos de transporte dos materiais nos canteiros de obras e excesso de produção de materiais e de embalagens.

2.1.6 Gestão e Gerenciamento

No cenário internacional, a nomenclatura "*waste management"* contempla tanto as ações referentes à gestão quanto ao gerenciamento, sendo de maneira geral, definida como a aplicação de técnicas que garantam a execução ordenada de várias funções de coleta, transporte, processamento, tratamento e disposição final do resíduo (BARIK, 2019). Na construção civil, o termo "*construction waste management"* é tido como o responsável pela execução sustentável das etapas de construção, a partir da eliminação de resíduos em todas as etapas cabíveis, através da redução, reciclagem e reutilização dos materiais (WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE - WBDG, 2016).

No cenário nacional, a gestão integrada de resíduos sólidos corresponde ao conjunto de ações focadas nas soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso XI). Um exemplo disso são os planos de resíduos sólidos, mencionados anteriormente. O gerenciamento de resíduos sólidos é o conjunto de ações exercidas, seja de maneira direta ou indireta, em todas as etapas de manejo dos resíduos sólidos (coleta, transporte, transbordo, tratamento e, destinação final ambientalmente adequada no caso dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada no caso dos rejeitos), atendendo ao disposto no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou plano de gerenciamento de resíduos sólidos, sendo ambos aqueles exigidos na Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010a, art. 3º, inciso X).

Na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, tanto a Resolução CONAMA nº 307/2002 como a PNRS estabelecem uma ordem de prioridade, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Ordem de prioridade na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos
Fonte: Adaptada de BRASIL, 2002; 2010a

A Resolução também determina que é responsabilidade dos geradores de RCD atingir o objetivo primário da não-geração de resíduos e, em segundo plano, promover as ações de redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. É exatamente neste cenário que se enquadra a questão da economia circular, cujo objetivo principal é reduzir ou até mesmo extinguir, os resíduos gerados, bem como moderar a extração de materiais da natureza (TEIXEIRA, 2019).

Para Agopyan et al. (2004) por mais que hajam ações importantes para a reutilização e destinação correta dos resíduos, ressaltando a importância da legislação, políticas públicas e Parcerias Público-Privadas (PPP), o canteiro de obras ainda é a base principal para se atingir as metas de gestão e gerenciamento dos RCD, visto que é ali que um correto planejamento, consumo, e gerenciamento dos insumos acaba por resultar numa menor produção de descartes.

Na Tabela 8 são mostradas uma série de operações que podem ser introduzidas dentro de cada categoria de ações referentes ao gerenciamento de RCD. Ainda, são elencadas a ordem de prioridade para a escolha de cada ação a ser tomada, bem como o nível de impacto ambiental que o resíduo produziria após a sua intervenção.

Tabela 8 – Ações a serem tomadas no gerenciamento dos RCD

Ação	Prioridade	Impacto no ambiente	Medidas cabíveis
Não geração	Primária	Baixo	Otimização de tipologias, projetos de execução, modulação dos ambientes, treinamento dos colaboradores e armazenamento adequado dos insumos
Redução	Secundária	Baixo	Capacitação das frentes de trabalho, otimização dos processos, respeitar a sequência correta de execução e evitar o retrabalho
Reutilização	Terciária	Médio	Utilização de tecnologias que prolonguem a vida útil dos materiais (por exemplo substituição das fôrmas em madeira pelas fôrmas metálicas) e dar uso a materiais que se tornariam entulho (por exemplo cerâmicas quebradas utilizadas no aterramento dos solos no próprio canteiro)
Reciclagem	Terciária	Médio	Instalação de lixeiras e contêineres específicos para a segregação dos resíduos ainda no canteiro, de modo a destinar estes ao ambiente apropriado de reciclagem para cada categoria
Destinação final	Última	Alto	Cessadas todas as alternativas de primeira e segunda prioridades, o descarte final adequado dos rejeitos e resíduos deve ser feito, levando em conta todas as Classes conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 307/2002

Fonte: Adaptada de YUAN; SHEN, 2011 e JIN; YUAN; CHEN, 2019

A não geração, e em consequência, a redução na geração de RCD tem prioridade na escala de ações, e é considerada a ação mais eficaz e eficiente entre todas, pois está acarreta em dois benefícios diretos de bastante impacto nas atividades do setor. O primeiro destes é a própria minimização da geração de RCD, e o segundo refere-se à redução nos custos relacionados ao manejo destes resíduos, indo desde a coleta e transporte até a reciclagem ou mesmo destinação final ambientalmente adequada (YUAN; SHEN, 2011).

As atividades de reutilização e reciclagem do RCD são tidas como alternativas para a minimização dos impactos produzidos, caso os resíduos cheguem a ser descartados por completo. Essas ações têm menor prioridade na escala de tomada de decisão, pois o impacto que o resíduo gera após tomada esta iniciativa ainda é mediano, uma vez que a não geração seria a solução de menor impacto. Alguns benefícios que as etapas de reciclagem e reutilização podem trazer são a redução no consumo de recurso naturais, em especial aos não-renováveis, a redução do consumo de energia necessário para a produção das matérias-primas, e ainda a redução das áreas destinadas para aterro sanitário (OLIVEIRA, 2007).

A reciclagem de RCD no Brasil é ainda bastante recente se comparada a outros países, como por exemplo a Alemanha. Os primeiros estudos científicos e publicações brasileiras na área iniciaram-se na segunda metade da década de 80, enquanto que na Alemanha a técnica já era bastante utilizada e dominada desde a reconstrução das cidades no período pós-guerra. A criação das primeiras indústrias de reciclagem se deu apenas no início da década de 90, nos Estados de São Paulo (1991), Paraná (1993) e Minas Gerais (1994), enquanto que, para o RCD, a implantação das primeiras indústrias beneficiadores deste material aconteceu apenas nos anos 2000, nos Estados de São Paulo e Ceará (ANGULO; CARELLI; MIRANDA, 2009).

De acordo com o Relatório Pesquisa Setorial 2017/2018 da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (ABRECON), até o ano de 2017 o país contava com a existência de 360 centrais de reciclagem de RCD em todo o território nacional (ABRECON, 2019), distribuídas geograficamente conforme ilustrado na Figura 13. Na elaboração do relatório, das 360 centrais do setor existentes no país, apenas 115 centrais de reciclagem de RCD (31,9%) aceitaram responder ao questionário de levantamento de dados, fazendo com que o estudo apresentasse, deste modo, dados simplificados para o cenário.

Figura 13 – Concentração de centrais de reciclagem de RCD por Estado
Fonte: Adaptada de ABRECON, 2019

Alguns dos trabalhos na área têm demonstrado, entre outros resultados, a adequabilidade do uso de RCD na produção de agregados reciclados para utilização em aterros ou concretos de baixa resistência, em especial aos materiais ditos como resíduos cinzas, provenientes dos componentes cimentícios residuais das atividades de desmonte das edificações. Porém, conforme aponta De Morais (2006), o que dificulta ou até mesmo inviabiliza o reaproveitamento do RCD é a contaminação sofrida, em razão da situação irregular de descarte. Desse modo, para viabilizar o seu uso, estes materiais devem ser devidamente segregados, classificados, e adequadamente limpos (sem a presença de material pulverulento em sua superfície e sem a presença de materiais contaminantes no montante global do lote) (ANGULO, 2005; MARQUES NETO; SCHALCH, 2010).

Também no Relatório da ABRECON, quando questionados sobre a estimativa de vendas do agregado reciclado de RCD, as respostas dos entrevistados mostraram existir ainda uma resistência muito grande por parte dos proprietários, profissionais e empresários do setor da construção em utilizar esse tipo de material. As principais causas de dificuldades para a venda de agregados reciclados de RCD apresentadas pelos entrevistados são mostradas na Figura 14.

Nota: *CTR – Controle de Transporte de Resíduos.*

Figura 14 – Principais causas de dificuldades na venda de agregados reciclados de RCD
Fonte: Adaptada de ABRECON, 2019

De modo a promover a utilização de RCD, a partir de 2018 a ABRECON passou a publicar o Manual de Aplicação do Agregado Reciclado (MARE). Esse manual pretende padronizar a nomenclatura dos agregados reciclados e suas aplicações, bem como, esclarecer dúvidas sobre a característica das matérias-primas.

Algumas das aplicações já difundidas e conhecidas dos RCD estão no uso como base e sub-base de pavimentos rodoviários e também nas aplicações de concretos sem fins estruturais. Porém, estudos recentes têm buscado pela valorização deste material também em outras aplicações, principalmente no reuso destes em aplicações de concretos estruturais (PERIUS, 2009).

Um conceito que tem tomado força nos últimos anos no gerenciamento de resíduos sólidos é o da economia circular. O objetivo principal desta metodologia é fazer com que a cadeia produtiva do produto seja também a responsável pelo gerenciamento deste material quando este atinge o final de sua vida útil, proporcionando a coleta adequada dos rejeitos, de modo a serem destinados à reciclagem e reintrodução na cadeia de produção, sem que sejam

descartados em aterros. Para que o sucesso do sistema seja obtido, as iniciativas públicas devem ser tomadas a partir da implementação de legislações, o fator econômico deve ser compensatório, e o mercado deve proporcionar ao consumidor uma nova visão de função ativa sobre seu papel na cadeia de valor.

No Brasil, alguns materiais como pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes, produtos e componentes eletrônicos, eletrodomésticos e embalagens de agrotóxicos já possuem sistema introduzido de logística reversa, obrigatório segundo a PNRS (BRASIL, 2019c). Porém, na indústria da construção civil esta ideia ainda é bem distante da realidade que se tem, e a possível implementação deste sistema no setor contemplaria, a curto prazo, apenas uma parcela do RCD produzido.

3 GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: CENÁRIO INTERNACIONAL

3.1 INTRODUÇÃO

Os resíduos produzidos pela indústria da construção civil compreendem aqueles "gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis" (BRASIL, 2010, art. 13, inciso I, alínea h). São aqueles comumente denominados de "entulho de obra" ou Resíduos da Construção Civil (RCC). Outra nomenclatura amplamente utilizada e difundida nos últimos anos, denomina tais resíduos como sendo Resíduos de Construção e Demolição (RCD), uma vez que o montante final da geração surge a partir de diversas fases da vida útil de edificações, indo desde o levante destas até as fases de desmonte.

Uma quantidade considerável de RCD é gerada anualmente em todo o mundo. Na União Europeia por exemplo, no ano de 2016, foram geradas 923,7 milhões de toneladas de RCD, representando 36,4% do total de resíduos sólidos (EUROPEAN STATISTICAL OFFICE - EUROSTAT, 2020). Nos Estados Unidos, foram geradas 569 milhões de toneladas de RCD em 2017 (*United States Environmental Protection Agency* – US EPA, 2019), sendo que este número representa mais que o dobro do montante obtido pelo restante das atividades dos municípios. Segundo a mesma fonte, estima-se que cerca de 94% do volume total de RCD seja advindo de atividades de demolição, enquanto 6% seja referente às atividades de construção.

Em geral, nos países desenvolvidos o processo de projeto e de construção mais industrializada tende a apresentar menores índices de geração de RCD, os quais já possuem sua infraestrutura construída, necessitando maiormente de obras de manutenção e/ou retrofit. Além disso, possuem políticas públicas de gestão e processos de reaproveitamento de RCD consolidados há décadas. Contudo vale lembrar que o pós-guerra foi um grande marco para isso, a Alemanha, por exemplo, empregou estes resíduos para sua reconstrução. Nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, tais níveis podem ser mais elevados, como é o caso do Brasil, onde os RCD chegam a representar de 54 a 70% do total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (PINTO, 1999).

Quando a disposição do resíduo gerado pela construção não é feita de maneira adequada, impactos significativos podem ocorrer nas mais diversas esferas, como por exemplo, a contaminação de solos e águas; efeitos nocivos à fauna e flora; poluição do ambiente; gerando prejuízos econômicos, tanto em recursos primários, como também os efeitos negativos em turismo e transporte do local afetado, além de afetarem diretamente a saúde pública e a vida das populações, pela proliferação de pragas e doenças e pelo mau uso dos espaços (SPIES, 2009). Sem contar que a alta geração de RCD pode ainda causar o esgotamento de aterros sanitários (POON; YU; NG, 2003), prejuízos ao meio ambiente por poluição perigosa (ESIN; COSGUN, 2007) e desperdício de recursos naturais.

Foi com base nessas problemáticas que, em meados da década de 1970, a União Europeia e os Estados Unidos iniciaram ações em favor do correto gerenciamento, tratamento e destinação final dos resíduos produzidos pela indústria da construção civil. Enquanto que no Brasil, as primeiras mobilizações na área foram tomadas somente no início do século XXI, sendo a instauração da Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em 05 de julho de 2002, o marco mais significativo desta etapa no país.

Em consonância à Resolução, em 02 de agosto de 2010 foi sancionada a Lei nº 12.305, a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa lei prevê que a gestão de resíduos sólidos no país tenha como ordem de prioridade a "não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamentos dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos" (BRASIL, 2010, art. 9º), fazendo com que o plano de gerenciamento leve em conta todas as fases de utilização de um material, indo desde a concepção de uso até o seu descarte final, vencidas todas as possibilidades de reuso do material.

Em relação ao RCD, a PNRS define que cabe às microrregiões e aos geradores deste resíduo contemplarem as "atividades de coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final" de tais materiais (BRASIL, 2010, art. 16, parágrafo 3º). Segundo a Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), os geradores de RCD são classificados em pequenos e grandes[15], sendo que os grandes geradores de RCD ficam sujeitos à elaboração de Projetos de Gerenciamento de RCD, mesmo nos casos em que os resíduos produzidos não sejam considerados perigosos.

Entretanto, mesmo após a criação de tais políticas públicas, a maioria dos estudos realizados no Brasil apontam que os RCD continuam sendo gerenciados e dispostos de maneira inadequada. Angulo (2005), cita que um dos desafios na aplicação de materiais a partir de RCD na construção civil se dá pela inexistência de normas aplicáveis a estes tipos de materiais, bem como, por consequência, à pouca valorização econômica do produto. Kochem (2016), demonstrou em seu estudo que o gerenciamento de RCD no Estado do Paraná é ainda um desafio, uma vez que a coleta e triagem desses resíduos é praticamente inexistente, apesar de existirem algumas alternativas comerciais para o beneficiamento dos mesmos.

Segundo Yuan e Shen (2011) como o RCD é inevitável e o "desperdício zero" não é prático, pesquisas sobre a redução da geração e o gerenciamento de RCD foram realizadas nos últimos anos. Nesse contexto, o presente estudo objetiva analisar a literatura relacionada aos RCD no cenário internacional, com a finalidade de obter um estado da arte sobre os rumos de investigação e as práticas efetivas de gestão e gerenciamento dos RCD. Para tanto, buscou-se elencar as principais tendências, perspectivas, limitações e lacunas, além de identificar as estratégias de melhorias que possam contribuir para o avanço na área de gestão e gerenciamento dos RCD.

[15] Como não consta em nenhuma política pública de âmbito federal as definições do pequeno e grande gerador de RCD, cabe nesse caso, aos Municípios e ao Distrito Federal, por meio de suas legislações locais, determinar a quantidade ou o volume que caracteriza os geradores de RCD. Em geral, alguns municípios têm classificado como pequeno gerador aquele que produz até 1 m³ de RCD e grande gerador aquele que produz acima de 1 m³ de RCD. Contudo, muitas vezes não informam as condições para esta geração (se por obra, por mês, por ano, etc.).

3.2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo foi realizada uma revisão de literatura nas bases de dados indexadas ao portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) entre os meses de novembro e dezembro do ano de 2019. O portal de periódicos da CAPES foi escolhido em função de ser o responsável por reunir e disponibilizar a instituições de ensino e pesquisa no Brasil o melhor da produção científica internacional (CAPES, 2020).

3.2.1 Identificação dos Artigos Científicos

Para a realização de uma análise abrangente foi feito o reconhecimento prévio de publicações altamente citadas sobre a temática dos RCD para identificar os principais termos-chave relacionados. Em seguida, foi elaborada uma combinação dos termos de pesquisa mais frequentemente utilizados, sendo que os artigos científicos contendo tais termos no título foram identificados. Os termos de pesquisa incluíram: *"construction waste*", "construction solid waste*", "construction material waste*", "demolition waste*", "demolition solid waste*", "demolition material waste*", "C&D waste*", CDW, "waste* in construction", "waste* in demolition", "waste* of construction" e "waste* of demolition"*. O uso de aspas no termo composto visa recuperar apenas os registros que contenham as palavras juntas e o uso do sinal de asterisco substitui uma ou mais letras na palavra, como por exemplo, a letra ‘s’ utilizada para indicar o plural da palavra. A escolha dos critérios de pesquisa está relacionada com a necessidade de capturar literatura internacional relevante e atual baseada em evidências sobre a temática em questão, portanto considerou-se apenas os artigos científicos publicados nos últimos 12 anos (2008-2019) com os textos em inglês e os periódicos revisados por pares. Na sequência, os resultados obtidos foram processados no software Excel, permitindo a exclusão de dados duplicados e/ou fora do escopo desta pesquisa.

A revisão da literatura conduzida no portal de periódicos da CAPES identificou inicialmente um total de 816 resultados. Após a exclusão de dados duplicados e/ou fora do escopo da pesquisa, restaram 566 artigos científicos relacionados aos RCD que foram analisados, conforme poderá ser observado no decorrer desta pesquisa e estão disponíveis no Apêndice B.

3.2.2 Classificação dos Artigos Científicos Selecionados

A classificação dos artigos científicos selecionados foi feita por tópicos de pesquisa, os quais estão baseados na hierarquia dos resíduos. Porém, como alguns tópicos de pesquisa apresentaram poucos resultados foram agrupados numa mesma categoria denominada outros. Com isso, os tópicos de pesquisa encontram-se classificados em cinco categorias, incluindo: i) redução da geração de RCD; ii) reciclagem de RCD; iii) disposição de RCD; iv) gestão

e gerenciamento em geral de RCD; e v) outros. No caso dos artigos científicos que cobrem mais de um tópico de pesquisa, os mesmos foram classificados na categoria de gestão e gerenciamento em geral de RCD.

3.2.3 Análise Detalhada dos Artigos Científicos Selecionados

O critério para a análise detalhada dos artigos científicos selecionados foi baseado no número de citações por ano, porém de um modo que as publicações recentes não fossem afetadas em função do tempo que as demais publicações já estão sendo veiculadas. Assim para cada um dos cinco tópicos de pesquisa foram analisados criticamente os 10 artigos científicos mais citados para embasar os resultados e as discussões desta pesquisa. O resumo dos processos de identificação, classificação e análise detalhada dos artigos científicos selecionados é mostrado na Figura 15.

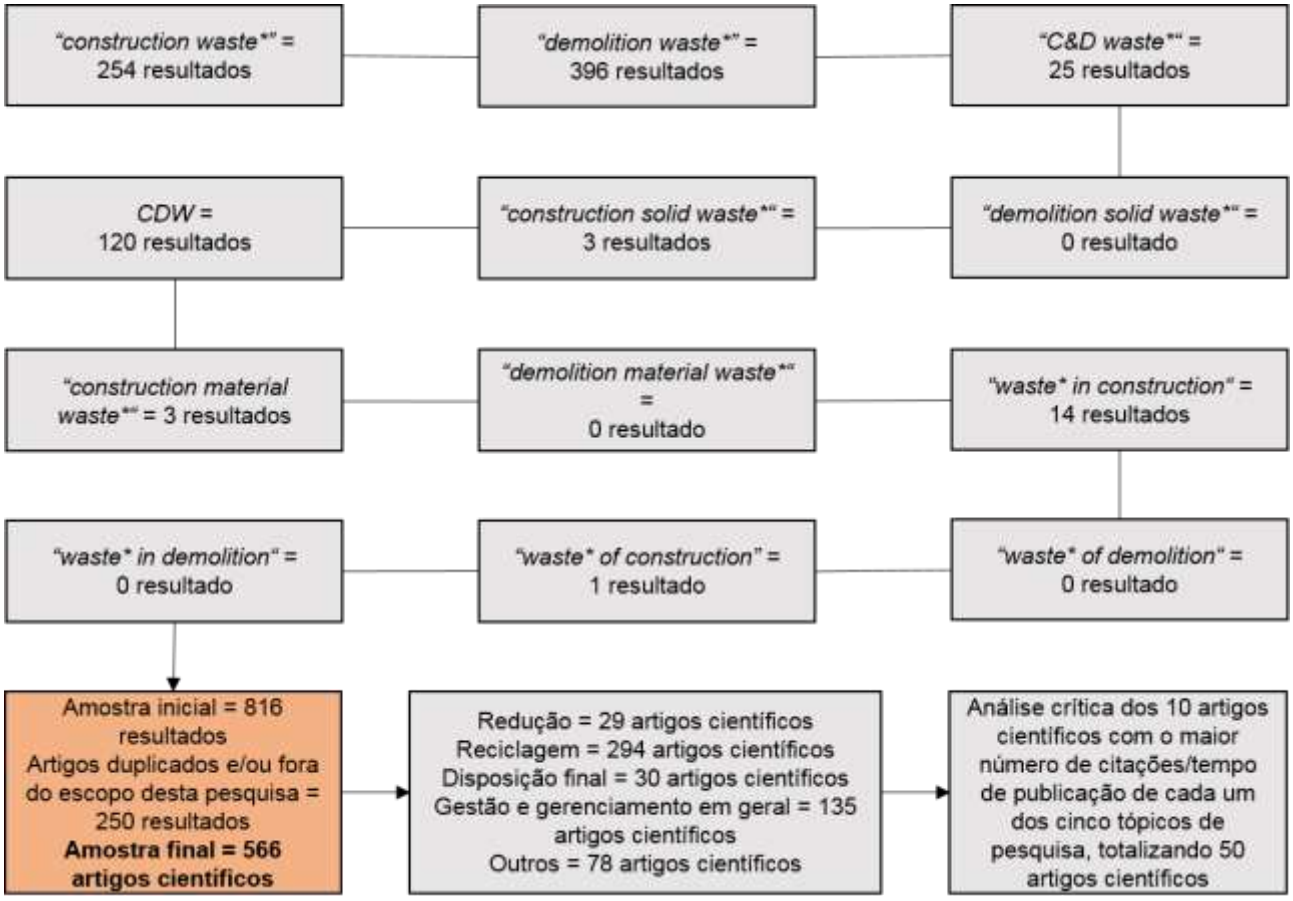


Figura 15 – Resumo dos processos de identificação, classificação e análise detalhada dos artigos científicos selecionados
Fonte: O autor, 2020

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.3.1 Publicações por Ano

A evolução da tendência de publicação dos artigos científicos relacionados aos RCD durante um período de 12 anos (2008-2019), é apresentada na Figura 16.

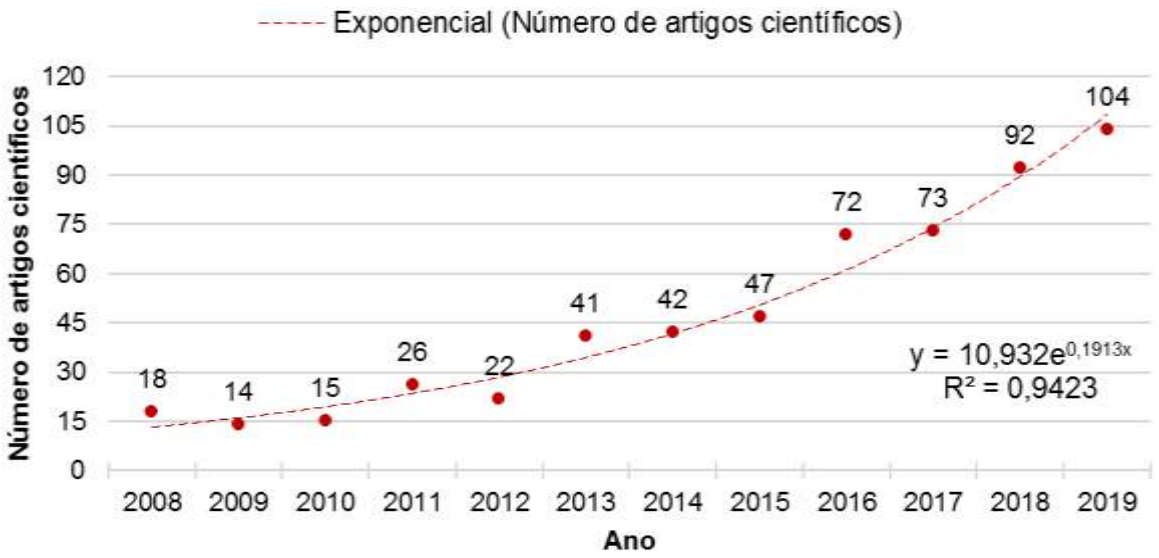


Figura 16 – Evolução da tendência de publicação dos artigos científicos relacionados aos RCD
Fonte: O autor, 2020

De acordo com a série histórica, é possível identificar uma tendência crescente no número de publicações ao longo dos últimos anos. Em relação ao período analisado, o ano de 2009 apresentou um ligeiro declínio na publicação anual de artigos científicos, provavelmente devido à crise econômica global ocorrida entre 2007 e 2009. Com a recuperação econômica global que se iniciou em meados de 2011, o interesse de pesquisa começou a aumentar consideravelmente, passando de até 15 artigos científicos publicados em 2009 e 2010 para quase 30 em 2011.

Tal fato pode estar atrelado ao avanço da tecnologia e a introdução de políticas que englobam gestão e gerenciamento de resíduos. Além disso, com o conceito de desenvolvimento sustentável e Economia Circular (EC) sendo amplamente difundidos e aceitos, esse tema de pesquisa continuará a receber ampla atenção no futuro. Contudo, essa tendência de elevação de publicações sobre um determinado tema é recorrente para diversos assuntos da ciência. Bornmann e Mutz (2015) constataram um crescimento exponencial das publicações globais a partir de 1980. Os autores explicam que da Segunda Guerra mundial até o ano de 2012, o crescimento anual da publicação científica global foi da ordem de 8 a 9%, conforme tendência mostrada na Figura 17.

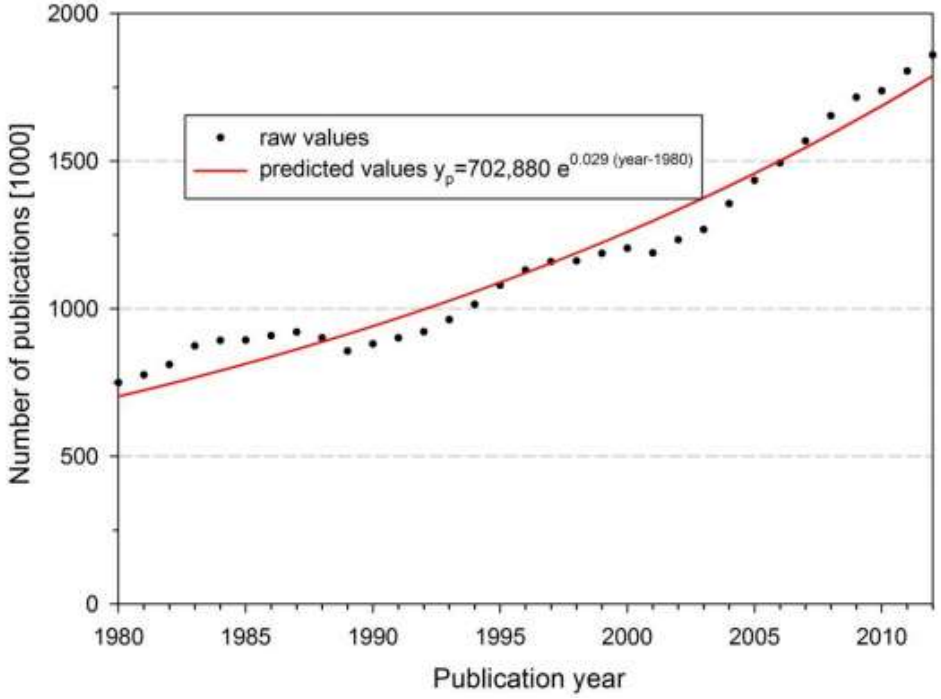


Figura 17 – Crescimento exponencial da produção científica de 1980 a 2012
Fonte: BORNMANN; MUTZ, 2015

3.3.2 País/Região da Publicação

A análise do país de origem e instituição tem sido aplicada por vários pesquisadores para investigar a distribuição da pesquisa em relação aos RCD (YUAN; SHEN, 2011; LU; YUAN, 2011; GHAFOURIAN et al., 2016; LIU; SUN; YANG, 2017; JIN; YUAN; CHEN, 2019; HOANG et al., 2019). Na Figura 18 é mostrada a distribuição geográfica da publicação dos artigos científicos.

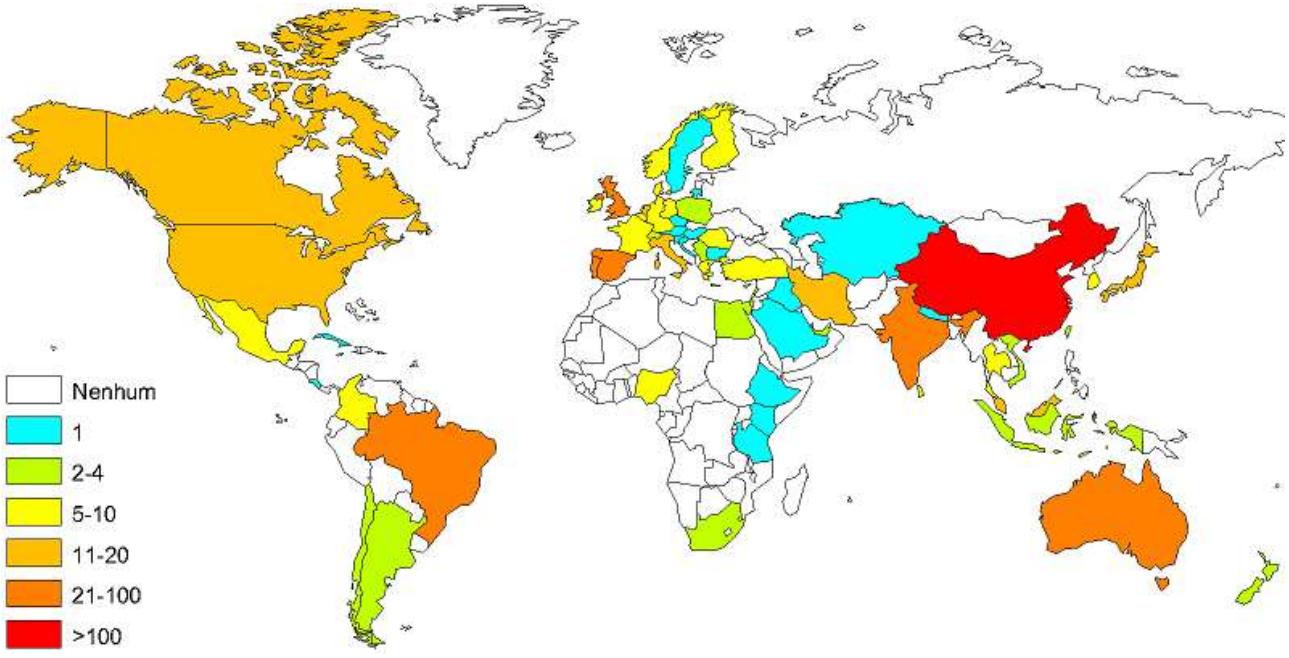


Figura 18 – Distribuição geográfica da publicação dos artigos científicos relacionados aos RCD (2008 a 2019)
Fonte: O autor, 2020

Alguns indicadores quantitativos (número de artigos científicos publicados e a sua respetiva porcentagem, número de citações, e números de artigos científicos e citações por ano) dos 10 países/regiões que mais contribuíram para com a pesquisa do tema em questão são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Países e regiões mais ativos na publicação de artigos científicos relacionados aos RCD (2008 a 2019)

País/Região	Número de artigos científicos	Porcentagem (%)	Número de citações	Média de artigos científicos/ano	Média de citações/ano
China	142	18,5	4005	11,8	333,8
Espanha	82	10,7	3030	6,8	252,5
Austrália	56	7,3	1641	4,7	136,8
Hong Kong	54	7,0	2927	4,5	243,9
Brasil	49	6,4	950	4,1	79,2
Reino Unido	47	6,1	1897	3,9	158,1
Portugal	33	4,3	1934	2,8	161,2
Índia	21	2,7	495	1,8	41,3
Estados Unidos	20	2,6	377	1,7	31,4
Itália	20	2,6	409	1,7	34,1
Total	**524**	**68,2**	**17665**	**43,8**	**1472,3**

Fonte: O autor, 2020

Nota-se que a maioria desses países/regiões são considerados desenvolvidos (60%) e os outros, emergentes ou em desenvolvimento (40%). Porém observa-se que essa diferença é pequena, indicando que os países/regiões emergentes ou em desenvolvimento também estão fazendo bons esforços na promoção da publicação de artigos científicos relacionados ao tema RCD. Isso comprova o que foi previsto por Yuan e Shen (2011), que mais estudos a respeito dos RCD seriam liderados por pesquisadores de economias em desenvolvimento, onde as atividades da construção civil continuarão sendo as suas principais atividades econômicas.

Conforme mostrado na Tabela 9, a contribuição desses países/regiões corresponde a aproximadamente 69% do total, sendo que a diferença do primeiro país (China com 18,5%) em relação ao último país (Itália com 2,6%) é notória. Nesse caso, destaca-se o Brasil que possui artigos científicos com o menor número de citações que os dois países (Reino Unido e Portugal) que estão abaixo dele na classificação geral. Por outro lado, os artigos com o maior número de citações são, principalmente da China, Espanha e Hong Kong, sendo que a China está enfrentando um problema considerável de escassez de espaço para aterros sanitários ao lidar com a enorme quantidade de RCD gerados (DUAN; LI, 2016), o que pode estar contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao reaproveitamento de resíduos. A Espanha em função do esquema de depósitos monetários para assegurar o correto gerenciamento dos resíduos está necessitando urgentemente de métodos de quantificação da geração de RCD mais precisos. Em Hong Kong, os recursos terrestres relativamente limitados e alta densidade populacional tornaram o gerenciamento de RCD uma importante questão ambiental (LIU; SUN; YANG, 2017). A distribuição anual da publicação de artigos científicos relacionados ao tema RCD dos cinco principais países/regiões é mostrada na Figura 19.

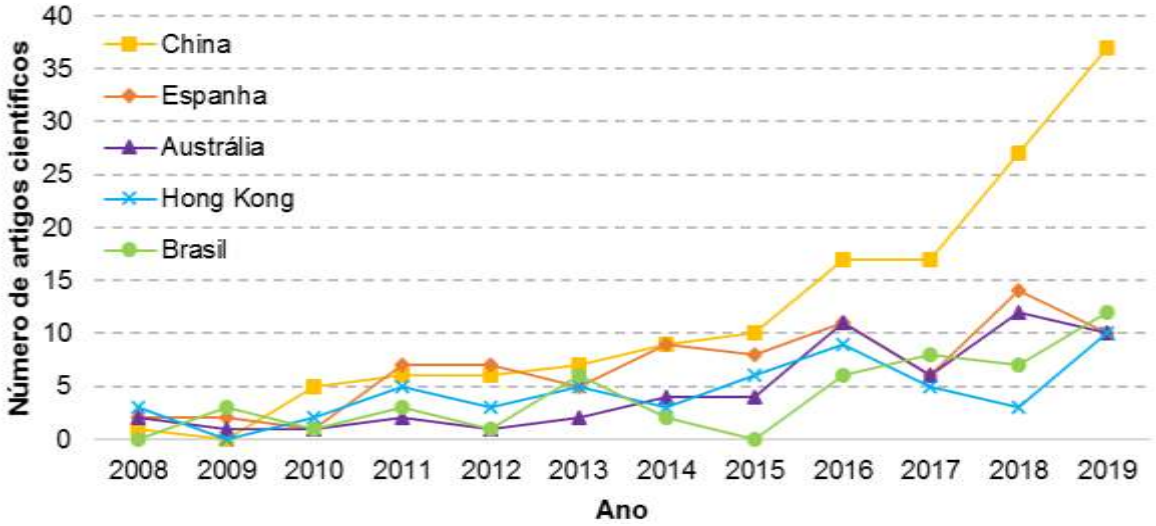


Figura 19 – Distribuição anual da publicação de artigos científicos relacionados aos RCD
Fonte: O autor, 2020

Em suma, a distribuição anual dos países e regiões selecionados apresenta uma tendência de crescimento constante, conforme pode ser observado na Figura 19. O número de artigos científicos publicados na China aumentou significativamente nos últimos 12 anos, enquanto os outros (Espanha, Austrália, Hong Kong e Brasil) aumentaram com uma taxa de crescimento bem menor. Particularmente, a pesquisa relacionada à RCD na China destacou-se intensamente devido à rápida urbanização e grande escala de atividades de construção, entre outros fatores (YUAN, 2013; DUAN; LI, 2016).

3.3.3 Periódico de Publicação

Em relação ao veículo de publicação de artigos científicos sobre a temática do RCD, foram encontrados 157 periódicos diferentes. Dos 566 artigos científicos identificados na pesquisa bibliográfica geral, 328 (cerca de 58,0%) foram publicados nos 12 periódicos apresentados na Tabela 10. Nota-se que a diferença do periódico que ocupa a primeira posição no ranking (*Journal of Cleaner Production* com 68 artigos) para os periódicos que ocupam a 10ª posição no ranking (*Journal of Material Cycles and Waste Management, Journal of Materials in Civil Engineering* e *Materials* com 7 artigos cada) é expressiva. Em relação a métrica de avaliação desenvolvida pela Scopus (CiteScore), é possível constatar que os quatro periódicos de publicação de artigos científicos relacionados à RCD com as maiores métricas, coincidentemente são todos da editora Elsevier, incluindo: *Journal of Cleaner Production* (5,79)*, Resources, Conservation and Recycling* (5,31)*, Waste Management* (4,94) e *Construction and Building Materials* (4,22). A distribuição anual da publicação de artigos científicos relacionados aos RCD dos principais periódicos é mostrada na Figura 20.

Tabela 10 – Principais periódicos de publicação de artigos científicos relacionados aos RCD (2008 a 2019)

Periódico	Número de artigos científicos	CS[1]	Editora[1]	Área de assunto[1]
Journal of Cleaner Production	68	5,79	Elsevier	Estratégia e gestão; Engenharia industrial e de manufatura; Ciência ambiental geral; Energia renovável, sustentabilidade e meio ambiente
Waste Management	66	4,94	Elsevier	Gerenciamento e disposição de resíduos
Construction and Building Materials	60	4,22	Elsevier	Engenharia civil e estrutural; Construção civil; Ciência geral de materiais
Resources, Conservation and Recycling	39	5,31	Elsevier	Economia e econometria; Gerenciamento e disposição de resíduos
Waste Management and Research	34	1,78	SAGE	Engenharia ambiental; Poluição
Sustainability	13	0,35	MDPI	Geografia, planejamento e desenvolvimento; Gestão, monitoramento, política e direito; Energia renovável, sustentabilidade e meio ambiente
Environmental Science and Pollution Research	10	2,84	Springer Nature	Poluição; Saúde, toxicologia e mutagênese; Química ambiental
Open Construction and Building Technology Journal	9	0,58	Bentham	Construção civil
Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management	8	0,32	ICE Publishing Ltd.	Engenharia civil e estrutural
Journal of Material Cycles and Waste Management	7	1,73	Springer Nature	Gerenciamento e disposição de resíduos; Mecânica de materiais
Journal of Materials in Civil Engineering	7	1,94	ASCE	Construção civil; Engenharia civil e estrutural; Mecânica de materiais; Ciência geral de materiais
Materials	7	3,02	MDPI	Ciência geral de materiais

Notas: *CS – CiteScore. [1] SCOPUS, 2018 (ano de referência: 2017).*

Fonte: O autor, 2020

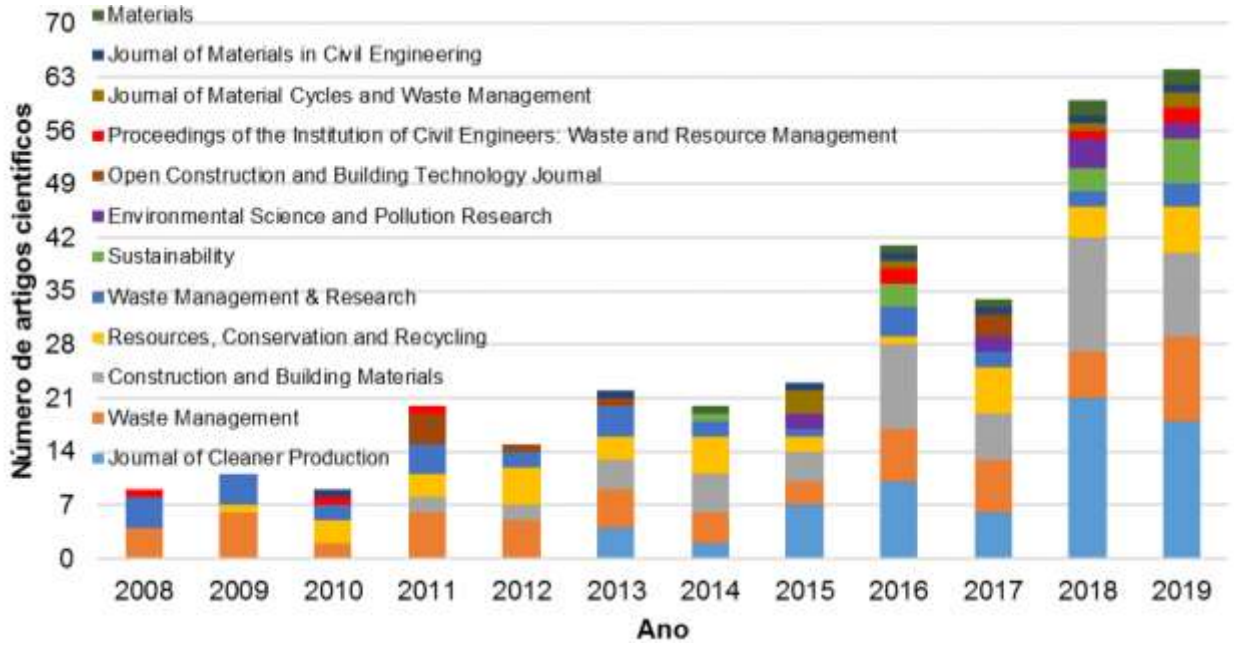


Figura 20 – Distribuição anual da publicação de artigos científicos relacionados à RCD em periódicos
Fonte: O autor, 2020

Conforme mostrado na Figura 20, o principal periódico (*Journal of Cleaner Production*) só possui publicação de artigos científicos relacionados aos RCD a partir do ano de 2013, sendo que nos dois últimos anos têm se alcançado praticamente o dobro de publicações se comparadas com outros anos. O segundo principal periódico (*Waste Management*) possui publicações em todos os anos, porém a partir de 2014 passou a apresentar índices geralmente inferiores que os demais periódicos. O terceiro principal periódico (*Construction and Building Materials*) demonstra que aumentou consideravelmente seu índice de publicação de artigos científicos relacionados aos RCD em 2016. Os outros nove periódicos mantiveram índices de publicação praticamente constantes.

3.3.4 Publicação por Autor

Os autores que mais publicaram artigos científicos relacionados aos RCD de 2008 a 2019 são listados na Tabela 11. Nota-se que a diferença do autor que ocupa a primeira posição no ranking (“Jorge de Brito” com 24 artigos científicos) para o autor que ocupa a 10ª posição no ranking (“Huabo Duan” com 10 artigos científicos) é maior que o dobro. Quanto as afiliações dos autores, *Shenzhen University* é a principal instituição com quatro autores (Jiayuan Wang, Vivian Wing-Yan Tam, Jian Zuo e Huabo Duan), *University of Adelaide, Polytechnic University of Madrid* e *University of Cordoba* são as subsequentes com dois autores cada (Jian Zuo e Huanyu Wu, Mercedes del Río Merino e Paola Villoria Sáez, Jesús Ayuso e José Ramón Jiménez, respectivamente), e as demais instituições (*University of Lisbon Higher Technical Institute, Guangzhou University, University of Hong Kong* e *Western Sydney University)* possuem apenas um autor cada (Jorge de Brito, Hongping Yuan, Weisheng Lu e Vivian Wing-Yan Tam, respectivamente). Em relação aos países e regiões das afiliações que esses autores representam, destacam-se China (5), Portugal (3) e Austrália (3).

Tabela 11 – Principais autores de artigos científicos relacionados aos RCD (2008 a 2019)

Autor	Número de artigos	Afiliação	País/Região
Jorge de Brito	24	*University of Lisbon Higher Technical Institute*	Portugal
Hongping Yuan	20	*Guangzhou University*	China
Jiayuan Wang	19	*Shenzhen University*	China
Weisheng Lu	18	*University of Hong Kong*	Hong Kong
Vivian Wing-Yan Tam	17	*Western Sydney University; Shenzhen University*	Austrália; China
Mercedes del Río Merino	15	*Polytechnic University of Madrid*	Espanha
Jesús Ayuso	13	*University of Cordoba*	Portugal
Jian Zuo	12	*University of Adelaide; Shenzhen University*	Austrália; China
José Ramón Jiménez	11	*University of Cordoba*	Portugal
Paola Villoria Sáez	11	*Polytechnic University of Madrid*	Espanha
Huanyu Wu	11	*University of Adelaide*	Austrália
Huabo Duan	10	*Shenzhen University*	China

Fonte: O autor, 2020

3.3.5 Tópicos de Pesquisa

De acordo com a Tabela 12, os principais tópicos de pesquisa de artigos científicos relacionados aos RCD são: reciclagem (51,9%), gestão e gerenciamento em geral (23,9%), outros (13,1%), disposição final (5,3%) e redução (5,1%). Conforme o passar dos anos, o interesse em alguns tópicos de pesquisa específicos, como reciclagem, gestão e gerenciamento em geral e outros (por exemplo geração, transporte, triagem, etc.), tem aumentado consideravelmente.

Tabela 12 – Distribuição anual da publicação de artigos científicos por tópicos de pesquisa relacionados aos RCD

Tópico de pesquisa	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	%
Redução	2	0	0	0	1	1	3	3	2	6	9	2	29	5,1
Reciclagem	8	8	8	8	11	26	19	26	44	34	48	54	294	51,9
Disposição final	2	2	2	0	0	2	4	2	1	3	8	4	30	5,3
Gestão e gerenciamento em geral	4	4	3	12	7	7	9	12	13	16	21	27	135	23,9
Outros	2	0	2	6	3	5	7	4	12	14	6	17	78	13,8
Total	**18**	**14**	**15**	**26**	**22**	**41**	**42**	**47**	**72**	**73**	**92**	**104**	**566**	**100,0**

Fonte: O autor, 2020

3.3.6 Tendências e Perspectivas

A fim de identificar as principais tendências e perceptivas, os 10 artigos científicos com o maior número de citações por tempo de publicação (ver Tabela 13), referentes a cada um dos cinco tópicos de pesquisa indicados na Tabela 12 foram analisados em profundidade.

Tabela 13 – Principais artigos científicos relacionados aos RCD

Nº	Tópico de pesquisa	Referência	Número de citações[1]	Tempo de publicação (em anos)	Número de citações/ano
1	Redução	Osmani, Glass e Price (2008)	354	12	29,5
2		Ding et al. (2018)	48	2	24,0
3		Ding et al. (2016)	70	4	17,5
4		Wang, Li e Tam (2014)	99	6	16,5
5		Esa, Halog e Rigamonti (2017)	42	3	14,0
6		Li et al. (2018)	28	2	14,0
7		Wang, Li e Tam (2015)	68	5	13,6
8		Liu et al. (2015)	65	5	13,0
9		Li, Shen e Alshawi (2014)	63	6	10,5
10		Li et al. (2015)	43	5	8,6
11	Reciclagem	Silva, de Brito e Dhir (2014)	427	6	71,2
12		Behera et al. (2014)	348	6	58,0
13		Chen et al. (2018)	60	2	30,0
14		Bravo et al. (2015a)	144	5	28,8
15		Bravo et al. (2015b)	120	5	24,0
16		Cardoso et al. (2016)	94	4	23,5
17		González-Fonteboa e Martínez-Abella (2008)	231	12	19,3
18		Rodrigues et al. (2013)	129	7	18,4
19		Coelho e de Brito (2013)	128	7	18,3
20		Colangelo e Cioffi (2017)	52	3	17,3

Tabela 13 – Principais artigos científicos relacionados aos RCD (continuação)

Nº	Tópico de pesquisa	Referência	Número de citações[1]	Tempo de publicação (em anos)	Número de citações/ano
21	Disposição final	Yu et al. (2013)	89	7	12,7
22		Yang et al. (2017)	33	3	11,0
23		Ouyang et al. (2016)	42	4	10,5
24		Poon et al. (2013)	63	7	9,0
25		Lu (2019)	9	1	9,0
26		Zhan et al. (2018)	17	2	8,5
27		Hao, Hills e Tam (2008)	92	12	7,7
28		Roussat et al. (2008)	50	12	4,2
29		Liang et al. (2017)	12	3	4,0
30		Oliveira et al. (2019)	4	1	4,0
31	Gestão e gerenciamento em geral	Yuan e Shen (2011)	320	9	35,6
32		Huang et al. (2018)	70	2	35,0
33		Yeheyis et al. (2013)	220	7	31,4
34		Akhtar e Sarmah (2018)	62	2	31,0
35		Gálvez-Martos et al. (2018)	60	2	30,0
36		Wu, Yu e Shen (2017)	78	3	26,0
37		Solís-Guzmán et al. (2009)	270	11	24,5
38		Kofoworola e Gheewala (2009)	268	11	24,4
39		Yuan (2013)	162	7	23,1
40		Dahlbo et al. (2015)	114	5	22,8
41	Outros	Wu et al. (2014)	157	6	26,2
42		Llatas (2011)	181	9	20,1
43		Lu et al. (2011)	174	9	19,3
44		Chen e Lu (2017)	58	3	19,3
45		Wang et al. (2010)	186	10	18,6
46		Mália et al. (2013)	101	7	14,4
47		Won, Cheng e Lee (2016)	57	4	14,3
48		Katz e Baum (2011)	123	9	13,7
49		Ding e Xiao (2014)	81	6	13,5
50		Lu et al. (2017)	38	3	12,7

Nota: *[1] Informações obtidas com o buscador Google Scholar no mês de janeiro do ano de 2020.*

Fonte: O autor, 2020

3.3.6.1 Redução

No que se refere à redução da geração de RCD observa-se que os artigos científicos mais citados da literatura são voltados a questões de projeto e/ou construção, associadas ao emprego de modelos de Sistemas Dinâmicos (SD) (LI; SHEN; ALSHAWI, 2014; WANG; LI; TAM, 2015; DING; TAM; HUANG, 2016; DING et al., 2018) e modelos de análise comportamental (LI et al., 2015; DING; TAM; HUANG, 2016; LI et al., 2018), empregando como ferramentas, os questionários (OSMANI; GLASS; PRICE, 2008; WANG; LI; TAM, 2014; ESA; HALOG; RIGAMONTI, 2017) e a Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) (LIU et al., 2015).

A redução da geração de RCD na fase de projeto é uma estratégia essencial para a minimização efetiva desses resíduos (WANG; LI; TAM, 2014, 2015; LI et al., 2015; ESA; HALOG; RIGAMONTI, 2017). Estima-se que 33% dos resíduos oriundos da fase de construção podem resultar essencialmente de decisões de projeto (INNES, 2004). O estudo realizado por Osmani, Glass e Price (2008) identificou que erros de detalhamento estão entre as principais causas da

geração de RCD na fase de projeto. Nesse contexto, o BIM pode potencialmente ter um alto impacto no tratamento de algumas causas da geração de RCD compreendidas em três níveis, a saber: nível da equipe de projeto, nível do projeto e nível da empresa (LIU et al., 2015). A falta de treinamento e a ausência de padrão são contribuintes para a incapacidade dos projetistas em reduzir a geração desses resíduos na fase de projeto (LI et al., 2015).

Por meio da Teoria do Comportamento Planejado (*Theory of Planned Behavior* - TPB), os autores constataram que a atitude e o comportamento dos projetistas têm efeitos positivos e significativos na redução da geração de RCD na fase de projeto, devendo ser considerados em políticas públicas. A educação e a conscientização da importância do projetista em todo esse processo também devem ser consideradas nestas políticas. Além da legislação, recompensas financeiras podem servir de incentivo e ter um grande impacto nas práticas de redução da geração de RCD na fase de projeto (OSMANI; GLASS; PRICE, 2008).

O incentivo à comportamentos de classificação que melhoram a conscientização sobre RCD das partes interessadas, refinam os regulamentos, fortalecem a supervisão do governo e controlam o descarte ilegal são positivos na fase de construção (DING; TAM; HUANG, 2016). O fornecimento de treinamento para funcionários, regulamentação mais rigorosa e aprimoramento da conscientização pública são consideradas medidas eficazes para melhorar o comportamento a respeito da redução da geração de RCD (LI et al., 2018).

A pré-fabricação é citada como estratégia-chave para promover de forma efetiva a minimização de RCD (LI; SHEN; ALSHAWI, 2014; WANG; LI; TAM, 2014, 2015; DING et al., 2018). Elas podem reduzir de forma substancial o montante de resíduos gerados quando comparado com o sistema moldado *in loco* (TAM; HAO, 2014), devido à menor dependência das tecnologias convencionais de construção (TAM et al., 2007) e de mão de obra (TAM; HAO, 2014), ao maior controle de produção em fábrica, modulação, produção em escala, entre outros. Tam e Hao (2014) enfatizam que o uso de sistemas pré-fabricados pode eliminar o uso do reboco, reduzir os resíduos gerados na produção de fôrmas e escoras, uso do aço e concreto. Li, Shen e Alshawi (2014) por meio de simulação demonstraram que a política de aumentar o subsídio para que o processo de construção adote a pré-fabricação tem maior influência do que os benefícios de redução do imposto de renda.

O uso de componentes pré-fabricados, investimentos em redução de resíduos, menos modificações de projeto, incentivos econômicos, projetos modulares e emprego de grandes fôrmas metálicas em painel são citados por Wang, Li e Tam (2014) como as seis estratégias mais eficazes (em ordem de relevância) para minimizar a geração de RCD. Empregando ferramentas de simulação, Wang, Li e Tam (2015) demonstraram que o efeito do uso combinado dessas estratégias é 14% mais eficaz na redução da geração de RCD do que o emprego de uma única estratégia.

Da mesma forma Ding et al. (2018) concluíram que aplicações de qualquer medida isolada são limitadas, enquanto várias medidas implementadas simultaneamente alcançam os benefícios máximos. Os autores também citam que o governo deve motivar a indústria a

considerar o processo de projeto e construção como um todo sob a perspectiva de reduzir a geração de RCD.

Esa, Halog e Rigamonti (2017) identificaram uma série de estratégias adequadas para cada estágio do ciclo do projeto de construção, entre as quais destacam-se: plano de gerenciamento de resíduos e métodos de construção na etapa de planejamento e projeto, conscientização e aprimoramento de regulamentos durante a fase de compras, e gerenciamento eficaz durante as etapas de construção e demolição.

3.3.6.2 Reciclagem

Em relação à reciclagem de RCD observa-se que os artigos científicos mais citados da literatura utilizam o método de pesquisa da experimentação (GONZÁLEZ-FONTEBOA; MARTÍNEZ-ABELLA, 2008; RODRIGUES et al., 2013; BRAVO et al., 2015a, 2015b; COLANGELO; CIOFFI, 2017; CHEN et al., 2018), principalmente por meio de amostras coletadas em centrais de reciclagem localizadas nos Estados membros da União Europeia. Também foi possível constatar que está havendo um grande interesse de pesquisa voltado ao uso de Agregados Reciclados (AR) a partir de RCD para produção de concretos (GONZÁLEZ-FONTEBOA; MARTÍNEZ-ABELLA, 2008; RODRIGUES et al., 2013; SILVA; DE BRITO; DHIR, 2014; BEHERA et al., 2014; BRAVO et al., 2015a, 2015b) e argamassas (COLANGELO; CIOFFI, 2017).

Nesse contexto, determinar a composição e as propriedades físicas de um AR, facilitam sua classificação e certificação, permitindo uma melhor compreensão do material e de seu provável desempenho, corroborando para aumentar a confiança das partes interessadas (SILVA; DE BRITO; DHIR, 2014). Da mesma forma, Behera et al. (2014) enfatizam que para utilizá-lo como material estrutural, sua qualidade e propriedades precisam ser caracterizadas com muita precisão, uma vez que apresentam influência significativa no desempenho do Concreto de Agregado Reciclado (*Recycled Aggregate Concrete* - RAC). Quanto a composição mineralógica do AR, Bravo et al. (2015a; 2015b) e Rodrigues et al. (2013) constataram que há uma forte influência por parte da localização geográfica da central de reciclagem, visto que estas processam predominantemente os resíduos coletados nas regiões próximas. Isso causa uma diferença significativa nas características do AR e, consequentemente, nas propriedades resultantes das misturas de concreto (BRAVO et al., 2015a, 2015b). Quanto as propriedades físicas do AR, Cardoso et al. (2016) ressaltam que elas não dependem apenas do tipo de material reciclado, mas também do tipo de processamento adotado. Segundo Silva, De Brito e Dhir (2014), quando processado e categorizado adequadamente, o AR pode ser considerado como outro tipo de agregado comum, adequado para ser utilizado no setor construtivo, conforme especificações nacionais e internacionais.

De acordo com Behera et al. (2014), o uso de AR, em particular de RCD ou de resíduos de concreto pré-moldado, aparenta ser uma contribuição promissora para a sustentabilidade da indústria da construção civil, passando inclusive a denominá-los como “matéria-prima para

produzir recursos econômicos para o futuro". Em seus estudos, Bravo et al. (2015a, 2015b) concluíram que o uso de AR na produção de concreto tem um efeito ambiental positivo além de proporcionar um aumento na resistência à abrasão quando o material grosso é utilizado. Por outro lado, os autores constataram que houve um agravo na maioria das propriedades testadas, principalmente quando o material fino foi utilizado, lhes permitindo concluir que o uso de AR causou uma diminuição na densidade do concreto. González-Fonteboa e Martínez-Abella (2008) produziram um concreto contendo 50% de AR com resistência à compressão e tração, e consistência similar ao concreto convencional. Para tal, teve-se um acréscimo de 6,2% de cimento, o que não é desejável do ponto de vista econômico e ambiental, pois a produção do cimento emite elevadas quantidades de CO_2. Os autores também observaram uma menor densidade e maior taxa de absorção de água, e ainda concluíram que uma adição de 8% de sílica ativa pode proporcionar diversos benefícios em termos de resistência à compressão para misturas contendo o AR.

Porém na avaliação experimental conduzida por Rodrigues et al. (2013), constatou-se que independentemente da composição mineralógica e do tipo de processamento adotado, nenhuma das amostras coletadas nas sete centrais de reciclagem de RCD estudadas poderia ser utilizada na produção de concreto devido ao conteúdo excessivo de contaminantes leves. Os autores ressaltam que essa conclusão deve ser vista com alguma cautela, pois no período pesquisado nenhuma das centrais de reciclagem em operação estava utilizando equipamento de segregação de alta tecnologia. No segmento das argamassas preparadas com agregados mistos, os resultados das propriedades mecânicas e da resistência à penetrabilidade não foram nada satisfatórios se comparados com as argamassas preparadas com agregados naturais (COLANGELO; CIOFFI, 2017).

Desse modo, os pesquisadores sugerem algumas estratégias para melhorar a qualidade do AR, tendo em vista o seu uso na produção de concretos e/ou argamassas. Silva, de Brito e Dhir (2014), por exemplo, reiteram que a demolição seletiva seja promovida e aplicada sempre que possível para a obtenção de um material com o nível mínimo de contaminação. Colangelo e Cioffi (2017) concluíram que o uso de superplastificante, em conjunto com a demolição seletiva, pode melhorar consideravelmente as propriedades mecânicas das argamassas produzidas com AR, em especial com agregados provenientes de tijolos devido ao seu efeito pozolânico.

Nesse sentido, a desconstrução por intermédio de vibração pode ser melhor que a desconstrução por impacto a fim de evitar a geração de material fino, o que é relativamente importante quando é considerado o AR contendo argamassa aderida antiga (CARDOSO et al., 2016). A fração de AR finos pode ser utilizada em substituição aos agregados naturais finos, na preparação de argamassas autonivelantes (COLANGELO; CIOFFI, 2017). Há compostos que afetam de forma negativa as características dos agregados reciclados, podendo impedir a utilização em concreto, como o gesso, devido ao teor de sulfato solúvel em ácido; as argilas, devido ao alto teor de finos; e o cimento hidratado, em função da maior absorção de água. Como esses compostos estão concentrados na fração abaixo de 0,063 mm, lavar o material para eliminar esta fração pode

melhorar substancialmente a qualidade para utilização em concreto (RODRIGUES et al., 2013). Contudo, do ponto de vista de pegada de água e de custos de processamento a lavagem do RCD pode não ser positiva.

O AR também pode ser empregado em várias outras aplicações, como por exemplo, em pavimentos e material de aterro. Em relação aos pavimentos, os resultados coletados na literatura por Cardoso et al. (2016), mostram que o desempenho da maioria dos AR é comparável ao de agregados naturais, podendo ser utilizados tanto em camadas não acopladas quanto em outras funções que exigem compactação. Chen et al. (2018) investigaram o uso do AR como material de aterro e concluíram que houve uma melhoria da trabalhabilidade, redução do tempo de ajuste e aumento da resistência à compressão não confinada do aterro de pasta cimentada, atendendo aos requisitos das aplicações de engenharia. Os autores destacam que essa tecnologia ao mesmo tempo que permite um novo método de descarte de RCD, oferece suporte à mineração segura.

Em relação às centrais de reciclagem, Coelho e de Brito (2013) investigaram as implicações econômicas da implementação e operação de instalações de alto nível e em larga escala para atender a uma área urbana densamente povoada em Portugal, e concluíram que existe um elevado potencial de lucro nesse empreendimento. Segundo os autores, mesmo com altas necessidades de investimento inicial e independente de medidas regulatórias específicas que possam vir a ajudar na reciclagem ou penalizar o despejo de resíduos recicláveis de RCD em aterros, o empreendimento continua se mostrando economicamente viável.

3.3.6.3 Disposição final

No que se refere à disposição final de RCD observa-se que os artigos científicos mais citados da literatura englobam dois temas principais: regime de tarifação (HAO; HILLS; TAM, 2008; YU et al., 2013; POON et al., 2013) e problemas de deslizamento de terra em aterros de RCD (YANG et al., 2017; OUYANG et al., 2016; ZHAN et al., 2018; LIANG et al., 2017).

Apesar de não ser uma das destinações finais ambientalmente adequadas, a abordagem mais popular de eliminação de resíduos em muitos países ainda é o aterro sanitário (LLATAS, 2011; DUAN; LI, 2016; WU; YU; SHEN, 2017; PENG et al., 2018; DING et al., 2018). Esse tipo de disposição final, além de interromper o ciclo da EC pode ter outros aspectos ambientais relevantes, com destaque para problemas de deslizamento de terra (OUYANG et al., 2016), e contaminação do solo e do lençol freático devido à lixiviação de contaminantes que podem estar contidos nos resíduos (ROUSSAT et al., 2008).

No contexto da EC deve-se evitar ao máximo a disposição final em aterro. Para isso algumas medidas mitigadoras podem ser adotadas, como fornecer limites para a quantidade de resíduos descartada (HAO; HILLS; TAM, 2008), estabelecer regulamentos de descarte (YANG et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2019), incentivar regimes de tarifação (HAO; HILLS; TAM, 2008; YU et al., 2013; POON et al., 2013), entre outros.

Em Hong Kong, o governo introduziu o Esquema de Cobrança de Descarte de Resíduos da Construção Civil (*Construction Waste Disposal Charging Scheme* - CWDCS) para cobrar taxas sobre a destinação final de RCD em aterros e depósitos públicos. Segundo Hao, Hills e Tam (2008), um ano após a implementação desse regime de cobrança, os RCD encaminhados para descarte foram reduzidos em aproximadamente 65%. No entanto, três anos após o CWDCS ter sido implementado, essa redução não pôde ser sustentada (YU et al., 2013; POON et al., 2013), em grande parte devido ao descarte ilegal. De acordo com Lu (2019), uma carga de RCD descartada ilegalmente economiza aos contratados entre R$ 224,00 e R$ 2.075,00 em taxas, dependendo do volume e do tipo de resíduo, fora a economia obtida em custos de transporte que normalmente variam de R$ 442,00 a R$ 830,00 por viagem.

No Brasil, essa realidade não é diferente. Kochem (2016) cita que os custos elevados[16] para destinação final do resíduo de gesso da construção civil em aterros apropriados contribuem para o alto percentual de descarte ilegal. Por outro lado, há autores que defendem que a elevação dos custos de destinação final em aterros apropriados pode ajudar a promover a reciclagem dos RCD (GONTIJO; DIAS, 2010), pois benefícios financeiros têm efeitos positivos na redução da geração de RCD (YU et al., 2013). Contudo, cuidados devem ser tomados com a prática de tarifação dos resíduos, pois Yu et al. (2013) observaram que em Hong Kong, este tipo de estratégia perdeu eficácia após três anos de implementação.

Embora tenha sido implementado um sistema de detecção dos RCD para incentivar o público a denunciar as atividades de descarte ilegal, obter provas concretas dessa irregularidade é uma tarefa desafiadora (YU et al., 2013). Com base nisso, o uso de ferramentas como *big data* podem identificar pistas deixadas acidentalmente ou padrões ocultos exibidos pelos infratores (LU, 2019). O uso de aplicativos também pode auxiliar na detecção de descarte irregular de RCD. No Brasil, tem-se a proposta do VIGISOL[17], que é um aplicativo para dispositivos móveis com o sistema Android, no qual se pode fazer denúncias sobre descarte irregular de RCD.

3.3.6.4 Gestão e gerenciamento em geral

No que se refere à gestão e gerenciamento de RCD observa-se que o método de pesquisa mais utilizado é a revisão de literatura (KOFOWOROLA; GHEEWALA, 2009; SOLÍS-GUZMÁN et al., 2009; YUAN; SHEN, 2011; YEHEYIS et al., 2013; YUAN, 2013; WU; YU; SHEN, 2017; AKHTAR; SARMAH, 2018; GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018; HUANG et al., 2018), geralmente associada com a investigação através dos grupos focais, entrevistas e questionários.

Constatou-se que os artigos científicos mais citados da literatura são orientados pelo princípio dos 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar). Contudo, recentemente a temática dos resíduos vem sendo abordada sobre o ponto de vista da EC (ESA; HALOG; RIGAMONTI, 2017; GÁLVEZ-

[16] Segundo pesquisa de preço realizada por telefone na região do estudo, o resíduo de gesso contaminado possui um custo de destinação em aterro industrial de R$ 300,00 a R$ 500,00, sendo que o resíduo de gesso não contaminado tem custo da ordem de R$ 80 a R$ 120,00 (KOCHEM, 2016).

[17] https://ww2.uft.edu.br/index.php/nit/vitrine-tecnologica/portfolio-de-softwares/25923-vigisol

MARTOS et al., 2018; GHISELLINI; RIPA; ULGIATI, 2018; HUANG et al., 2018; LÓPEZ RUIZ; RAMÓN; DOMINGO, 2020). A EC é um novo modelo de desenvolvimento econômico que tem como principais diretrizes: não gerar, reduzir, reparar, reutilizar, recuperar, remanufaturar, recondicionar e reciclar resíduos (MORSELETTO, 2020), num contexto de ciclo fechado. Gálvez-Martos et al. (2018) enfatizam que as melhores práticas de gestão e gerenciamento de RCD na União Europeia estão centradas nos princípios da EC.

Em relação as estratégias de gerenciamento voltadas a prevenção da geração de RCD, Huang et al. (2018) propõem reforçar o controle da origem, isto é, com projetistas e construtores assinando um acordo para desenvolver um programa de construção sustentável, no qual os resíduos considerados inevitáveis sejam gerenciados em conjunto. Os autores também citam que é necessário incentivar a reutilização adaptativa de edifícios e infraestrutura, além de promover o planejamento urbano sustentável de modo a evitar o encurtamento do tempo de vida desses elementos, causado pela rápida urbanização.

Quanto a redução da geração de RCD, destacam-se a pré-fabricação e as tecnologias avançadas de informação, como o BIM (YEHEYIS et al., 2013; GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018; HUANG et al., 2018).

Sobre a reutilização e reciclagem de RCD, pesquisadores sugerem a criação de um instituto de pesquisa (YUAN, 2013) e o fomento de bolsas especiais (HUANG et al., 2018) para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e projetos. Um dos grandes desafios da reciclagem dos RCD é encontrar conceitos de reciclagem para resíduos misturados/contaminados (DAHLBO et al., 2015). Também se faz necessário estudar processos para recuperação de placas de gesso (GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018).

A triagem, segregação e processamento aprimorados (GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018; DAHLBO et al., 2015), bem como a implementação de tecnologias mais avançadas são fundamentais para melhorar a qualidade do material reciclado produzido (AKHTAR; SARMAH, 2018; HUANG et al., 2018). Nesse último caso, destaca-se a demolição seletiva por parte dos construtores (YEHEYIS et al., 2013; GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018), tendo em vista que os RCD misturados demandam de mais pré-processamento, refletindo assim em um aumento no custo final da reciclagem desses resíduos. Quanto a isso, Huang et al. (2018) propõe a adoção de algumas medidas de incentivo econômico por parte do governo destinadas as centrais de reciclagem de RCD, como por exemplo, aumentar o limite de empréstimos, encurtar o período de solicitação desses empréstimos e reduzir o aluguel dos espaços utilizados para tais fins. Os autores ainda incentivam a criação de um novo modelo de mercado, as Parcerias Público-Privadas (PPP), com a finalidade de aliviar as pressões econômicas enfrentadas pelas centrais de reciclagem. Outras medidas citadas pelos pesquisadores da literatura para incentivar a reciclagem de RCD incluem: adicionar taxas nos agregados naturais, aumentar custos de transporte e disposição final dos resíduos, cobrar tarifas sobre aterros, etc. (DAHLBO et al., 2015; GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018; HUANG et al., 2018).

Para a gestão e gerenciamento de RCD, Gálvez-Martos et al. (2018) citam a elaboração de planos de gerenciamento de RCD no local de geração. Yeheyis et al. (2013) e Yuan (2013) defendem que o gerenciamento de RCD seja implementado ao longo de todo o ciclo de vida de uma obra, isto é, nas fases de concepção, projeto, construção, operação e demolição. No caso das edificações que utilizarem materiais reciclados a partir de RCD podem ser concedidos pontos de premiação em sistemas de avaliação de edifícios verdes (HUANG et al., 2018). A exemplo, certificações ambientais como o Método de Avaliação Ambiental do Estabelecimento de Pesquisa para Edifícios (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method* – BREEAM) e a Liderança em Energia e Design Ambiental (*Leadership in Energy and Environmental Design* - LEED), estabelecerem a obrigatoriedade de reciclagem do RCD gerado.

Para Dahlbo et al. (2015) são necessárias informações sobre a geração de RCD. Com isso será possível avaliar a implementação efetiva de possíveis medidas, bem como dos planos de gestão de resíduos existentes (KOFOWOROLA; GHEEWALA, 2009). Além de possibilitar o planejamento de instalações adequadas de RCD (YUAN, 2013). Segundo Huang et al. (2018), essas informações devem conter as quantidades geradas, os locais de geração, as empresas licenciadas para o transporte e destinação final (centrais de reciclagem, áreas de triagem, aterros de inertes, etc.), entre outros. No caso dos veículos utilizados para o transporte de RCD, os autores propõem o uso de tecnologias como o Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System* – GPS), a fim de evitar os descartes ilegais.

Os instrumentos políticos para a gestão dos RCD (YEHEYIS et al., 2013), devem detalhar melhor o gerenciamento adequado de resíduos (YUAN, 2013; WU; YU; SHEN, 2017). Também devem motivar os geradores a informar a quantidade gerada e os métodos de destinação final adotados (KOFOWOROLA; GHEEWALA, 2009). Para Wu, Yu e Shen (2017) e Huang et al. (2018), as autoridades precisam impor uma supervisão rigorosa com punição para as empresas que violarem esses instrumentos políticos. Além de estabelecer um sistema regulador coerente, monitorar o processo e implementar punição estrita por comportamentos ilegais, Huang et al. (2018) ainda sugerem estabelecer padrões de obras para reduzir a geração de resíduos e padrões de controle de qualidade para materiais reciclados, e incentivar o uso de materiais reciclados, seja no sistema de compras governamentais ou em projetos de demonstração que popularizem as vantagens desses materiais. Quanto a essa última estratégia citada, Yuan (2013) propõe implementar um programa piloto de aplicação de materiais reciclados de RCD para uso na construção civil.

Gálvez-Martos et al. (2018) citam a implantação dos esquemas de reembolso de depósitos. Nesse sentido, Solís-Guzmán et al. (2009) investigaram um modelo na Espanha baseado na realização de um depósito monetário para garantir que os geradores lidem com seus próprios RCD de maneira apropriada, reembolsando o depósito efetuado apenas se for comprovada a destinação final ambientalmente adequada. Os autores concluíram que após a implementação desse modelo espanhol houve um aumento de aproximadamente 0,5% nos custos de execução do projeto de construção.

O estudo realizado por Yuan e Shen (2011) identificou que o atraso nas pesquisas de gestão e gerenciamento de RCD dos países em desenvolvimento se dá, em partes, pela menor conscientização sobre a realização de gerenciamento de resíduos na indústria da construção civil. Com base nisso, os autores sugerem que o governo busque conscientizar as partes interessadas sobre o gerenciamento dos RCD através de campanhas educacionais (KOFOWOROLA; GHEEWALA, 2009) ou de treinamento e promoção (YUAN, 2013).

3.3.6.5 Outros

Em relação aos outros tópicos de pesquisa voltados aos RCD observa-se que os artigos científicos mais citados da literatura abordam principalmente a quantificação da geração no nível do projeto (KATZ; BAUM, 2011; LU et al., 2011; LLATAS, 2011; MÁLIA et al., 2013) e em nível regional (DING; XIAO, 2014; LU et al., 2017). Quanto as principais metodologias utilizadas para estimar a quantidade de RCD gerados destacam-se o método da taxa de geração, método de visita ao local e método de modelagem de variáveis.

A quantificação precisa da geração de RCD tem sido considerada um pré-requisito para a implementação de estratégias de gestão e gerenciamento de resíduos (MARTÍNEZ-LAGE et al., 2010; LI et al., 2013; WU et al., 2014; LU et al., 2017). A quantificação no nível do projeto refere-se à estimativa da geração de RCD em um projeto específico. Essa informação pode ajudar os gerentes de projeto a ajustar o cronograma de compra de material, organizar o estoque no local e determinar o potencial benefício da reciclagem de resíduos e o custo do descarte (WU et al., 2014). Contudo, é preciso primeiramente aumentar a consciência de que os RCD são um potencial recurso econômico a ser considerado desde a fase de projeto, promovendo cursos de treinamento a fim de conscientizar os profissionais da importância de seu papel (LLATAS, 2011). A quantificação em nível regional refere-se à estimativa da geração total de RCD de todos os projetos em uma região específica. Essas informações podem ajudar os tomadores de decisão a elaborar políticas públicas mais realistas, determinar o estabelecimento de novas instalações de resíduos (ATT, centrais de reciclagem e aterros de inertes) e organizar recursos trabalhistas e maquinários (LAM et al., 2019).

Com base na quantificação da geração de RCD, tanto no nível do projeto quanto em nível regional, medidas relevantes foram propostas na literatura. Llatas (2011) sugere que as autoridades introduzam uma cláusula em suas especificações contratuais para a aquisição de projetos com baixas taxas de geração de resíduos durante todo o ciclo de vida das obras. O autor também propõe estabelecer um índice máximo de geração de RCD por tipo de projeto, penalizando aqueles que excederem esse limite.

Para Lu et al. (2011), o governo deve lançar um programa de recompensas para incentivar a redução da geração de RCD. Chen e Lu (2017) sugerem recompensar os empreiteiros que adotarem métodos de demolição seletiva, assim como os que empregarem reutilização e

reciclagem dos resíduos. Segundo Ding e Xiao (2014), os principais obstáculos para a reciclagem de RCD incluem baixas taxas de descarte, altos custos de transporte e falta de confiança nos produtos reciclados. Mália et al. (2013) citam que algumas das medidas de prevenção e reciclagem de RCD adotadas por Estados membros da União Europeia incluem a regulamentação através de leis, implantação de altas taxas de descarte de resíduos e tarifas sobre agregados naturais, criação de um mercado atraente para o uso de produtos reciclados, além da obrigatoriedade de segregação dos resíduos no local de geração. De acordo com Wang et al. (2010), o desenvolvimento do mercado de reciclagem para o comércio de produtos reciclados depende fortemente das políticas e regulamentos promulgados pelas autoridades públicas.

No que tange a não geração de RCD, a literatura cita o emprego ferramentas de modelagem e/ou simulação computacional para atuar na prevenção da geração de resíduos, sendo que Won, Cheng e Lee (2016) empregam o BIM e Bizcocho e Llatas (2019), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), como ferramentas potenciais para a minimização de RCD.

Os RCD são gerados principalmente devido a projeto inadequado e mudanças inesperadas nas fases de projeto e construção (OSMANI; GLASS; PRICE, 2008; YEHEYIS et al., 2013). Won, Cheng e Lee (2016) em um estudo realizado na Coréia do Sul, concluíram que os erros advêm das discrepâncias entre os desenhos (em média 38,6%), dos desenhos ilógicos (em média 37,1%) e das omissões de projeto (em média 24,3%), sendo que os erros causados por discrepâncias entre os desenhos representaram em média 96,1% do volume total de resíduos evitados com o uso do BIM. Os autores também constataram que os resíduos de concreto compreendem a maior parte dos RCD possíveis de serem evitados por meio do uso do BIM nos dois estudos de caso investigados (mais de 95%). Segundo Yeheyis et al. (2013), o conceito do BIM é construir o projeto virtualmente para que todas as suas facetas possam ser planejadas adequadamente antes do início da construção no local.

Por outro lado, a ACV é uma ferramenta de simulação que permite a produção de cenários, nos quais podem ser implementadas diferentes alternativas de projeto, construção, execução e manutenção, a fim de verificar os seus efeitos na geração de RCD. Bizcocho e Llatas (2019) relatam que existe apenas um número limitado de abordagens baseadas na perspectiva da ACV para lidar com a prevenção desses resíduos. Os autores ainda constataram no estudo de caso conduzido que o uso da ACV permitiu uma maior compreensão dos efeitos da prevenção dos RCD no meio ambiente.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados indicam um aumento gradativo na publicação de artigos científicos relacionados aos RCD durante os últimos 12 anos (2008-2019), sendo que os países e regiões mais ativos na sua publicação foram: China, Espanha, Austrália, Hong Kong, Brasil, Reino Unido, Portugal, Índia, Estados Unidos e Itália. Isso indica que os países e regiões

emergentes ou em desenvolvimento também estão fazendo bons esforços na promoção da publicação de artigos científicos voltados ao tema em questão.

O foco dos artigos científicos identificados foi principalmente a reciclagem (51,9%), através do método de pesquisa da experimentação, demonstrando a importância deste tópico de pesquisa perante a temática geral dos RCD. Em relação aos tópicos de pesquisa analisados, têm-se as seguintes:

Tendências:

a) O uso de ferramentas computacionais, como o BIM é indicado como tática primordial para a não geração ou redução da geração de RCD nas fases de projeto e construção;
b) A ACV é citada como uma metodologia que pode auxiliar na simulação de cenários para a construção, auxiliando a definir as alternativas de projeto com menor geração de RCD;
c) O uso de estratégias múltiplas (BIM, pré-fabricação, incentivos econômicos, entre outras) tem efeito mais positivo que a aplicação de estratégias isoladas na redução da geração de RCD;
d) A demolição seletiva e a segregação do resíduo em obra são cruciais para evitar a contaminação do RCD que será transformado em AR;
e) A aplicação de AR de RCD em aterros ou pavimentos tem bom desempenho, enquanto que a sua aplicação em concreto estrutural deve ser conduzida com cautela, não sendo recomendada por muitos autores;
f) O uso da fração graúda do AR de RCD está mais consolidado que a fração fina, uma vez que a areia reciclada pode apresentar muitos contaminantes;
g) Para o uso do AR de RCD em concretos e argamassas faz-se necessário o emprego de métodos de dosagem específicos.

Perspectivas:

a) Mais estudos sobre o tratamento e reaproveitamento da fração fina do RCD devem ser conduzidos;
b) Necessidade de comprovação de desempenho para aplicação de AR de RCD em concretos para fins estruturais;
c) Necessidade de desenvolvimento de métodos de dosagem do concreto com RCD, uma vez que a proporção dos materiais deve ser conduzida de maneira distinta do concreto convencional, considerando o teor de argamassa aderida às partículas do agregado;
d) O uso e desenvolvimento de tecnologias voltadas à melhoria da qualidade do AR de RCD.

Limitações:

a) Nos estudos de reciclagem, muitos autores não caracterizam detalhadamente o tipo de resíduo empregado (se cinza ou misto) e qual a sua efetiva composição. Por estas razões, algumas conclusões de estudo são divergentes.

Lacunas:

a) É possível produzir concreto estrutural com AR graúdo de RCD (cinza e misto)?
b) Qual a melhor aplicação para a fração fina do AR de RCD?
c) Como implementar ferramentas, como o BIM e ACV na gestão dos RCD?

Dessa forma, conclui-se que as principais estratégias que possam contribuir para o avanço do Brasil na área de gestão e gerenciamento dos RCD são:

a) Elaborar políticas públicas que concedam benefícios ou recompensas às partes interessadas (clientes, construtores e projetistas) na circularidade – adequada gestão e utilização de produtos com agregados reciclados de RCD;
b) Criar regulamentos sobre descarte e estipular limites para a quantidade de resíduos descartada;
c) Promover PPP e conceder estímulos financeiros para as centrais de reciclagem de RCD;
d) Incentivar a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e projetos voltados a circularidade,
e) Incentivar o uso do BIM, ACV e pré-fabricação, e a aplicação de estratégias múltiplas;
f) Ampliar a demolição seletiva (em especial por intermédio de vibração);
g) Obrigatoriedade de segregação dos resíduos no canteiro de obras;
h) Implantação de sistema de rastreamento nos veículos utilizados para o transporte dos RCD;
i) Fazer a cobrança de taxas sobre agregados naturais e taxas de disposição final dos resíduos;
j) Aplicar supervisão rigorosa por parte das autoridades, inclusive com punição para as empresas que violarem instrumentos políticos; entre outros.

Em geral, estas estratégias aplicam os princípios da EC e dependem fortemente dos aspectos legais e regulamentares promulgados pelo poder público. Para a implementação bem-sucedida das estratégias de gestão e gerenciamento dos RCD, a quantificação precisa desses resíduos deve ser considerada um pré-requisito.

3.5 REFERÊNCIAS

AKHTAR, A.; SARMAH, A. K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: a global perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 262–281, 2018.

ANGULO, S. C. **Características de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. 2005. 167p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BEHERA, M.; BHATTACHARYYA, S. K.; MINOCHA, A. K.; DEOLIYA, R.; MAITI, S. Recycled aggregate from C&D waste & its use in concrete – a breakthrough towards sustainability in construction sector: a review. **Construction and Building Materials**, v. 68, p. 501–516, 2014.

BIZCOCHO, N.; LLATAS, C. Inclusion of prevention scenarios in LCA of construction waste management. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 24, n. 3, p. 468-484, 2019.

BORNMANN, L.; MUTZ, R. Growth rates of modern science: a bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 66, n. 11, p. 2215-2222, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRAVO, M.; DE BRITO, J.; PONTES, J.; EVANGELISTA, L. Mechanical performance of concrete made with aggregates from construction and demolition waste recycling plants. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, p. 59–74, 2015a.

BRAVO, M.; DE BRITO, J.; PONTES, J.; EVANGELISTA, L. Durability performance of concrete with recycled aggregates from construction and demolition waste plants. **Construction and Building Materials**, v. 77, p. 357–369, 2015b.

CARDOSO, R.; SILVA, R. V.; BRITO, J.; DHIR, R. K. Use of recycled aggregates from construction and demolition waste in geotechnical applications: a literature review. **Waste Management**, v. 49, p. 131–145, 2016.

COELHO, A.; DE BRITO, J. Economic viability analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – part I: location, materials, technology and economic analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 39, p. 338–352, 2013.

COLANGELO, F.; CIOFFI, R. Mechanical properties and durability of mortar containing fine fraction of demolition wastes produced by selective demolition in South Italy. **Composites Part B: Engineering**, v. 115, p. 43–50, 2017.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Missão e objetivos**. 2020. Disponível em:<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&Itemid=109>. Acesso em: 02 abr. 2020.

CHEN, X.; LU, W. Identifying factors influencing demolition waste generation in Hong Kong. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 799–811, 2017.

CHEN, Q.; ZHANG, Q.; QI, C.; FOURIE, A.; XIAO, C. Recycling phosphogypsum and construction demolition waste for cemented paste backfill and its environmental impact. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 418–429, 2018.

DAHLBO, H.; BACHÉR, J.; LÄHTINEN, K.; JOUTTIJÄRVI, T.; SUOHEIMO, P.; MATTILA, T.; SIRONEN, S.; MYLLYMAA, T.; SARAMÄKI, K. Construction and demolition waste management – a holistic evaluation of environmental performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 107, p. 333–341, 2015.

DING, T.; XIAO, J. Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai. **Waste Management**, v. 34, n. 11, p. 2327–2334, 2014.

DING, Z.; YI, G.; TAM, V. W. Y.; HUANG, T. A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China. **Waste Management**, v. 51, p. 130–141, 2016.

DING, Z.; ZHU, M.; TAM, V. W. Y.; YI, G.; TRAN, C. N. N. A system dynamics-based environmental benefit assessment model of construction waste reduction management at the design and construction stages. **Journal of Cleaner Production**, v. 176, p. 676–692, 2018.

DUAN, H.; LI, J. Construction and demolition waste management: China's lessons. **Waste Management & Resource**, v. 34, p. 397–398, 2016.

ESA, M. R.; HALOG, A.; RIGAMONTI, L. Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 120, p. 219–229, 2017.

ESIN, T.; COSGUN, N. A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey. **Building and Environment**, v. 42, n. 4, p. 1667–1674, 2007.

EUROPEAN STATISTICAL OFFICE (EUROSTAT). **Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity**. 2020. Disponível em: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-063379_QID_1016788C_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;UNIT,L,Z,0;HAZARD,C,Z,1;NACE_R2,L,Z,2;WASTE,L,Z,3;INDICATORS,C,Z,4;&zSelection=DS-063379INDICATORS,OBS_FLAG;DS-063379WASTE,TOTAL;DS-063379NACE_R2,F;DS-063379UNIT,KG_HAB;DS-063379HAZARD,TOTAL;&rankName1=WASTE_1_2_-1_2&rankName2=UNIT_1_2_-1_2&rankName3=HAZARD_1_2_-1_2&rankName4=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName5=NACE-R2_1_2_-1_2&rankName6=TIME_1_0_0_0&rankName7=GEO_1_0_0_1&sortR=ASC_-1_FIRST&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time_mode=ROLLING&time_most_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23>. Acesso em: 02 abr. 2020.

EUROPEAN UNION. **Diretiva 75/442/CEE** do Parlamento Europeu, relativa aos resíduos, 15 de Julho de 1975. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9a09e84c-9005-4bed-ae42-8d1638b55d9f.0010.02/DOC_79&format=PDF>. Acesso em: 31 mar. 2020.

GÁLVEZ-MARTOS, J.-L.; STYLES, D.; SCHOENBERGER, H.; ZESCHMAR-LAHL, B. Construction and demolition waste best management practice in Europe. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 136, p. 166–178, 2018.

GHAFOURIAN, K.; MOHAMED, Z.; ISMAIL, S.; MALAKUTE, R.; ABOLGHASEMI, M. The 100 most cited scientific papers in construction and demolition waste management. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v. 13, n. 9, p. 741-749, 2016.

GHISELLINI, P.; RIPA, M.; ULGIATI, S. Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 178, p. 618–643, 2018.

GONTIJO, F. E. K.; DIAS, A. M. P. Viabilidade e Sustentabilidade na Implantação da Logística Reversa de Pós-Consumo. *In:* **Anais do VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2010, Rio de Janeiro.

GONZÁLEZ-FONTEBOA, B.; MARTÍNEZ-ABELLA, F. Concretes with aggregates from demolition waste and silica fume. Materials and mechanical properties. **Building and Environment**, v. 43, n. 4, p. 429–437, 2008.

HAO, J. L.; HILLS, M. J.; TAM, V. W. Y. The effectiveness of Hong Kong's construction waste disposal charging scheme. **Waste Management & Research**, v. 26, n. 6, p. 553–558, 2008.

HOANG, N. H.; ISHIGAKI, T.; KUBOTA, R.; YAMADA, M.; KAWAMOTO, K. A review of construction and demolition waste management in Southeast Asia. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 30, p. 1-11, 2019.

HUANG, B.; WANG, X.; KUA, H.; GENG, Y.; BLEISCHWITZ, R.; REN, J. Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 129, p. 36–44, 2018.

INNES, S. Developing tools for designing out waste pre-site and onsite. *In:* **Proceedings of Minimising Construction Waste Conference: Developing Resource Efficiency and Waste Minimisation in Design and Construction**, October 21, New Civil Engineer, London, United Kingdom, 2004.

JIN, R.; YUAN, H. P.; CHEN, Q. Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 140, p. 175–188, 2019.

KATZ, A.; BAUM, H. A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. **Waste Management**, v. 31, n. 2, p. 353–358, 2011.

KOCHEM, K. **Potencialidades de logística reversa do resíduo de gesso da indústria da construção civil**. 2016. 126p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

KOFOWOROLA, O. F.; GHEEWALA, S. H. Estimation of construction waste generation and management in Thailand. **Waste Management**, v. 29, n. 2, p. 731–738, 2009.

LAM, P. T. I.; YU, A. T. W.; WU, Z.; POON, C. S. Methodology for upstream estimation of construction waste for new building projects. **Journal of Cleaner Production**, v. 230, p. 1003-1012, 2019.

LI, J.; DING, Z.; MI, X.; WANG, J. A model for estimating construction waste generation index for building project in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 74, p. 20–26, 2013.

LI, Z.; SHEN, G. Q.; ALSHAWI, M. Measuring the impact of prefabrication on construction waste reduction: an empirical study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 91, p. 27–39, 2014.

LI, J.; TAM, V. W. Y.; ZUO, J.; ZHU, J. Designers' attitude and behaviour towards construction waste minimization by design: a study in Shenzhen, China. **Resources, Conservation and Recyclin**g, v. 105, p. 29–35, 2015.

LI, J.; ZUO, J.; CAI, H.; ZILLANTE, G. Construction waste reduction behavior of contractor employees: an extended theory of planned behavior model approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 1399–1408, 2018.

LIANG, H.; HE, S.; LEI, X.; BI, Y.; LIU, W.; OUYANG, C. Dynamic process simulation of construction solid waste (CSW) landfill landslide based on SPH considering dilatancy effects. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v. 78, n. 2, p. 763-777, 2017.

LIU, Z.; OSMANI, M.; DEMIAN, P.; BALDWIN, A. A BIM-aided construction waste minimisation framework. **Automation in Construction**, v. 59, p. 1–23, 2015.

LIU, Y.; SUN, T.; YANG, L. Evaluating the performance and intellectual structure of construction and demolition waste research during 2000–2016. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 23, p. 19259–19266, 2017.

LLATAS, C. A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. **Waste Management**, v. 31, n. 6, p. 1261–1276, 2011.

LÓPEZ RUIZ, L. A.; RAMÓN, X. R.; DOMINGO, S. G. The circular economy in the construction and demolition waste sector – a review and an integrative model approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 248, p. 119238, 2020.

LU, W. Big data analytics to identify illegal construction waste dumping: a Hong Kong study. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 141, p. 264–272, 2019.

LU, W.; YUAN, H. A framework for understanding waste management studies in construction. **Waste Management**, v. 31, p. 1252–1260, 2011.

LU, W.; YUAN, H.; LI, J.; HAO, J. J. L.; MI, X.; DING, Z. An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China. **Waste Management**, v. 31, n. 4, p. 680–687, 2011.

LU, W.; WEBSTER, C.; PENG, Y.; CHEN, X.; ZHANG, X. Estimating and calibrating the amount of building-related construction and demolition waste in urban China. **International Journal of Construction Management**, v. 17, n. 1, p. 13–24, 2017.

MÁLIA, M.; DE BRITO, J.; PINHEIRO, M. D.; BRAVO, M. Construction and demolition waste indicators. **Waste Management & Research**, v. 31, n. 3, p. 241–255, 2013.

MARTÍNEZ-LAGE I.; MARTÍNEZ-ABELLA F.; VÁZQUEZ-HERRERO C.; PÉREZ-ORDÓÑEZ, J. L. Estimation of the annual production and composition of C&D Debris in Galicia (Spain). **Journal of Waste Management**, v. 30, n. 4, p. 636–645, 2010.

MORSELETTO, P. Targets for a circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 153, p. 104553, 2020.

OLIVEIRA, M. L. S.; IZQUIERDO, M.; QUEROL, X.; LIEBERMAN, R. N.; SAIKIA, B. K.; SILVA, L. F. O. Nanoparticles from construction wastes: a problem to health and the environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 219, p. 236-243, 2019.

OSMANI, M.; GLASS, J.; PRICE, A. D. F. Architects' perspectives on construction waste reduction by design. **Waste Management**, v. 28, n. 7, p. 1147–1158, 2008.

OUYANG, C.; ZHOU, K.; XU, Q.; YIN, J.; PENG, D.; WANG, D.; LI, W. Dynamic analysis and numerical modeling of the 2015 catastrophic landslide of the construction waste landfill at Guangming, Shenzhen, China. **Landslides**, v. 14, n. 2, p. 705–718, 2016.

PENG, Y.; ZHU, X.; ZHANG, F.; HUANG, L.; XUE, J.; XU, Y. Farmers' risk perception of concentrated rural settlement development after the 5.12 Sichuan Earthquake. **Habitat International**, v. 71, p. 169–176, 2018.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

POON, C. S.; YU, A. T. W.; NG, L. H. Comparison of low-waste building technologies adopted in public and private housing projects in Hong Kong. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 10, n. 2, p. 88–98, 2003.

POON, C. S.; YU, A. T. W.; WONG, A.; YIP, R. Quantifying the impact of construction waste charging scheme on construction waste management in Hong Kong. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 5, p. 466–479, 2013.

RODRIGUES, F.; CARVALHO, M. T.; EVANGELISTA, L.; DE BRITO, J. Physical–chemical and mineralogical characterization of fine aggregates from construction and demolition waste recycling plants. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 438–445, 2013.

ROUSSAT, N.; MÉHU, J.; ABDELGHAFOUR, M.; BRULA, P. Leaching behaviour of hazardous demolition waste. **Waste Management**, v. 28, n. 11, p. 2032–2040, 2008.

SILVA, R. V.; DE BRITO, J.; DHIR, R. K. Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. **Construction and Building Materials**, v. 65, p. 201–217, 2014.

SOLÍS-GUZMÁN, J.; MARRERO, M.; MONTES-DELGADO, M. V.; RAMÍREZ-DE-ARELLANO, A. A Spanish model for quantification and management of construction waste. **Waste Management**, v. 29, n. 9, p. 2542–2548, 2009.

SPIES, S. 3R in construction and demolition waste (CDW) – potentials and constraints. **GTZ – German Technical Cooperation: Division for Environment, Resource Efficiency and Waste Management**. 2009. p. 1-22. Disponível em: <http://www.env.go.jp/recycle/3r/en/forum_asia/results/pdf/20091111/06.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2019.

TAM, V. W. Y.; HAO, J. J. L. Prefabrication as a mean of minimizing construction waste on site. **International Journal of Construction Management**, v. 14, n. 2, p. 113–121, 2014.

TAM, V. W. Y.; TAM, C. M.; ZENG, S. X.; NG, W. C. Y. Towards adoption of prefabrication in construction. **Building and Environment**, v. 42, n. 10, p. 3642– 3654, 2007.

UNITED STATES. **Resource Conservation and Recovering Act of 1976**. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-90/pdf/STATUTE-90-Pg2795.pdf> Acesso em: 31 de março de 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). **Advancing sustainable materials management: 2017 fact sheet**. 2019. Washington, D.C.: US EPA. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-11/documents/2017_facts_and_figures_fact_sheet_final.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

WANG, J.; LI, Z.; TAM, V. W. Y. Critical factors in effective construction waste minimization at the design stage: a Shenzhen case study, China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 82, p. 1–7, 2014.

WANG, J.; LI, Z.; TAM, V. W. Y. Identifying best design strategies for construction waste minimization. **Journal of Cleaner Production**, v. 92, p. 237–247, 2015.

WANG, J.; YUAN, H.; KANG, X.; LU, W. Critical success factors for on-site sorting of construction waste: a china study. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 11, p. 931–936, 2010.

WON, J.; CHENG, J. C. P.; LEE, G. Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: case studies in South Korea. **Waste Management**, v. 49, p. 170–180, 2016.

WU, Z.; YU, A. T. W.; SHEN, L. Investigating the determinants of contractor's construction and demolition waste management behavior in Mainland China. **Waste Management**, v. 60, p. 290–300, 2017.

WU, Z.; YU, A. T. W.; SHEN, L.; LIU, G. Quantifying construction and demolition waste: an analytical review. **Waste Management**, v. 34, n. 9, p. 1683–1692, 2014.

YANG, H.; XIA, J.; THOMPSON, J. R.; FLOWER, R. J. Urban construction and demolition waste and landfill failure in Shenzhen, China. **Waste Management**, v. 63, p. 393–396, 2017.

YEHEYIS, M.; HEWAGE, K.; ALAM, M. S.; ESKICIOGLU, C.; SADIQ, R. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 15, n. 1, p. 81–91, 2013.

YU, A. T. W.; POON, C. S.; WONG, A.; YIP, R.; JAILLON, L. Impact of construction waste disposal charging scheme on work practices at construction sites in Hong Kong. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 138–146, 2013.

YUAN, H. P. A SWOT analysis of successful construction waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 39, p. 1–8, 2013.

YUAN, H.; SHEN, L. Trend of the research on construction and demolition waste management. **Waste Management**, v. 31, n. 4, p. 670-679, 2011.

ZHAN, L.; ZHANG, Z.; CHEN, Y.; CHEN, R.; ZHANG, S.; LIU, J.; LI, A. The 2015 Shenzhen catastrophic landslide in a construction waste dump: reconstitution of dump structure and failure mechanisms via geotechnical investigations. **Engineering Geology**, v. 238, p. 15–26, 2018.

4 DIAGNÓSTICO DA GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO CENÁRIO NACIONAL

4.1 INTRODUÇÃO

A questão dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) tem sido amplamente discutida no Brasil em função da alta taxa de geração. Marques Neto (2005), estima que a cada tonelada de Resíduo Sólido Urbano (RSU) recolhido são coletadas duas toneladas de RCD. Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), os municípios brasileiros coletaram cerca de 44,5 milhões de toneladas de RCD em 2018, o que corresponde a aproximadamente 61,2% do montante de RSU coletado (ABRELPE, 2019).

A falta de gestão adequada destes resíduos acarreta sua disposição indevida, sendo estes geralmente lançados em bota-foras clandestinos, pedreiras abandonadas, terrenos baldios, margens de rios e córregos, encostas, logradouros públicos, área protegidas por lei, etc. A incidência desses locais ocorre predominantemente nas regiões ocupadas por população de baixa renda (SCHNEIDER, 2003; DE MORAIS, 2006; KARPINSKI et al., 2009; FEIJÃO NETO, 2010; SILVA, 2012; RIBEIRO; DIAS, 2013; MOURÃO; ARAGÃO; DAMASCENO, 2015), os quais geralmente se enquadram como pequeno gerador[18] pelas legislações municipais.

Apesar da Lei nº 9.605/1988 (BRASIL, 1988) intitulada Lei de Crimes Ambientais prever penalidades a quem dispõe resíduos de maneira discordante à legislação, na maioria dos casos, os infratores não são identificados, o que acaba gerando altos custos de remoção para o poder público municipal. Segundo Silva (2010), os serviços de limpeza urbana demandam em média de 7 a 15% do orçamento total dos municípios. Em contrapartida, quando dispostos em lixões e aterros legalizados, acabam saturando rapidamente a capacidade do local em virtude do seu elevado volume (COSTA, 2012).

De modo geral, os RCD são vistos como resíduos de baixa periculosidade, porém nestes resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a multiplicação de vetores transmissores de doenças (KARPINSKI et al., 2009). Além de outros agravantes ocasionados em decorrência da disposição irregular dos RCD, tais como: comprometimento do tráfego de pedestres e veículos; atração de diversos tipos de resíduos; poluição atmosférica, visual e sonora; degradação do sistema natural; prejuízos sociais e desvalorização das áreas de entorno; danos ao patrimônio público; obstrução da drenagem urbana e assoreamento de córregos (CORNELI, 2009).

No cenário internacional, os governos têm implementado políticas públicas, como por exemplo, acordos, regulamentos, taxações e leis com a finalidade de disciplinar as

[18] Como não consta em nenhuma política pública de âmbito federal a definição do pequeno gerador de RCD, cabe nesse caso, aos Municípios e ao Distrito Federal, por meio de suas legislações locais, determinar a quantidade ou o volume limite que caracteriza o pequeno gerador de RCD. Em geral, alguns municípios têm classificado como pequeno gerador aquele que produz até 1 m³ de RCD. Contudo, muitas vezes não informam as condições para esta geração (se por obra, por mês, por ano, etc.).

atividades do setor construtivo, minimizando assim os impactos negativos causados ao meio ambiente e à saúde pública (LU; TAM, 2013). No cenário nacional, os principais instrumentos legais relativos aos RCD são: a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 5 de julho de 2002 e a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Também se tem as normas regulamentadoras sobre os RCD e resíduos volumosos estabelecem padrões mínimos aplicáveis à categoria, que tratam: NBR 15112:2004 (ABNT, 2004a) das áreas de transbordo e triagem; NBR 15113:2004 (ABNT, 2004b) dos aterros; NBR 15114:2004 (ABNT, 2004c) das áreas de reciclagem; 15115:2004 (ABNT, 2004d) e NBR 15116:2004 (ABNT, 2004e) dos agregados reciclados de RCD.

A Resolução CONAMA nº 307 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD (BRASIL, 2002, art. 1º), desde a classificação até a sua destinação final ambientalmente adequada. Entre as principais mudanças trazidas pela Resolução destacam-se: a responsabilidade do gerador e a obrigatoriedade de triagem do RCD (BRASIL, 2011b), seja na origem ou nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade.

Esta Resolução considera que os geradores de RCD devem ser responsáveis pelos resíduos gerados, quer estes sejam associados ao poder público ou a iniciativa privada, sendo que no caso dos pequenos geradores as ações necessárias deverão estar previstas no Plano Municipal de Gestão de RCD. No caso dos grandes geradores[19], as ações necessárias deverão estar previstas no Plano de Gerenciamento de RCD do empreendimento, devendo obrigatoriamente abranger informações, tais como: caracterização e quantificação dos resíduos gerados, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final nas formas previstas nesta Resolução.

Embora a responsabilidade pela destinação final ambientalmente adequada dos RCD seja do gerador de acordo com a Resolução, aos pequenos geradores não se aplica essa determinação, cabendo, portanto, ao poder público municipal assumir a solução para o problema dos pequenos volumes. Um exemplo disso é a disponibilização de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes de RCD, além das ações de fiscalização quanto ao descarte inadequado destes resíduos. Também cabe aos municípios, o disciplinamento da ação dos agentes envolvidos com os grandes volumes de resíduos.

A PNRS estabelece princípios, objetivos e instrumentos para a gestão dos RCD, disciplinando as ações necessárias para que sejam minimizados os impactos ambientais, e tornando obrigatória a elaboração dos planos de resíduos sólidos, incluindo a questão dos RCD (DE ARAÚJO et al., 2006). Esses planos são requisitos para que os Estados, os Municípios e o Distrito Federal tenham acesso a recursos da União, ou por ela controlados, e sejam beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana, manejo e gestão de resíduos sólidos

[19] Do mesmo modo que o pequeno gerador, geralmente os Municípios e o Distrito Federal têm classificado como grande gerador aquele que produz acima de 1 m³ de RCD.

(BRASIL, 2010, arts. 16 e 18). Vale destacar que isso entrou em vigor dois anos após a data de publicação desta Lei (BRASIL, 2010, art. 55), ou seja, 02 de agosto de 2012.

De acordo com a PNRS, são planos de resíduos sólidos: a) o plano Nacional de resíduos sólidos; b) os planos estaduais de resíduos sólidos; c) os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; d) os planos intermunicipais de resíduos sólidos; e) os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; f) os planos de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010, art. 14).

Dessa maneira, os municípios devem elaborar os seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), podendo integrar um plano intermunicipal ou regional de resíduos sólidos, ou ainda estar inserido no plano de saneamento básico, desde que contemple o conteúdo mínimo descrito na Lei nº 12.305/2010. Os municípios que optarem por soluções intermunicipais para elaboração dos seus planos de resíduos sólidos, podem ser dispensados da elaboração do PMGIRS, desde que o plano intermunicipal respeite o conteúdo mínimo e os requisitos estabelecidos na Lei nº 12.305/2010. Para os municípios com até 20.000 habitantes, os planos terão conteúdo simplificado, exceto se forem integrantes de áreas de especial interesse turístico, inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional, ou cujo território abranja, total ou parcialmente, Unidades de Conservação (BRASIL, 2010, art. 19, inciso XIX, parágrafos 2º e 3º).

Os governos estaduais também devem desempenhar um papel de liderança no contexto da PNRS. Por isso, tornam-se tão importante os planos estaduais de resíduos sólidos, os quais são destinados a organizar e dar as diretrizes gerais de gestão para os seus municípios. Além do plano estadual, a PNRS define que cabe aos Estados, a elaboração dos planos microrregionais de resíduos sólidos, bem como dos planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou de aglomerações urbanas.

Com base nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa é analisar, através de pesquisas exploratória e de levantamento por meio de questionários/entrevistas, os planos de resíduos sólidos e a gestão integrada dos RCD, incluindo desde as etapas de geração, manejo e destinação final por parte do poder público nas capitais brasileiras sob a ótica da PNRS, passada uma década de sua publicação. Desse modo será possível obter um diagnóstico representativo do cenário nacional nessa área.

4.2 METODOLOGIA

Para realização do presente estudo foram consideradas as 27 capitais brasileiras, as quais representam as Unidades Federativas que são constituídas por 26 Estados e o Distrito Federal, conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – Informações gerais das capitais brasileiras e suas respectivas Unidades Federativas

Capital	População (hab.)[1]	IDHM[2]	PIB per capita (R$/ano)[2]	Unidade Federativa (UF)	População (hab.)[1]	IDHM[2]
Aracaju	648.939	0,770	25.185,55	Sergipe (SE)	2.278.308	0,665
Belém	1.485.732	0,746	20.821,46	Pará (PA)	8.513.497	0,646
Belo Horizonte	2.501.576	0,810	35.245,02	Minas Gerais (MG)	21.040.662	0,731
Boa Vista	375.374	0,752	26.924,03	Roraima (RR)	576.568	0,707
Brasília	2.974.703	0,824	80.502,47	Distrito Federal (DF)	2.974.703	0,824
Campo Grande	885.711	0,784	30.924,89	Mato Grosso do Sul (MS)	2.748.023	0,729
Cuiabá	607.153	0,785	39.485,65	Mato Grosso (MT)	3.441.998	0,725
Curitiba	1.917.185	0,823	44.384,92	Paraná (PR)	11.348.937	0,749
Florianópolis	492.977	0,847	40.162,60	Santa Catarina (SC)	7.075.494	0,774
Fortaleza	2.643.247	0,754	23.436,66	Ceará (CE)	9.075.649	0,682
Goiânia	1.495.705	0,799	33.437,67	Goiás (GO)	6.921.161	0,735
João Pessoa	800.323	0,763	24.319,82	Paraíba (PB)	3.996.496	0,658
Macapá	493.634	0,733	21.054,88	Amapá (AP)	829.494	0,708
Maceió	1.012.382	0,721	21.210,09	Alagoas (AL)	3.322.820	0,631
Manaus	2.145.444	0,737	34.362,71	Amazonas (AM)	4.080.611	0,674
Natal	877.640	0,763	26.497,08	Rio Grande do Norte (RN)	3.479.010	0,684
Palmas	291.855	0,788	28.754,00	Tocantins (TO)	1.555.229	0,699
Porto Alegre	1.479.101	0,805	49.740,90	Rio Grande do Sul (RS)	11.329.605	0,746
Porto Velho	519.531	0,736	31.793,20	Rondônia (RO)	1.757.589	0,690
Recife	1.637.834	0,772	31.743,72	Pernambuco (PE)	9.496.294	0,673
Rio Branco	401.155	0,727	21.258,68	Acre (AC)	869.265	0,663
Rio de Janeiro	6.688.927	0,799	51.776,18	Rio de Janeiro (RJ)	17.159.960	0,761
Salvador	2.857.329	0,759	21.231,48	Bahia (BA)	14.812.617	0,660
São Luís	1.094.667	0,768	27.226,41	Maranhão (MA)	7.035.055	0,639
São Paulo	12.176.866	0,805	57.759,39	São Paulo (SP)	45.538.936	0,783
Teresina	861.442	0,751	22.481,67	Piauí (PI)	3.264.531	0,646
Vitória	358.267	0,845	55.779,18	Espírito Santo (ES)	3.972.388	0,740

Notas: *IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. PIB – Produto Interno Bruto. [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2019 (ano de referência: 2018). [2] IBGE, 2019 (ano de referência: 2010).*

Fonte: O autor, 2020

A pesquisa foi dividida em duas etapas, onde: a) buscou-se informações e dados documentais por meio de pesquisa exploratória sobre os planos de resíduos sólidos (estaduais e intermunicipais ou municipais) e estudos de regionalização; b) procurou-se levantar dados por meio de questionários/entrevistas sobre a gestão integrada dos RCD, incluindo desde as etapas de geração, manejo e destinação final por parte do poder público.

4.2.1 Etapa 1 – Pesquisa Exploratória

O levantamento de informações e dados documentais foi realizado com base nos resíduos sólidos em geral que, entre outros, abrangem os RCD. Para tanto, utilizou-se o buscador Google e as seguintes combinações de palavras-chave: plano estadual de resíduos sólidos “UF”, plano intermunicipal de resíduos sólidos “capital” e plano municipal de resíduos sólidos “capital”, sendo que os campos “UF” e “capital” foram alterados por cada uma das entidades apresentadas na Tabela 14. As principais fontes de informações foram as bases de dados do Governo Federal, como por exemplo, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Pesquisa de Informações Básicas Municipais, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), etc.

4.2.2 Etapa 2 – Pesquisa de Levantamento

Na sequência, foi realizada uma pesquisa através do encaminhamento de ficha questionário via mensagem eletrônica e, no caso de não haver retorno, aplicação de entrevista via contato telefônico ou solicitação de resposta via Portal da Transparência[20], aos profissionais responsáveis do poder público e/ou áreas de destinação final das capitais brasileiras.

O questionário produzido foi testado junto a um profissional da Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) de Cascavel/PR e outro do Parque Tecnológico Itaipu (PTI) localizado em Foz do Iguaçu/PR. Nos Apêndices C e D são apresentadas as fichas questionário pré e pós teste.

As fichas questionário foram encaminhadas aos respondentes entre os meses de setembro e dezembro de 2019. Primeiramente, buscou-se realizar contato telefônico com os profissionais responsáveis, antes e após o encaminhamento das fichas questionário. No caso da não devolutiva dos documentos, sucedeu-se à aplicação de entrevista via contato telefônico ou ainda solicitação de resposta via Portal da Transparência, com base no art. 5º, inciso XIV, da Constituição Federal que assegura "a todos o acesso à informação e resguardado o sigilo da fonte, quando necessário ao exercício profissional" (BRASIL, 1988).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item são apresentados os resultados quali e quantitativos referentes as pesquisas exploratória e de levantamento por meio de questionários/entrevistas junto às 27 capitais brasileiras (ver Tabela 14). É importante salientar que foram analisados os planos estaduais e estudos de regionalização, elaborados pelos Estados, bem como os planos intermunicipais ou municipais elaborados pelas capitais brasileiras. O conteúdo dos planos de resíduos sólidos (estaduais e intermunicipais ou municipais) e estudos de regionalização poderão ser consultados na íntegra através dos endereços eletrônicos disponibilizados no Apêndice E.

4.3.1 Status Geral dos Planos de Resíduos Sólidos

A primeira análise inicia-se com os planos estaduais de resíduos sólidos elaborados pelos Estados, as informações sobre a existência desses planos são apresentadas na Tabela 15.

[20] O Portal da Transparência é uma ferramenta desenvolvida para permitir que a sociedade acompanhe o uso dos recursos públicos e tenha uma participação ativa na discussão das políticas públicas e no uso do dinheiro público (BRASIL, 2019b), o qual é regulamentado pela Lei nº 12.527/2011 (BRASIL, 2011a), denominada Lei de Acesso à Informação.

Tabela 15 – Plano estadual de resíduos sólidos elaborado nos termos previstos na Lei nº 12.305/2010

Unidade Federativa (UF)	Possui?		
	MMA – 2015[1]	SINIR – 2017[2]	2019[3]
Acre (AC)	S	SD	S
Alagoas (AL)	S	S	S
Amapá (AP)	N	N	N
Amazonas (AM)	S	N	S
Bahia (BA)	EE	N	N
Ceará (CE)	S	SD	S
Distrito Federal (DF)	SD	S	S
Espírito Santo (ES)	EE	N	EE
Goiás (GO)	S	S	S
Maranhão (MA)	S	S	S
Mato Grosso (MT)	EE	SD	N
Mato Grosso do Sul (MS)	EE	N	EE
Minas Gerais (MG)	EE	N	N
Pará (PA)	S	S	S
Paraíba (PB)	N	SD	EE
Paraná (PR)	S	N	S
Pernambuco (PE)	S	S	S
Piauí (PI)	SD	SD	N
Rio de Janeiro (RJ)	S	SD	S
Rio Grande do Norte (RN)	S	S	S
Rio Grande do Sul (RS)	S	S	S
Rondônia (RO)	EE	SD	EE
Roraima (RR)	N	SD	N
Santa Catarina (SC)	S	N	S
São Paulo (SP)	S	SD	S
Sergipe (SE)	S	S	S
Tocantins (TO)	S	S	S

Notas: *MMA – Ministério do Meio Ambiente. SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. S – Sim. SD – Sem Dados. N – Não. EE – Em Elaboração. [1] BRASIL, 2015a. [2] BRASIL, 2018. [3] Informações obtidas com o buscador Google.*

Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, foram consultadas duas fontes de dados, o MMA e o SINIR, cujos anos de referência são 2015 e 2017, respectivamente, possibilitando assim efetuar uma comparação ao longo dos anos. Cabe ressaltar que o SINIR é coordenado pelo MMA, que desde 2013 realiza consulta anual aos órgãos estaduais para elaborar um panorama acerca da existência dos planos de resíduos sólidos (estaduais e intermunicipais ou municipais) e da forma de destinação final dos RSU coletados (BRASIL, 2020). Em relação as duas fontes de dados consultadas, apenas três Estados (AM, PR e SC) apresentaram informações distintas quanto à existência do plano estadual de resíduos sólidos. Essa contradição pode estar relacionada com as revisões feitas em tais documentos, as quais datam de 2017 (AM e SC) e 2018 (PR).

Na primeira fonte de dados, o ano de referência foi 2015 e identificou-se 16 planos estaduais de resíduos sólidos concluídos e seis em fase de elaboração, tendo sido encontrada somente um Estado (PI) sem informações. Na segunda fonte de dados, o ano de referência foi 2017 e constatou-se que somente nove Estados (AL, GO, MA, PA, PE, RN, RS, SE e TO) e o DF declararam possuir o plano estadual de resíduos sólidos. Porém, em 2019 identificou-se 17 planos estaduais de resíduos sólidos concluídos e quatro em fase de elaboração (ver Apêndice E). Os resultados gerais são mostrados na Figura 21.

a) b)

Figura 21 – Resultados gerais quanto à: a) existência e b) distribuição por região, dos planos estaduais de resíduos sólidos elaborados pelos Estados
Fonte: O autor, 2020

Os resultados encontrados demonstram que 63% dos Estados efetivamente possuem planos estaduais de resíduos sólidos disponíveis para consulta pública, 22% não possuem e 15% encontram-se em fase de elaboração destes. Quanto às regiões, verifica-se que os Estados da região Sul (PR, RS e SC) representam 31% dos planos estaduais de resíduos sólidos elaborados, da região Nordeste (AL, CE, MA, PE, RN e SE) 21%, da região Norte (AC, AM, PA e TO) 18% e das regiões Sudeste (RJ e SP) e Centro-Oeste (DF e GO) 15% cada, considerando o total de Estados de cada região.

Na sequência serão analisados os estudos de regionalização também elaborados pelos Estados, tendo em vista que estes podem ser considerados pré-requisitos para a elaboração dos planos microrregionais de resíduos sólidos e planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, as informações sobre a existência desses estudos são apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Estudo de regionalização

Unidade Federativa (UF)	Possui?	
	MMA – 2015[1]	2019[2]
Acre (AC)	S	S
Alagoas (AL)	S	S
Amapá (AP)	N	N
Amazonas (AM)	N	S
Bahia (BA)	S	S
Ceará (CE)	S	S
Distrito Federal (DF)	N	S
Espírito Santo (ES)	S	S
Goiás (GO)	N	N
Maranhão (MA)	N	N
Mato Grosso (MT)	N	N
Mato Grosso do Sul (MS)	N	EE
Minas Gerais (MG)	S	S
Pará (PA)	S	S
Paraíba (PB)	S	S
Paraná (PR)	S	S
Pernambuco (PE)	S	S
Piauí (PI)	S	S
Rio de Janeiro (RJ)	S	S
Rio Grande do Norte (RN)	S	S
Rio Grande do Sul (RS)	S	S

Tabela 16 – Estudo de regionalização (continuação)

Unidade Federativa (UF)	Possui?	
	MMA – 2015[1]	2019[2]
Rondônia (RO)	N	EE
Roraima (RR)	N	N
Santa Catarina (SC)	S	S
São Paulo (SP)	S	S
Sergipe (SE)	S	S
Tocantins (TO)	N	S

Notas: *MMA – Ministério do Meio Ambiente. S – Sim. N – Não. EE – Em Elaboração.*
[1] BRASIL, 2015b. [2] Informações obtidas com o buscador Google.
Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, ao longo dos últimos anos somente dois Estados (AM e TO) apresentaram novos estudos de regionalização, sendo que 17 Estados (AC, AL, BA, CE, ES, MG, PA, PB, PR, PE, PI, RJ, RN, RS, SC, SP e SE) e o DF já possuíam tais estudos. Cabe ressaltar que, os estudos de regionalização fazem parte do conteúdo mínimo exigido nos planos estaduais de resíduos sólidos financiados pelo MMA. Os resultados gerais são mostrados na Figura 22.

a) b)

Figura 22 – Resultados gerais quanto à: a) existência e b) distribuição por região, dos estudos de regionalização elaborados pelos Estados
Fonte: O autor, 2020

Os resultados encontrados demonstram que 74% dos Estados efetivamente possuem estudos de regionalização disponíveis para consulta pública, 19% não possuem e 7% encontram-se em fase de elaboração destes. Quanto às regiões, verifica-se que os Estados das regiões Sudeste (ES, MG, RJ e SP) e Sul (PR, RS e SC) representam 27% cada dos estudos de regionalização elaborados, da região Nordeste (AL, BA, CE, PB, PE, PI, RN e SE) 24%, da região Norte (AC, AM, PA e TO) 15% e da região Centro-Oeste (DF) 7%, considerando o total de Estados de cada região.

Em relação aos PMGIRS elaborados pelas capitais brasileiras, as informações sobre a existência e abrangência dos mesmos são apresentadas na Tabela 17. Nota-se que duas fontes de dados foram consultadas, o SNIS e a Pesquisa de Informações Básicas Municipais, respectivamente coordenadas pelo MDR e IBGE.

Tabela 17 – PMGIRS elaborado nos termos previstos na Lei nº 12.305/2010

Capital/UF	Plano intermunicipal ou municipal de resíduos sólidos					
	SNIS – 2017[1]		Pesquisa de Informações Básicas Municipais – 2017[2]		2019[3]	
	Possui?	Abrangência	Possui?	Abrangência	Possui?	Abrangência
Aracaju/SE	N	-	N	-	S	INT
Belém/PA	N	-	S	MUN	S	MUN
Belo Horizonte/MG	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Boa Vista/RR	N	-	S	MUN	S	MUN
Brasília/DF	S	MUN	S	MUN	N	-
Campo Grande/MS	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Cuiabá/MT	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Curitiba/PR	S	MUN	S	INT	S	MUN
Florianópolis/SC	S	MUN	N	-	S	MUN
Fortaleza/CE	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Goiânia/GO	S	MUN	S	INT	S	MUN
João Pessoa/PB	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Macapá/AP	N	-	S	MUN	N	-
Maceió/AL	S	MUN	N	-	S	MUN
Manaus/AM	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Natal/RN	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Palmas/TO	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Porto Alegre/RS	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Porto Velho/RO	N	-	N	-	N	-
Recife/PE	S	INT	S	MUN	S	INT
Rio Branco/AC	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Rio de Janeiro/RJ	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Salvador/BA	N	-	S	MUN	N	-
São Luís/MA	N	-	N	-	EE	INT
São Paulo/SP	S	MUN	S	MUN	S	MUN
Teresina/PI	N	-	S	MUN	N	-
Vitória/ES	S	MUN	N	-	S	MUN

Notas: *SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. N – Não. S – Sim. INT – Intermunicipal. MUN – Municipal. EE – Em Elaboração. [1] BRASIL, 2019a. [2] IBGE, 2018. [3] Informações obtidas com o buscador Google.*

Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, em relação as duas fontes de dados consultadas, 11 capitais (Belém/PA, Boa Vista/RR, Curitiba/PR, Florianópolis/SC, Goiânia/GO, Macapá/AP, Maceió/AL, Recife/PE, Salvador/BA, Teresina/PI e Vitória/ES) apresentaram informações distintas quanto à existência ou abrangência do PMGIRS.

Na primeira fonte de dados, o ano de referência foi 2017 e constatou-se que somente 10 capitais (Aracaju/SE, Belém/PA, Boa Vista/RR, Macapá/AP, Porto Velho/RO, Salvador/BA, São Luís/MA e Teresina/PI) declararam não possuir o PMGIRS. Na segunda fonte de dados, o ano de referência também foi 2017 e constatou-se que somente 6 capitais (Aracaju/SE, Florianópolis/SC, Maceió/AL, Porto Velho/RO, São Luís/MA e Vitória/ES) declararam não possuir o PMGIRS. Porém, em 2019 identificou-se 20 PMGIRS concluídos e um em fase de elaboração (ver Apêndice E), dos quais apenas três são de abrangência intermunicipal. Os resultados gerais são mostrados na Figura 23.

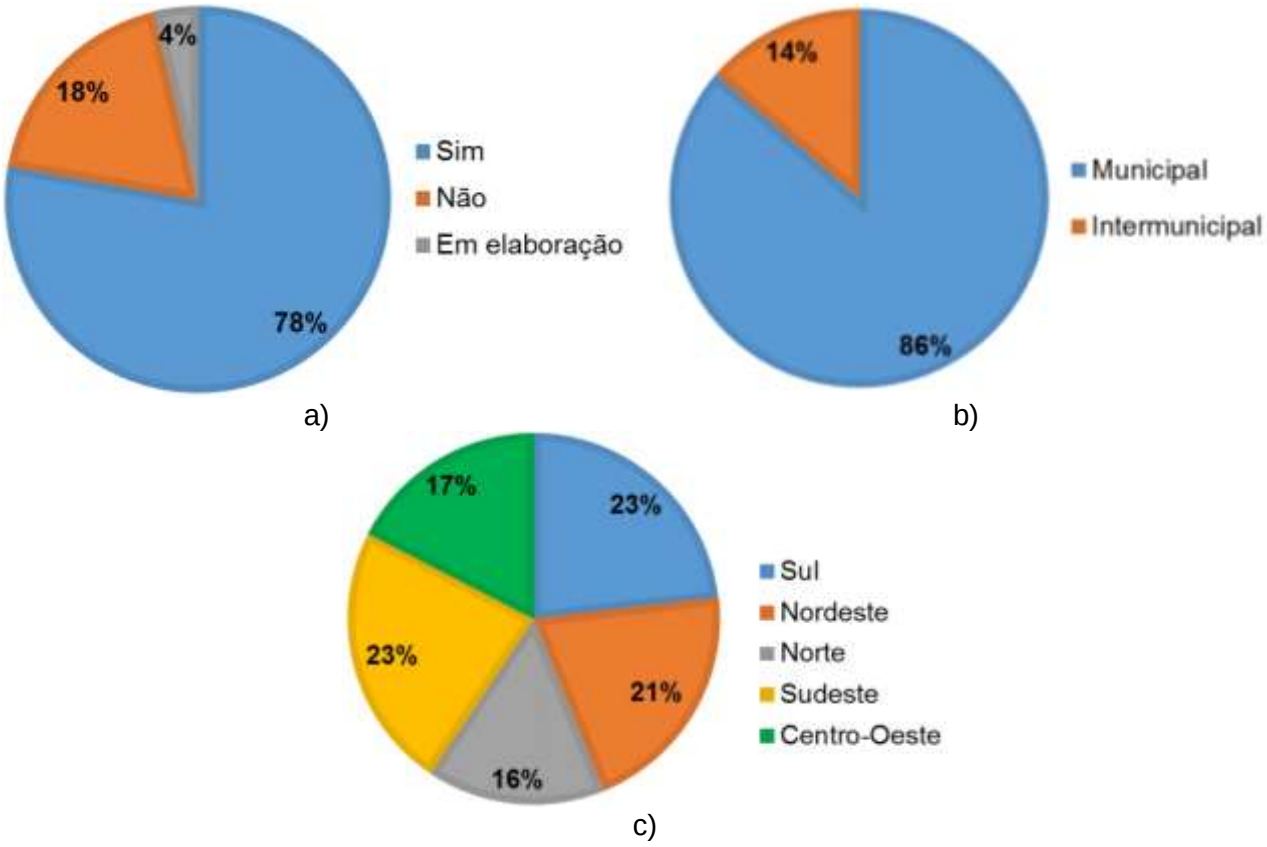


Figura 23 – Resultados gerais quanto à: a) existência, b) abrangência e c) distribuição por região, dos PMGIRS elaborados pelas capitais brasileiras
Fonte: O autor, 2020

Os resultados encontrados demonstram que 78% das capitais brasileiras efetivamente possuem PMGIRS disponíveis para consulta pública, 18% não possuem e 4% encontram-se em fase de elaboração destes. A respeito da abrangência dos PMGIRS elaborados pelas capitais brasileiras foi possível constatar que a grande maioria (86%) é de caráter municipal e a minoria (14%), de caráter intermunicipal. Quanto às regiões, verifica-se que as capitais brasileiras das regiões Sudeste (Belo Horizonte/MG, Rio de Janeiro/RJ, São Paulo/SP e Vitória/ES) e Sul (Curitiba/PR, Florianópolis/SC e Porto Alegre/RS) representam 23% cada dos PMGIRS elaborados, da região Nordeste (Aracaju/SE, Fortaleza/CE, João Pessoa/PB, Maceió/AL, Natal/RN e Recife/PE) 21%, da região Centro-Oeste (Goiânia/GO, Cuiabá/MT e Campo Grande/MS) 17% e da região Norte (Belém/PR, Boa Vista/RR, Manaus/AM, Palmas/TO e Rio Branco/AC) 16%, considerando o total de capitais brasileiras de cada região.

Na Tabela 18 é apresentado um resumo referente aos planos de resíduos sólidos (estadual e intermunicipal ou municipal) e estudo de regionalização por capital brasileira. Nota-se uma maior ausência por parte dos planos estaduais, seguida dos estudos de regionalização, elaborados pelos Estados, e por último dos planos intermunicipais ou municipais elaborados pelas capitais brasileiras.

Tabela 18 – Resumo dos planos de resíduos sólidos (estadual e intermunicipal ou municipal) elaborados nos termos previstos na Lei nº 12.305/2010 e estudo de regionalização por capital brasileira

Capital/UF	Plano estadual de resíduos sólidos		Estudo de regionalização		Plano intermunicipal ou municipal de resíduos sólidos		
	Possui?	Ano de publicação/ revisão	Possui?	Ano de publicação/ revisão	Possui?	Abrangência	Ano de publicação/ revisão
Aracaju/SE	S	2014	S	2011	S	INT	2016
Belém/PA	S	2014	S	2013	S	MUN	2011
Belo Horizonte/MG	N	-	S	2010	S	MUN	2017
Boa Vista/RR	N	-	N	-	S	MUN	2017
Brasília/DF	S	2018	S	2018	N	-	-
Campo Grande/MS	EE	2017	EE	2017	S	MUN	2012
Cuiabá/MT	N	-	N	-	S	MUN	2013
Curitiba/PR	S	2018	S	2013	S	MUN	2017
Florianópolis/SC	S	2018	S	2012	S	MUN	2017
Fortaleza/CE	S	SD	S	2012	S	MUN	2012
Goiânia/GO	S	2017	N	-	S	MUN	2016
João Pessoa/PB	EE	2014	S	2013	S	MUN	2014
Macapá/AP	N	-	N	-	N	-	-
Maceió/AL	S	2016	S	2010	S	MUN	2016
Manaus/AM	S	2017	S	2017	S	MUN	2015
Natal/RN	S	2015	S	2012	S	MUN	2015
Palmas/TO	S	2017	S	2016	S	MUN	2014
Porto Alegre/RS	S	2014	S	2014	S	MUN	2013
Porto Velho/RO	EE	SD	EE	SD	N	-	-
Recife/PE	S	2012	S	2013	S	INT	2018
Rio Branco/AC	S	2012	S	2012	S	MUN	2015
Rio de Janeiro/RJ	S	2013	S	2013	S	MUN	2016
Salvador/BA	N	-	S	2014	N	-	-
São Luís/MA	S	2012	N	-	EE	INT	SD
São Paulo/SP	S	2014	S	2014	S	MUN	2014
Teresina/PI	N	-	S	2011	N	-	-
Vitória/ES	EE	2019	S	SD	S	MUN	2015

Notas: *S – Sim. INT – Intermunicipal. MUN – Municipal. N – Não. EE – Em Elaboração. SD – Sem Dados.*

Fonte: O autor, 2020

Na Tabela 19 é mostrado um resumo referente aos planos de resíduos sólidos (estadual e intermunicipal ou municipal) e estudo de regionalização por região.

Tabela 19 – Resumo dos planos de resíduos sólidos (estadual e intermunicipal ou municipal) elaborados nos termos previstos na Lei nº 12.305/2010 e estudo de regionalização por região

Tipo de documento	Região	Sim	Não	Em elaboração
Plano estadual de resíduos sólidos	Centro-Oeste	50%	25%	25%
	Nordeste	67%	22%	11%
	Norte	57%	29%	14%
	Sudeste	50%	25%	25%
	Sul	100%	-	-
Estudo de regionalização	Centro-Oeste	25%	50%	25%
	Nordeste	89%	11%	-
	Norte	57%	29%	14%
	Sudeste	100%	-	-
	Sul	100%	-	-
PMGIRS	Centro-Oeste	75%	25%	-
	Nordeste	67%	22%	11%
	Norte	71%	29%	-
	Sudeste	100%	-	-
	Sul	100%	-	-

Nota: *PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.*

Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, somente a região Sul possui 100% dos planos de resíduos sólidos (estadual e intermunicipal ou municipal) e estudo de regionalização elaborados. Em segundo lugar, destaca-se a região Sudeste com 50% do plano estadual de resíduos sólidos, e 100% do estudo de regionalização e plano intermunicipal ou municipal de resíduos sólidos elaborados. Em terceiro lugar, a região Nordeste com 67% do plano estadual de resíduos sólidos, 89% do estudo de regionalização e 67% do plano intermunicipal ou municipal de resíduos sólidos elaborados. Em penúltimo lugar, a região Norte com 57% do plano estadual de resíduos sólidos e estudo de regionalização, e 71% do plano intermunicipal ou municipal de resíduos sólidos elaborados. Em último lugar, a região Centro-Oeste com 50% do plano estadual de resíduos sólidos, 25% do estudo de regionalização e 75% do plano intermunicipal ou municipal de resíduos sólidos elaborados.

4.3.2 Status Geral da Gestão Integrada dos RCD

Dentre as fichas questionário (ver Apêndice D) encaminhadas para as capitais brasileiras, obteve-se um retorno considerado satisfatório, ou seja, com a maioria das questões respondidas, de 24 capitais e um retorno parcial de duas capitais, representando um índice de retorno total obtido de 96,3%. Apenas uma capital não retornou à pesquisa de levantamento, conforme indicado na Tabela 20.

Tabela 20 – Capitais brasileiras que responderam ao questionário/entrevista

Capital/UF	Região	Respondeu o questionário/entrevista?
Aracaju/SE	Nordeste	Sim
Belém/PA	Norte	Sim
Belo Horizonte/MG	Sudeste	Sim
Boa Vista/RR	Norte	Sim
Brasília/DF	Centro-Oeste	Sim
Campo Grande/MS	Centro-Oeste	Sim
Cuiabá/MT	Centro-Oeste	Sim
Curitiba/PR	Sul	Sim
Florianópolis/SC	Sul	Sim
Fortaleza/CE	Nordeste	Sim
Goiânia/GO	Centro-Oeste	Sim
João Pessoa/PB	Nordeste	Sim
Macapá/AP	Norte	Sim
Maceió/AL	Nordeste	Sim
Manaus/AM	Norte	Parcialmente
Natal/RN	Nordeste	Sim
Palmas/TO	Norte	Parcialmente
Porto Alegre/RS	Sul	Sim
Porto Velho/RO	Norte	Sim
Recife/PE	Nordeste	Sim
Rio Branco/AC	Norte	Sim
Rio de Janeiro/RJ	Sudeste	Sim
Salvador/BA	Nordeste	Sim
São Luís/MA	Nordeste	Não
São Paulo/SP	Sudeste	Sim
Teresina/PI	Nordeste	Sim
Vitória/ES	Sudeste	Sim

Fonte: O autor, 2020

Em relação à questão 1, quando questionados sobre a existência de uma política pública de gestão e/ou gerenciamento dos RCD conforme disposto na Lei nº 12.305/2010, Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, 66,7% das capitais brasileiras informaram que possuem, 18,5% que não possuem, 11,1% que encontram-se em fase de elaboração da mesma e 3,7% não responderam, sendo que:

- Florianópolis/SC citou o encaminhamento do projeto de lei que dispõe sobre a política municipal da construção civil, vegetais e volumosos, elaborado em razão, principalmente, do Despacho nº 29/2017 da Fundação do Meio Ambiente (FATMA), que anulou o auto de infração nº 463-D desde que o município regularizasse as atividades de manejo dos RCD, sancionando os respectivos planos de gerenciamento integrado e o Programa Municipal de Gerenciamento.

Na questão 1a, 74,1% das capitais brasileiras informaram que possuem legislação local voltada à gestão e/ou gerenciamento dos RCD, 14,8% que não possuem e 11,1% não responderam, sendo que:

- Aracaju/SE citou a Lei nº 4.452, de 31 de outubro de 2013, que institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (SGRCC), e dá providências correlatas;
- Belo Horizonte/MG citou a Lei nº 10.522, de 24 de agosto de 2012, que institui o SGRCC e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (PMRCC), e dá outras providências;
- Boa Vista/RR citou a Lei nº 2.004, de 12 de julho de 2019, que trata da implementação do plano municipal de gestão integrada de resíduos por meio de sistema de gestão sustentável de RSU;
- Brasília/DF citou a Lei Distrital nº 4.704, de 20 de dezembro de 2011, que dispõe sobre a gestão integrada de RCD e de resíduos volumosos e dá outras providências;
- Campo Grande/MS citou a Lei nº 4.864, de 07 de julho de 2010, que dispõe sobre a gestão dos RCD e institui o plano integrado de gerenciamento de RCD de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307/2002, e dá outras providências;
- Cuiabá/MT citou a Lei nº 4.949, de 05 de janeiro de 2007, que institui o sistema de gestão sustentável de RCD e resíduos volumosos e o plano integrado de gerenciamento de RCD, nos termos da Resolução CONAMA nº 307/2002, e dá outras providências;
- Curitiba/PR citou o Decreto nº 1.068, de 18 de novembro de 2004, que institui o regulamento do plano integrado de gerenciamento de RCD e altera disposições do Decreto nº 1.120/1997;
- Fortaleza/CE citou as Leis nº 8.408, de 24 de dezembro de 1999, que

estabelece normas de responsabilidade sobre a manipulação de resíduos produzidos em grande quantidade, ou de naturezas específicas, e dá outras providências, e 10.340, de 28 de abril de 2015, que altera os arts. 1º ao 33 da Lei nº 8.408/1999, e dá outras providências;

- Goiânia/GO citou a Instrução Normativa nº 009, de 26 de dezembro de 2005, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais e institui as diretrizes básicas para o licenciamento ambiental dos transportadores de resíduos sólidos oriundos da construção civil, para locais de transbordo e de destinação final destes resíduos;
- João Pessoa/PB citou a Lei nº 11.176, de 10 de outubro de 2007, que institui o sistema de gestão sustentável de RCD e o plano integrado de gerenciamento de RCD de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307/2002, e dá outras providências;
- Maceió/AL citou a Lei nº 6.933, de 04 de setembro de 2019, que institui o código municipal de limpeza urbana, revoga as Leis nº 4.301/1994, 6.365/2015 e 6.382/2015, e dá outras providências;
- Manaus/AM citou o Decreto nº 1.349, de 09 de novembro de 2011, que aprova o plano diretor municipal de resíduos sólidos, na forma do anexo único deste Decreto;
- Palmas/TO citou o Decreto nº 700, de 15 de janeiro de 2014, que institui o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e adota outras providências;
- Porto Alegre/RS citou a Lei nº 10.847, de 09 de março de 2010, que institui o plano integrado de gerenciamento de RCD, estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD e dá outras providências;
- Porto Velho/RO citou a Portaria Conjunta SEMUSB nº 30, de 17 de maio de 2016, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD e disciplinando as ações mínimas necessárias de forma a controlar e minimizar os impactos ambientais gerados ao município;
- Recife/PE citou a Lei nº 17.072, de 03 de janeiro de 2005, que estabelece as diretrizes e critérios para o Programa de Gerenciamento de RCD;
- Rio de Janeiro/RJ citou o Decreto nº 27.078, de 27 de setembro de 2006, que institui o plano integrado de gerenciamento de RCD e dá outras providências;
- São Paulo/SP citou a Lei nº 14.803, de 26 de junho de 2008, que dispõe sobre o plano integrado de gerenciamento dos RCD e resíduos volumosos e seus componentes, o Programa Municipal de Gerenciamento e projetos de gerenciamento de RCD conforme previstos na Resolução CONAMA nº 307/2002, disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos

no âmbito do sistema de limpeza urbana e dá outras providências;

- Teresina/PI citou a Lei nº 3.610, de 11 de janeiro de 2007, que dá nova redação ao código municipal de posturas e dá outras providências;
- Vitória/ES citou a Lei nº 5.086, de 01 de março de 2000, que institui o código de limpeza pública.

Na questão 1b, 44,4% das capitais brasileiras informaram que possuem Programa Municipal de Gerenciamento de RCD (exigido e revogado pelas Resoluções CONAMA nº 307/2002 e 448/2012, respectivamente), 40,7% que não possuem e 14,8% não responderam, sendo que:

- Aracaju/SE citou as ações de fiscalização, com início de vigência em 2014;
- Belo Horizonte/MG citou a reciclagem de entulho, com início de vigência em 1995;
- Boa Vista/RR apesar de declarar que possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD, informou que encontra-se trabalhando na implantação de ecopontos[21];
- Brasília/DF apesar de declarar que não possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD, citou o Decreto nº 38.953, de 26 março de 2018, que regulamenta o funcionamento de pontos de entrega para pequenos volumes[22] e informou que encontra-se em fase de elaboração do Programa Distrital de Gerenciamento de RCD e resíduos volumosos;
- Campo Grande/MS citou a Lei nº 4.864/2010, com início de vigência em 07/2010;
- Cuiabá/MT apesar de declarar que não possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD, informou que existe uma empresa privada (Eco Ambiental) que recebe RCD das empresas e geradores, e dá a destinação final aos mesmos;
- Curitiba/PR citou o Decreto nº 1.068/2004, com início de vigência em 11/2004;
- Goiânia/GO citou o PMGIRS, o qual prevê ações visando a destinação final ambientalmente adequada e o reaproveitamento dos RCD gerados, publicado em 07/2015, porém o qual ainda não foi implementado;
- João Pessoa/PB apesar de declarar que possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD, não especificou qual;
- Palmas/TO citou o Decreto nº 700/2014, com início de vigência em 01/2014;
- Porto Alegre/RS citou a Lei nº 10.847/2010, com início de vigência em 03/2010;
- Recife/PE apesar de declarar que possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD, não especificou qual;
- Rio de Janeiro/RJ citou o Decreto nº 27.078/2006, com início de vigência em 09/2006;

[21] Ecopontos: equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD e resíduos volumosos limitados a 1 m³ e resíduos sólidos domiciliares recicláveis; gerados e entregues pelos munícipes, podendo ainda ser coletados e entregues por pequenos coletores diretamente contratados pelos geradores, equipamentos esses que, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, que deverão ser usados para a coleta diferenciada e remoção para adequada disposição (BOA VISTA, 2019, art. 2º, inciso XXVII).

[22] Ponto de entrega para pequenos volumes: equipamento público destinado ao recebimento de pequenos volumes de RCD (até 1 m³) e resíduos volumosos (DISTRITO FEDERAL, 2011, art. 3º, incisos XIII e XIV).

- São Paulo/SP citou que realiza a coleta, transporte, tratamento e destino final de vários resíduos por meio das empresas contratadas e no que tange aos RCD, informou que a coleta é realizada obedecendo a um plano de trabalho bem como por demanda da população, sendo que este serviço público é realizado no regime privado, conforme estabelecido na Lei nº 13.478/2002. Também declarou que os serviços de remoção de grandes geradores de resíduos são realizados por empresas privadas.

Na questão 1c, 74,1% das capitais brasileiras informaram que possuem ação voltada ao RCD, 11,1% que não possuem, 11,1% não responderam e 3,7% que encontram-se em fase de elaboração da mesma, sendo que:

- Aracaju/SE citou o planejamento da execução de fiscalizações;
- Belém/PA citou a elaboração do Decreto nº 38.323, de 09 de abril de 2001, que regulamenta a Lei nº 8.014, de 28 de junho de 2000, que dispõe sobre a coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos industriais e entulhos em aterros sanitários ou em incineradores municipais não abrangidos pela coleta regular;
- Belo Horizonte/MG citou a divulgação, fiscalização e disponibilização de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV)[23];
- Boa Vista/RR citou a educação ambiental;
- Brasília/DF citou a disponibilização de pontos de entrega para pequenos volumes[24], produção de agregados reciclados de RCD, implantação de sistema de controle de transporte de resíduos e previsão de licitação de áreas privadas para transbordo e triagem de RCD;
- Campo Grande/MS citou a disponibilização de pontos de entrega para pequenos volumes[25];
- Cuiabá/MT citou a disponibilização de ponto de entrega de pequenos volumes[26];
- Curitiba/PR citou a fiscalização dos descartes irregulares e oferta à população

[23] Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV): equipamento público destinado ao recebimento e triagem de pequenos volumes de RCD (até 1 m³) e resíduos volumosos, gerados e entregues pelos munícipes ou por pequenos transportadores, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, observadas as especificações da NBR 15.112/2004 da ABNT (BELO HORIZONTE, 2012).

[24] Ponto de entrega para pequenos volumes: equipamento público destinado ao recebimento de pequenos volumes de RCD (até 1 m³) e resíduos volumosos (DISTRITO FEDERAL, 2011, art. 3º, incisos XIII e XIV).

[25] Pontos de entrega para pequenos volumes: equipamento público destinado ao recebimento de pequenos volumes de RCD e resíduos volumosos, limitados a 1 m³, gerados e entregues pelos munícipes, podendo ainda ser coletados e entregues por pequenos coletores diretamente contratados pelos geradores, equipamentos esses que, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, devem ser usados para a triagem de resíduos recebidos, posterior coleta diferenciada e remoção para adequada disposição, devendo atender às especificações da NBR 15.112/2004 da ABNT (CAMPO GRANDE, 2010, art. 3º, inciso XII).

[26] Ponto de entrega de pequenos volumes: equipamento público destinado ao recebimento de pequenos volumes de RCD e resíduos volumosos (até 1 m³), gerados e entregues pelos munícipes, podendo ainda ser coletados e entregues por pequenos transportadores diretamente contratados pelos geradores, equipamentos esses que, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, devem ser usados para a triagem de resíduos recebidos, posterior coleta diferenciada e remoção adequada disposição, que deverão obedecer às especificações da NBR 15.112/2004 da ABNT (CUIABÁ, 2007, art. 3º, inciso XI).

de locais que recebem RCD e de coleta de resíduos dessa natureza mediante agendamento via fone 156 no volume máximo de 0,5 m³ a cada dois meses;

- Fortaleza/CE citou a implantação de um sistema de monitoramento e credenciamento dos veículos utilizados para o transporte de RCD;
- Goiânia/GO citou a disponibilização de ecopontos para entrega voluntária de RCD, resíduos recicláveis, volumosos, óleo de cozinha usado e resíduos de poda e galhada. Também declarou que encontra-se tanto em fase de elaboração de projetos quanto de aprovação de outras 11 áreas consideradas aptas para receber a instalação de tais estruturas;
- João Pessoa/PB apesar de declarar que possui ação voltada ao RCD, não especificou qual;
- Maceió/AL apesar de declarar que possui ação voltada ao RCD, não especificou qual;
- Manaus/AM citou a oferta de coleta para o pequeno gerador de resíduos sólidos (até 50 kg/dia) e a exigência de Plano de Gerenciamento de RCD para o grande gerador;
- Palmas/TO citou que estuda a implantação de ação voltada ao RCD através da disponibilização de ecopontos;
- Porto Alegre/RS citou a disponibilização de Unidades de Destino Certo (UDC) para o recebimento de até 1 m³/dia, sendo que na Lei nº 10.847/2010 consta 0,5 m³/dia;
- Recife/PE citou a exigência de Plano de Gerenciamento de RCD e Relatório Final da Obra (RFO) na emissão do alvará de construção, demolição ou reforma e do habite-se, respectivamente;
- Rio de Janeiro/RJ citou a remoção gratuita de pequenas quantidades pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) via fone 1746, divulgação de lista com as empresas credenciadas para a destinação final dos grandes geradores de RCD pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) e orientação para o consumo de agregados reciclados em obras públicas;
- Salvador/BA citou a implantação de ecopontos e/ou pontos limpos para o correto descarte dos RCD;
- São Paulo/SP citou a disponibilização de pontos de entrega para pequenos volumes[27], sendo que no entorno desses equipamentos é realizado um trabalho de conscientização ambiental pelas empresas contratadas. Também declarou

[27] Pontos de Entrega para pequenos volumes: equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD e resíduos volumosos limitados a 1 m³ por descarga, gerados e entregues pelos munícipes, podendo ainda ser coletados e entregues por pequenos transportadores diretamente contratados pelos geradores, equipamentos esses que, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, deverão ser usados para a triagem de resíduos recebidos, posterior coleta diferenciada e remoção para adequada disposição, devendo atender às especificações da NBR 15.112/2004 da ABNT (SÃO PAULO (SP), 2008, art. 1º, inciso VIII).

que há implantação do E-CTR, mencionado na Resolução AMLURB nº 58/2015, com o objetivo de gerenciar, monitorar e rastrear os RCD;

- Teresina/PI citou a regulamentação do sistema de transporte, destinação final e licenciamento de áreas voltadas para RCD, implantação de cadastramento eletrônico das empresas transportadoras de RCD e demais resíduos, e das áreas licenciadas para sua destinação final, fiscalização dos veículos utilizados para o transporte de RCD e do CTR;
- Vitória/ES citou a educação ambiental e fiscalização dos pontos irregulares de descarte de resíduos.

Na questão 1d, 51,9% das capitais brasileiras informaram que exigem apresentação do Plano de Gerenciamento de RCD na emissão da Licença para construção e/ou Alvará, 29,6% que não exigem/desconhecem e 18,5% não responderam, sendo que:

- Aracaju/SE declarou que exige dos grandes geradores de RCD (superiores a 1 m³);
- Boa Vista/RR declarou que exige nas obras acima de 500 m²;
- Campo Grande/MS declarou que exige dos grandes geradores de RCD (superiores a 1 m³);
- Cuiabá/MT declarou que exige nas obras acima de 125 m²;
- Curitiba/PR declarou que exige nas obras de construção acima de 600 m² e demolição acima de 100 m²;
- Fortaleza/CE declarou que exige nas obras acima de 40 m²;
- Goiânia/GO declarou que exige em todas as obras sujeitas ao licenciamento ambiental, dependendo da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do empreendimento;
- Maceió/AL apesar de declarar que exige, não especificou a metragem das obras ou condição de geração;
- Porto Alegre/RS declarou que exige nas obras de construção acima de 5.000 m² e em todas as obras de demolição;
- Porto Velho/RO apesar de declarar que exige, não especificou a metragem das obras ou condição de geração;
- Recife/PE declarou que exige dos grandes geradores de RCD (superiores a 1 m³);
- Rio de Janeiro/RJ declarou que exige nas obras sujeitas ao licenciamento ambiental (edificações com área total construída igual ou maior que 10.000 m², empreendimentos ou obras que requeiram movimento de terra com volume superior a 5.000 m³, demolição de edificações com área total construída igual ou maior que 10.000 m² ou volume superior a 5.000 m³);
- São Paulo/SP declarou que não exige, apesar do sistema estar preparado para a inserção do mesmo, ainda não está regulamentado em sua totalidade;

- Vitória/ES declarou que exige em todas as obras.

Na questão 1e, 40,7% das capitais brasileiras informaram que exigem apresentação de algum documento comprobatório da destinação final de RCD para obtenção do Certificado de Conclusão de Obras (CCO) e/ou Habite-se, 33,3% que não exigem/desconhecem e 25,9% não responderam, sendo que:

- Aracaju/SE declarou que a exigência é regulamentada pela Lei nº 4.452/2013;
- Boa Vista/RR declarou que a exigência é regulamentada pela Lei nº 2.004/2019;
- Cuiabá/MT apesar de declarar que exige, não especificou a legislação que regulamenta tal exigência;
- Curitiba/PR declarou que a exigência é regulamentada pela Portaria nº 07/2008 que institui o relatório de gerenciamento da construção civil e dá outras providências;
- Fortaleza/CE declarou que a exigência é regulamentada pelo Decreto nº 10.340/2015;
- Maceió/AL apesar de declarar que exige, não especificou a legislação que regulamenta tal exigência;
- Porto Alegre/RS declarou que a exigência ainda não é regulamentada por legislação;
- Porto Velho/RO declarou que a exigência é regulamentada pela Resolução CONDEMA nº 7, de 12 de novembro de 2018, que dispõe sobre os documentos e projetos mínimos a serem apresentados para obtenção das licenças ambientais municipais no âmbito da Subsecretaria Municipal de Meio Ambiente de Desenvolvimento Sustentável (SEMA) e dá outras providências;
- Recife/PE declarou que a exigência é regulamentada pela Lei nº 17.072/2005;
- Vitória/ES declarou que a exigência ainda não é regulamentada por legislação.

Na Tabela 21 apresenta-se um resumo referente às questões 1, 1a, 1b, 1c, 1d e 1e.

Tabela 21 – Resumo das questões de políticas públicas que tratam dos RCD

Capital/UF	Possui política pública de gestão e/ou gerenciamento dos RCD?	Possui legislação local voltada à gestão e/ou gerenciamento dos RCD?	Possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD?	Possui ação voltada ao RCD?	É obrigatório apresentar o Plano de Gerenciamento de RCD na emissão da Licença para construção e/ou Alvará?	É obrigatório apresentar algum tipo de documento comprobatório da destinação final de RCD na emissão do Certificado de Conclusão de Obra (CCO) e/ou Habite-se?
Aracaju/SE	S	S	S	S	S	S
Belém/PA	N	N	N	S	ND	ND
Belo Horizonte/MG	S	S	S	S	ND	ND
Boa Vista/RR	S	S	S	S	S	S
Brasília/DF	S	S	N	S	-	-
Campo Grande/MS	S	S	S	S	S	-
Cuiabá/MT	S	S	N	S	S	S
Curitiba/PR	S	S	S	S	S	S
Florianópolis/SC	EE	-	-	-	-	-
Fortaleza/CE	S	S	-	S	S	S
Goiânia/GO	S	S	S	S	S	-
João Pessoa/PB	S	S	S	S	ND	ND

Tabela 21 – Resumo das questões de políticas públicas que tratam dos RCD (continuação)

Capital/UF	Possui política pública de gestão e/ou gerenciamento dos RCD?	Possui legislação local voltada à gestão e/ou gerenciamento dos RCD?	Possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD?	Possui ação voltada ao RCD?	É obrigatório apresentar o Plano de Gerenciamento de RCD na emissão da Licença para construção e/ou Alvará?	É obrigatório apresentar algum tipo de documento comprobatório da destinação final de RCD na emissão do Certificado de Conclusão de Obra (CCO) e/ou Habite-se?
Macapá/AP	N	N	N	N	ND	ND
Maceió/AL	N	S	N	S	S	S
Manaus/AM	S	S	N	S	-	-
Natal/RN	EE	N	N	N	ND	ND
Palmas/TO	S	S	S	EE	ND	ND
Porto Alegre/RS	S	S	S	S	S	S
Porto Velho/RO	N	S	N	N	S	S
Recife/PE	S	S	S	S	S	S
Rio Branco/AC	EE	-	-	-	-	-
Rio de Janeiro/RJ	S	S	S	S	S	ND
Salvador/BA	N	N	N	S	ND	ND
São Luís/MA	-	-	-	-	-	-
São Paulo/SP	S	S	S	S	ND	ND
Teresina/PI	S	S	N	S	S	S
Vitória/ES	S	S	N	S	S	S

Nota: *S – Sim. N – Não. EE – Em Elaboração. ND – Não/Desconheço.*

Fonte: O autor, 2020

Na Figura 24 são mostrados os resultados gerais quanto às questões de políticas públicas que tratam dos RCD.

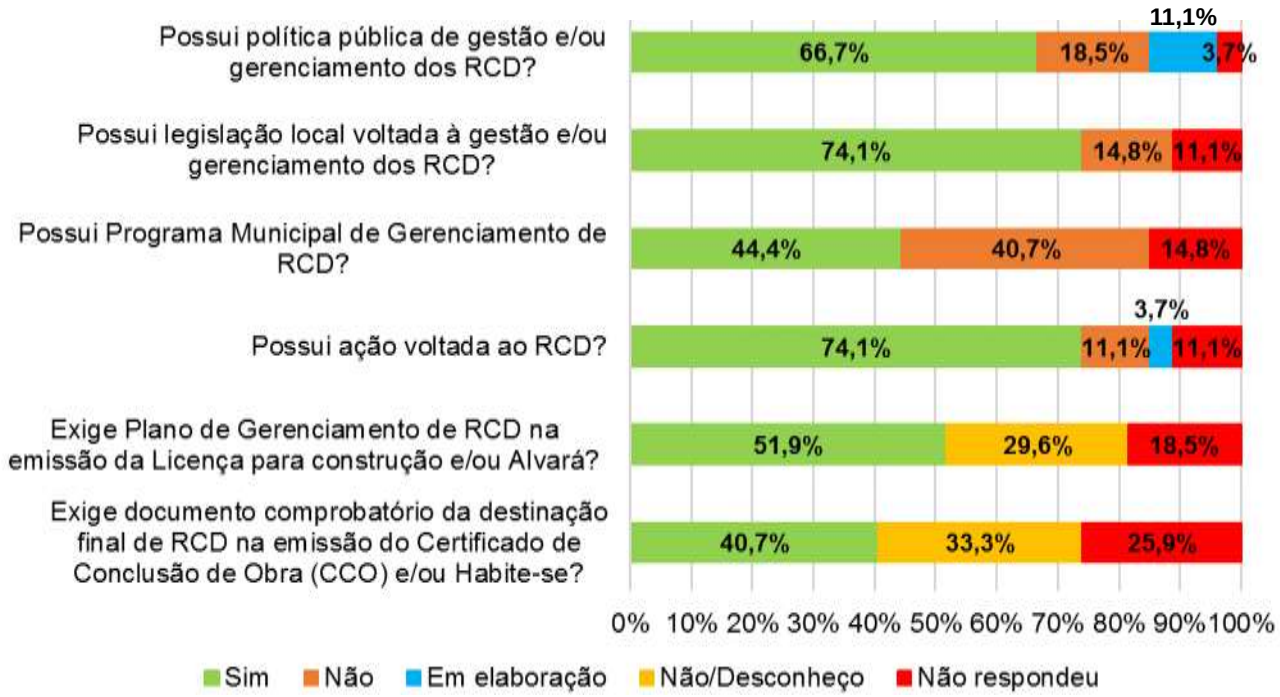


Figura 24 – Resultados gerais quanto às questões de políticas públicas que tratam dos RCD nas capitais brasileiras

Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, boa parte das capitais brasileiras declararam que possuem política de gestão e/ou gerenciamento de RCD (questão 1), bem como legislação voltada

à gestão e/ou gerenciamento de RCD (questão 1a), Programa Municipal de Gerenciamento de RCD (questão 1b) e ação voltada ao RCD (questão 1c). A maioria das capitais também declarou que é obrigatório apresentar o Plano de Gerenciamento de RCD na emissão da Licença para construção e/ou Alvará, além de algum documento comprobatório da destinação final de RCD para obtenção do Certificado de Conclusão de Obras (CCO) e/ou Habite-se.

Cabe ressaltar que das legislações citadas, 65,0% são específicas para os RCD, e com base nos dados coletados e verificações feitas com o buscador Google foi possível constatar que 74,1% das capitais brasileiras possuem equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD dos pequenos geradores. De modo geral, foi possível concluir que muitas capitais brasileiras desconhecem suas próprias políticas públicas e o fato de que equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD dos pequenos geradores constituem Programas Municipais de Gerenciamento de RCD.

Em relação à questão 2, quando questionados sobre a “responsabilidade pela destinação final dos RCD”, os resultados gerais estão representados na Figura 25.

Figura 25 – Resultados gerais quanto à questão da responsabilidade pela destinação final dos RCD nas capitais brasileiras
Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, 48,1% das capitais brasileiras informaram que a responsabilidade pela destinação final dos RCD é do gerador, faz o próprio transporte e/ou contrata caçamba (Belém/PA, Boa Vista/RR, Cuiabá/MT, Goiânia/GO, João Pessoa/PB, Macapá/AP, Natal/RN, Palmas/TO, Porto Velho/RO, Recife/PE, São Paulo/SP, Teresina/PI e Vitória/ES), 22,2% que é da prefeitura (Aracaju/SE, Campo Grande/MS, Florianópolis/SC, Porto Alegre/RS, Rio Branco/AC e Rio de Janeiro/RJ), 11,1% que é da prefeitura, por meio de empresa terceirizada (Brasília/DF, Fortaleza/CE e Salvador/BA), 11,1% que é do gerador e prefeitura, por meio de empresa terceirizada (Belo Horizonte/MG, Curitiba/PR e Maceió/AL), e 7,4% não responderam (Manaus/AM e São Luís/MA).

Com base nos dados coletados e verificações feitas com o buscador Google foi possível constatar que das capitais brasileiras que informaram ser do gerador a responsabilidade pela destinação final dos RCD, 53,8% não possuem equipamentos públicos destinados ao recebimento de resíduos dos pequenos geradores, sendo que:

- Boa Vista/RR possui legislação municipal que prevê a instalação de tais áreas e declarou que o proprietário contrata caçamba, a qual é transportada para o aterro de inertes, que por enquanto está sendo custeado pelo poder público municipal devido ao fato dos ecopontos ainda não estarem funcionando, porém não podem haver outros tipos de resíduos na caçamba, caso contrário o custo passará a ser do proprietário;
- João Pessoa/PB possui legislação municipal que prevê a instalação de tais áreas;
- Palmas/TO declarou que estuda a instalação de ecopontos, apesar de não possuir legislação municipal que determine isso.

De modo geral, foi possível concluir que não existem equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD dos pequenos geradores apenas nas capitais respondentes que atribuíram ao gerador, a responsabilidade pela destinação final desses resíduos.

Em relação à questão 3, que trata da existência de Parceria Público-Privada (PPP) para gestão e/ou gerenciamento dos RCD, 66,7% das capitais brasileiras informaram que não possuem esse modelo de parceria, 18,5% que possuem, 7,4% que encontram-se em estudo/ processo de formalização da mesma e 7,4% não responderam, sendo que:

- Campo Grande/MS declarou que possui PPP para gestão e/ou gerenciamento dos RCD, através do sistema de cadastramento de agentes prestadores de serviços e emissão dos E-CTR, sendo estes realizados por um sistema online financiado por empresas particulares;
- São Paulo/SP declarou que algumas subprefeituras utilizam o agregado reciclado de RCD, mas não em sua totalidade e que as empresas privadas por via de regra realizam a gestão e reaproveitamento desses resíduos.

Sobre o “local utilizado para destinação final dos RCD” (questão 4), verificou-se que 40,7% das capitais brasileiras informaram que encaminham para aterro de inertes (Classe IIB), 11,1% para aterro sanitário (Classe IIA), 7,4% para aterro de inertes (Classe IIB), central de reciclagem e outros locais, 7,4% para aterro de inertes (Classe IIB), aterro sanitário (Classe IIA) e central de reciclagem, 7,4% para outros locais, 7,4% não responderam, 3,7% para central de reciclagem, 3,7% para central de tratamento de resíduos, 3,7% para lixão, 3,7% para aterro controlado e aterro sanitário (Classe IIA), e 3,7% para central de reciclagem e central de tratamento de resíduos, sendo que:

- Belo Horizonte/MG declarou que encaminha para central de reciclagem de RCD e central de tratamento de resíduos que possui apenas célula de inertes (Classe IIB);
- Campo Grande/MS declarou que encaminha para aterro de inertes (Classe IIB), central de reciclagem de RCD, Área de Transbordo e Triagem (ATT) e ecopontos;

- Maceió/AL declarou que encaminha para central de tratamento de resíduos, onde há beneficiamento dos RCD e os que não são passíveis de reciclagem são encaminhados à célula de inertes (Classe IIB);
- Palmas/TO declarou que encaminha para empresas particulares de disk entulho;
- Porto Alegre/RS declarou que armazena temporariamente os seus RCD na unidade de triagem e compostagem;
- São Paulo/SP declarou que encaminha para aterro de inertes (Classe IIB), central de reciclagem de RCD e ATT.

Constatou-se ainda na questão 5, que 48,1% das capitais brasileiras informaram que os locais utilizados para destinação final dos RCD ficam nas próprias capitais, 22,2% em outros munícipios, 18,5% tanto nas próprias capitais quanto em outros municípios, e 11,1% não responderam, sendo que as capitais que citaram outros locais foram:

- Aracaju/SE para Rosário do Catete/SE (cerca de 40 km de distância[28]);
- Belém/PA para Ananindeua/PA (18 km);
- Belo Horizonte/MG para Sabará/MG (13 km);
- Curitiba/PR para Fazenda Rio Grande/PR (30 km);
- Fortaleza/CE para Caucaia/CE (19 km), Eusébio/CE (24 km), Itaitinga/CE (30 km), Pacatuba/CE (30 km) e Aquiraz/CE (31 km);
- Natal/RN para Extremoz/RN (20 km);
- Recife/PE para Camaragibe/PE (9 km), Olinda/PE (15 km), Jaboatão dos Guararapes/PE (17 km) e Paulista/PE (21 km);
- Rio de Janeiro/RJ para Seropédica/RJ (73 km);
- Salvador/BA para Simões Filho/BA (28 km);
- São Paulo/SP para Itaquaquecetuba/SP (42 km), Parelheiros/SP (34 km) e Pirituba/SP (19 km);
- Vitória/ES para Cariacica/ES (22 km).

Em relação à “responsabilidade pela administração do local utilizado para destinação final dos RCD” (questão 6), 37,0% das capitais brasileiras informaram ser do poder privado, 25,9% do poder público, 14,8% do poder público-privado, 11,1% não responderam, 7,4% tanto do poder público quanto do poder privado, e 3,7% de outro, sendo que:

- Porto Velho/RO declarou que não há administração nesse local (lixão).

Sobre o “mês/ano de início da operação do local utilizado para destinação final dos RCD” (questão 7), as capitais brasileiras informaram que 55,9% desses locais tiveram as suas operações iniciadas de 09/2010 a 2019, 17,6% até o ano de 2000, 14,7% não responderam e 11,8% de 2001 a 08/2010, sendo que:

- Belo Horizonte/MG declarou que a antiga Estação de Recebimento de Entulhos (ERE) começou a operar em 1995;

[28] Os dados de distância entre os municípios foram obtidos no Google Maps.

- Campo Grande/MS declarou que a Licença Ambiental de Operação (LAO) foi emitida em 05/2016, porém o cadastro eletrônico só foi realizado no ano de 2019, com a vigência do Decreto nº 13.754/2019;
- Cuiabá/MT declarou que o antigo aterro começou a operar em 2009 e o atual aterro em 08/2018;
- Fortaleza/CE declarou que no sistema consta início da operação em 10/2015;
- São Paulo/SP declarou que são aproximadamente 90 áreas entre aterros, centrais de reciclagem, ATT e aterros particulares geridos por eles mesmo.

Na Tabela 22 apresenta-se um resumo referente às questões 3, 4, 5, 6 e 7.

Tabela 22 – Resumo da questão de PPP e das primeiras questões de destinação final dos RCD

Capital/UF	Há PPP para gestão e/ou gerenciamento dos RCD?	Qual o local utilizado para destinação final dos RCD?	Esse local fica no mesmo município?	De quem é a responsabilidade pela administração desse local?	Mês e ano de início da operação desse local?
Aracaju/SE	N	AS	N	PPV	04/2013
Belém/PA	N	AI	N	PPB	2015
Belo Horizonte/MG	S	CR, CTR	S, N	PBV	1995, 2018
Boa Vista/RR	S	AI	S	PPV	03/2019
Brasília/DF	N	AI	S	PPB	01/2018
Campo Grande/MS	S	AI, CR, O	S	PPB, PPV	05/2016
Cuiabá/MT	N	AI	S	PPV	08/2018
Curitiba/PR	N	AI	S, N	PPV	11/2010
Florianópolis/SC	N	AI	S	PPB	2013
Fortaleza/CE	N	AI, AS, CR	S, N	PPV	10/2015
Goiânia/GO	N	AS	S	PPB	1993
João Pessoa/PB	N	CR	S	PPB	2007
Macapá/AP	N	AS	S	PBV	12/2008
Maceió/AL	EP	CTR	S	PBV	04/2010
Manaus/AM	-	-	-	-	-
Natal/RN	EP	AI	N	PPV	01/2019
Palmas/TO	N	O	-	-	-
Porto Alegre/RS	N	O	S	PPB	-
Porto Velho/RO	N	LI	S	O	1989
Recife/PE	S	AI, AS, CR	N	PPV	04/2003, 10/2013, 07/2016, 2x08/2016
Rio Branco/AC	N	AI	S	PPB	Final da década de 80
Rio de Janeiro/RJ	N	AC, AS	S, N	PBV	1987, 2011
Salvador/BA	N	AI	N	PPV	05/2016
São Luís/MA	-	-	-	-	-
São Paulo/SP	S	AI, CR, O	S, N	PPB, PPV	-
Teresina/PI	N	AI	S	PPV	12/2018
Vitória/ES	N	AI	N	PPV	03/1995

Notas: *N – Não. S – Sim. EP – Em estudo/Processo de formalização. AS – Aterro Sanitário (Classe IIA). AI – Aterro de Inertes (Classe IIB). CR – Central de Reciclagem. CTR – Central de Tratamento de Resíduos. O – Outro. LI – Lixão. AC – Aterro Controlado. PPV – Poder Privado. PPB – Poder Público. PBV – Poder Público-Privado.*

Fonte: O autor, 2020

Nas Figuras 26 e 27 são mostrados os resultados gerais quanto à questão de PPP e as primeiras questões de destinação final dos RCD.

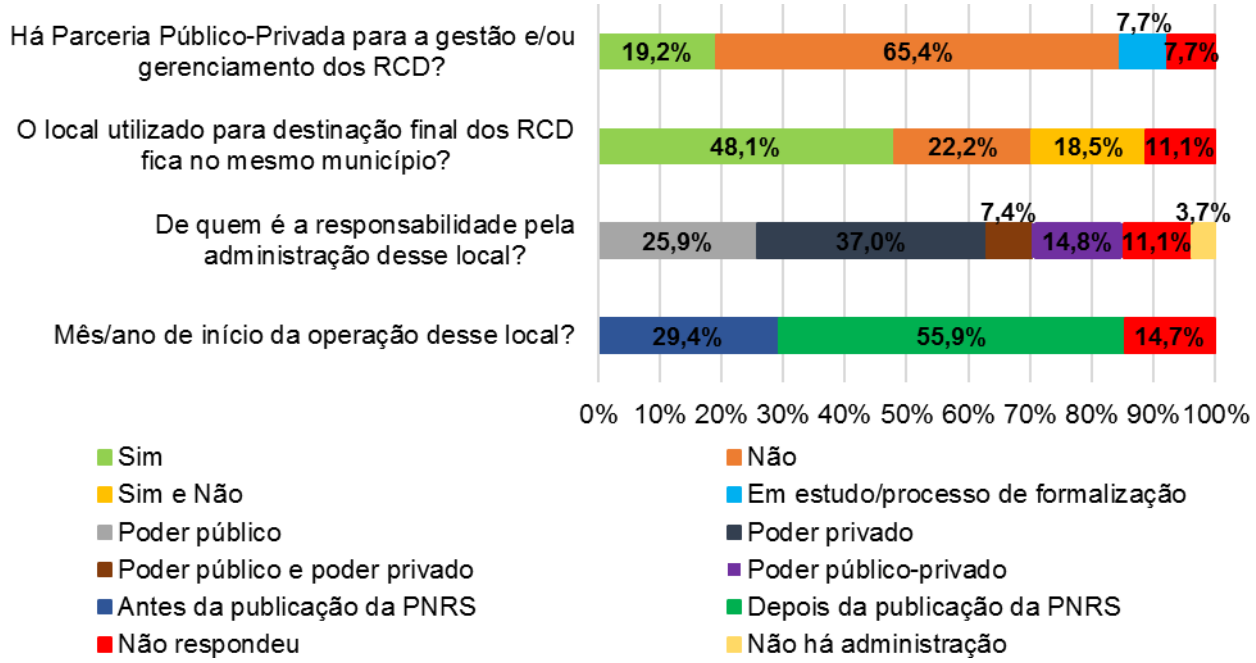


Figura 26 – Resultados gerais quanto à questão de PPP e as primeiras questões de destinação final dos RCD nas capitais brasileiras
Fonte: O autor, 2020

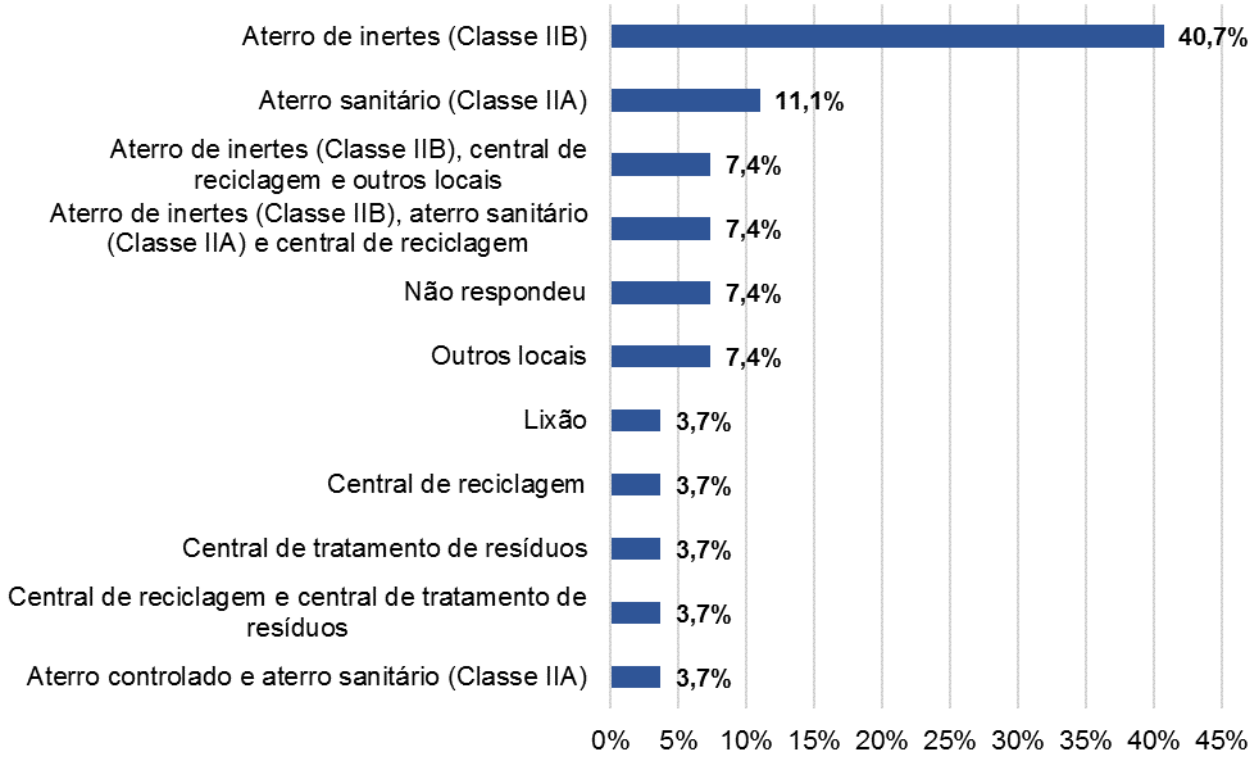


Figura 27 – Resultado geral quanto à questão do local utilizado para destinação final dos RCD nas capitais brasileiras
Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, a maioria das capitais brasileiras não possui PPP para gestão e/ou gerenciamento dos RCD (questão 3). Quanto ao “local utilizado para destinação final dos RCD” (questão 4), percebe-se uma evolução neste aspecto, sendo que boa parte das capitais declararam que encaminham os RCD para instalações ambientalmente adequadas, localizadas

(questão 5), principalmente nas próprias capitais. No tocante à “responsabilidade pela administração do local utilizado para destinação final dos RCD” (questão 6), a maioria das capitais indicou ser do poder privado, com mês/ano de início da operação desse local (questão 7), principalmente depois da publicação da Lei nº 12.305/2010 que instituiu a PNRS.

De modo geral, foi possível concluir que muitas capitais brasileiras desconhecem o fato de que o incentivo ao uso de agregados reciclados de RCD por parte do poder público se configura como um modelo de parceria para gestão e/ou gerenciamento desses resíduos, bem como os equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD dos pequenos geradores não se configuram como locais de destinação final. Também se constatou equívocos com alguns termos, tais como: PPP e terceirização de serviços, aterro de inertes (Classe IIB), usina de beneficiamento/ reaproveitamento, central de reciclagem, aterro sanitário (Classe IIA) e central de tratamento de resíduos, entre outros.

Quando perguntados sobre o “volume/quantia mensal aproximado de RCD gerado” (questão 8) em âmbito municipal, os resultados variaram de acordo com o porte do município e política pública de gestão e/ou gerenciamento dos RCD adotada pelo mesmo, sendo que:

- Boa Vista/RR declarou que a quantidade recebida na ATT foi de 2.901 toneladas no período de 04 a 05/2019;
- Brasília/DF declarou que a geração estimada a partir das previsões contidas no Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos foi de 2.750.000.000 toneladas em 2017;
- Goiânia/GO declarou que a quantidade coletada de resíduos de remoção (RCD juntamente com os resíduos de poda e galhada e resíduos volumosos) foi de 62.036,56 toneladas em 2018;
- Recife/PE declarou que a geração estimada foi de 15.495,5 toneladas em 2018;
- Rio de Janeiro/RJ declarou que a geração estimada está em cerca de 2.000 toneladas/dia;
- São Paulo/SP declarou que a geração estimada foi de 9.511.190 m³ ou 13.315.666 toneladas em 2019;
- Vitória/ES declarou que a quantidade média coletada de resíduos inertes nos pontos irregulares através do contrato de coleta e transporte de RSU nº 487/2014 é de 3.300 toneladas.

Na Tabela 23 são mostrados os resultados sobre a geração estimada de RCD fornecidos pelas capitais brasileiras.

Tabela 23 – Geração estimada de RCD em âmbito municipal

Capital/UF	Total (m³/mês)*	Total (t/mês)*	(kg/dia)	População (hab.)[1]	Per capita (kg/hab./dia)
Aracaju/SE	17.500**	21.000	700.000	648.939	1,08
Belém/PA	250**	300	10.000	1.485.732	0,01
Belo Horizonte/MG	-	-	-	-	-
Boa Vista/RR	2.418**	2.901	96.700	375.374	0,26
Brasília/DF	190.972**	229.167	7.638.889	2.974.703	2,57
Campo Grande/MS	33,33**	40	1.333	885.711	0,00
Cuiabá/MT	14.167**	17.000	566.667	607.153	0,93
Curitiba/PR	-	-	-	-	-
Florianópolis/SC	-	-	-	-	-
Fortaleza/CE	10.000	12.000**	400.000	2.643.247	0,15
Goiânia/GO	4.308**	5.170	172.324	1.495.705	0,12
João Pessoa/PB	3.333**	4.000	133.333	800.323	0,17
Macapá/AP	1,23**	1,48	49	493.634	0,00
Maceió/AL	15.000**	18.000	600.000	1.012.382	0,59
Manaus/AM	-	-	-	-	-
Natal/RN	8.333**	10.000	333.333	877.640	0,38
Palmas/TO	-	-	-	-	-
Porto Alegre/RS	-	-	-	-	-
Porto Velho/RO	2.083**	2.500	83.333	519.531	0,16
Recife/PE	12.913**	15.496	516.517	1.637.834	0,32
Rio Branco/AC	9.750	11.700**	390.000	401.155	0,97
Rio de Janeiro/RJ	50.000**	60.000	2.000.000	6.688.927	0,30
Salvador/BA	51.804**	62.164	2.072.141	2.857.329	0,73
São Luís/MA	-	-	-	-	-
São Paulo/SP	792.599	951.119**	31.703.967	12.176.866	2,60
Teresina/PI	-	-	-	-	-
Vitória/ES	2.750**	3.300	110.000	358.267	0,31

Notas: ** Valor calculado considerando 30 dias/mês. ** Valor calculado considerando massa unitária de 1,20 t/m³. [1] IBGE, 2019 (ano de referência: 2018).*

Fonte: O autor, 2020

Os resultados demonstram que se considerarmos a média e mediana da geração per capita de RCD em alguns municípios brasileiros cujos valores foram 1,29 e 1,22 kg/hab./dia, respectivamente (ver Tabela 7), nenhuma das capitais apresenta geração condizente. Este fato permite concluir que muitas capitais brasileiras informaram os valores de RCD coletados pelo poder público e não os valores gerados em âmbito municipal. Além disso, cogita-se que somente uma parcela dos RCD gerados seja encaminhada para as áreas de destinação final utilizadas pelo poder público, sendo que o restante pode estar sendo lançado em outras áreas não identificadas ou até mesmo em áreas irregulares. Deste modo, tem-se muitas incertezas referente aos volumes reais de RCD gerados no país.

Em relação à questão 9, que trata da existência de ATT no sistema de coleta e/ou destinação final dos RCD, 48,1% das capitais brasileiras informaram que não possuem esse tipo de área, 40,7% que possuem e 11,1% não responderam, sendo que:

- Aracaju/SE apesar de não informar a quantidade de ATT que possui, declarou que a unidade está localizada no município de Nossa Senhora do Socorro/SE;
- Belo Horizonte/MG declarou que possui uma ATT, localizada no município de Sabará/MG;
- Boa Vista/RR declarou que possui uma ATT, localizada na própria capital;

- Campo Grande/MS apesar de declarar que possui ATT, não informou a quantidade e o município em que está localizada a unidade;
- Cuiabá/MT declarou que possui uma ATT, localizada na própria capital;
- Curitiba/PR declarou que não possui ATT e que coleta apenas pequenas quantidades de RCD, os quais são encaminhados diretamente para um dos aterros. Também afirmou que dispõe de três ecopontos que recebem da população até 1 m³/dia de RCD e como esses resíduos são misturados, os mesmos são coletados e destinados para os aterros;
- Florianópolis/SC declarou que possui duas ATT, uma no Centro de Valorização de Resíduos (CVR) do bairro Itacorubi e outra no aterro de inertes do Canto do Lamim, localizadas na própria capital;
- Fortaleza/CE declarou que possui seis ATT, localizadas na própria capital e nos municípios de Itaitinga/CE, Aquiraz/CE, Pacatuba/CE, Eusébio/CE e Caucaia/CE;
- Maceió/AL declarou que possui quatro ecopontos nos bairros de Pajuçara, Dique Estrada, Tabuleiro do Martins e Santa Lúcia, localizados na própria capital;
- Natal/RN declarou que possui três ATT, localizadas na própria capital;
- Porto Alegre/RS declarou que possui uma ATT, localizada na própria capital;
- Rio de Janeiro/RJ declarou que o sistema da prefeitura ainda não possui ATT e no que se refere às unidades privadas deve ser verificado juntamente com as empresas listadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC);
- São Paulo/SP declarou que possui 74 ATT, sendo que as unidades aptas ao recebimento desse material devem estar cadastradas na Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB).

Constatou-se ainda na questão 10, que 63,0% das capitais brasileiras informaram que o local utilizado para destinação final dos RCD possui balança para controle de peso, 22,2% que não possui, 11,1% não responderam e 3,7% que alguns locais possuem e outros não, sendo que:

- Aracaju/SE declarou que a quantidade mensal de RCD recebida nesse local é mais ou menos 700 m³ ou 700.000 kg;
- Belém/PA declarou que a quantidade mensal de RCD recebida nesse local foi de 600 toneladas;
- Belo Horizonte/MG declarou que a quantidade mensal de RCD recebida nesse local foi de 20.500 toneladas;
- Boa Vista/RR declarou que a quantidade mensal de RCD recebida na ATT foi de 2.901 toneladas no período de 04 a 05/2019;
- Brasília/DF declarou que a quantidade mensal de RCD recebida nesse local foi de aproximadamente 126.000 toneladas em 08/2019;
- Campo Grande/MS apesar de declarar que possui balança nesse local, não

informou a quantidade mensal de RCD recebida;

- Curitiba/PR declarou que a quantidade mensal de RCD recolhida pela coleta mecanizada e manual foi de 3.600 kg;
- Fortaleza/CE apesar de declarar que possui balança nesse local, não informou a quantidade mensal de RCD recebida;
- Goiânia/GO declarou que a quantidade coletada de resíduos de remoção (RCD juntamente com os resíduos de poda e galhada e resíduos volumosos) foi de 62.036,56 toneladas no ano de 2018;
- João Pessoa/PB apesar de declarar que não possui nesse local, informou que a quantidade mensal de RCD recebida foi de 1.667 m^3;
- Macapá/AP declarou que a quantidade mensal de RCD recebida nesse local foi de 1.480 kg;
- Maceió/AL apesar de declarar que possui balança nesse local, não informou a quantidade mensal de RCD recebida;
- Natal/RN declarou que os resíduos são pesados pelo poder público;
- Porto Alegre/RS apesar de declarar que possui balança nesse local, não informou a quantidade mensal de RCD recebida;
- Porto Velho/RO apesar de declarar que possui balança nesse local, não informou a quantidade mensal de RCD recebida;
- Recife/PE apesar de declarar que possui balança nesse local, não informou a quantidade mensal de RCD recebida;
- Rio de Janeiro/RJ declarou que as quantidades de RCD recebidas nesses locais foram de 1.333 toneladas (centro de tratamento de resíduos Seropédica) e 62.589 toneladas (centro de tratamento de resíduos Gericinó) no ano de 2018;
- Salvador/BA declarou que a quantidade mensal de RCD recebida nesse local foi de 70.000.000 kg;
- São Paulo/SP declarou que alguns locais possuem balança e outros não, sendo que os quantitativos são estimados por volumetria. Também informou que possui somente os quantitativos totais, informados na questão 8;
- Vitória/ES declarou que a quantidade média coletada de resíduos inertes nos pontos irregulares através do contrato de coleta e transporte de RSU nº 487/2014 é de 3.300 toneladas.

Quanto à triagem/segregação dos RCD no local utilizado para destinação final desses resíduos (questão 11), verificou-se que 55,6% das capitais brasileiras realizam essa operação, 33,3% não realizam e 11,1% não responderam, sendo que:

- Porto Alegre/RS declarou que o RCD já vem segregado das UDC;

- Porto Velho/RO declarou que há apenas a conferência do material, não sendo permitido o descarte de qualquer resíduo além dos resíduos Classe A;
- São Paulo/SP declarou que está é uma regra do negócio privado, mas tem conhecimento que são realizados os processos de reciclagem e segregação dos resíduos, visando minimizar o seu descarte em aterros.

Em relação à Classe de RCD aceito no local utilizado para destinação final desses resíduos (questão 12), 29,6% das capitais brasileiras informaram que recebem apenas resíduos Classe A (RCD reutilizáveis ou recicláveis como agregados), 22,2% todas as Classes, 14,8% resíduos Classes A, B (RCD como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, etc.) e C (RCD sem rotas de reciclagem), 11,1% não responderam, 11,1% resíduos de todas as Classes e resíduos Classe A, 7,4% resíduos Classes A e B, e 3,7% resíduos Classes A e C, sendo que:

- Brasília/DF declarou que a licença de operação desse local permite um limite de até 10% (em massa) de rejeito por veículo transportador;
- Campo Grande/MS declarou que a ATT recebe resíduos de todas as Classes e o aterro de inertes (Classe IIB) recebe apenas resíduos Classe A;
- São Paulo/SP declarou que depende das licenças desses locais, sendo que alguns podem receber resíduos de todas as Classes e outros recebem apenas resíduos de certas Classes.

Quando perguntados “em relação à questão anterior, no caso de algum tipo de RCD não aceito, qual é o destino dado a esse resíduo” (questão 13), 25,9% das capitais brasileiras não responderam, 18,5% informaram que encaminham para aterros industriais Classe I, aterros sanitários Classe IIA e cooperativas/associações de catadores, 14,8% somente para aterros industriais Classe I, 11,1% para aterros sanitários Classe IIA, 7,4% para aterros de inertes Classe IIB, 7,4% para aterros controlados/lixões, juntamente com os RSU, 7,4% para aterros industriais Classe I e cooperativas/associações de catadores, 3,7% para aterros industriais Classe I e aterros sanitários Classe IIA, 3,7% para cooperativas/associações de catadores e outro, sendo que:

- Belo Horizonte declarou que os resíduos Classe B são destinados à cooperativa/ associação de catadores, os rejeitos são dispostos em aterro sanitário, e os resíduos Classe D são encaminhados ao aterro industrial Classe I;
- Campo Grande/MS declarou que os resíduos Classe B são destinados à cooperativa/ associação de catadores, e os resíduos Classe D são encaminhados ao aterro industrial Classe I;
- Cuiabá/MT declarou que os resíduos Classe B são destinados à cooperativa/ associação de catadores, e os resíduos Classes C e D estão sendo estocados até atingir uma quantidade considerável para serem encaminhados aos aterros sanitário e industrial Classe I, respectivamente;
- Curitiba/PR declarou que os resíduos Classe B são destinados à cooperativa/ associação de catadores credenciada para triagem e reciclagem pela Secretaria

Municipal do Meio Ambiente, e os resíduos Classe D vão para a coleta de resíduos tóxico-domiciliares, que posteriormente os encaminha ao aterro industrial Classe I;

- Florianópolis/SC declarou que os resíduos Classe B são destinados à cooperativa/ associação de catadores, e os resíduos Classes C e D estão sendo estocados até atingir uma quantidade considerável para serem encaminhados aos aterros sanitário e industrial Classe I, respectivamente;
- Fortaleza/CE declarou que os resíduos Classe C e os rejeitos são dispostos em aterro sanitário, e os resíduos Classe D são encaminhados ao aterro industrial Classe I, onde são incinerados;
- Goiânia/GO declarou que os resíduos Classe D devem receber tratamento diferenciado específico para destinação final em aterro industrial Classe I;
- Macapá/AP declarou que os rejeitos são dispostos em aterro sanitário;
- Maceió/AL declarou que os resíduos Classe D são encaminhados ao aterro industrial Classe I;
- Porto Alegre/RS declarou que os resíduos Classe B são destinados à cooperativa/ associação de catadores, e para os resíduos Classes C e D é solicitado que o gerador venha buscá-los;
- Salvador/BA declarou que os resíduos Classe B são destinados à cooperativa/ associação de catadores, os resíduos Classe C e os rejeitos são dispostos em aterro sanitário, e os resíduos Classe D são encaminhados ao aterro industrial Classe I;
- São Paulo/SP declarou que os resíduos Classe B são destinados à cooperativa/ associação de catadores, os resíduos Classe C e os rejeitos são dispostos em aterro sanitário, e os resíduos Classe D são encaminhados ao aterro industrial Classe I.

A questão 14 refere-se ao processo utilizado para tratamento dos RCD no local utilizado para destinação final desses resíduos. Das capitais brasileiras, 44,4% informaram que esses locais dispõem os resíduos no solo, 18,5% que empregam somente reciclagem, 11,1% que dispõem os resíduos no solo, empregam reciclagem e outros processos, 11,1% não responderam, 7,4% que empregam outros processos, 3,7% que empregam reciclagem e outro processo, e 3,7% que dispõem os resíduos no solo e empregam reciclagem, sendo que:

- Belo Horizonte/MG declarou que emprega reciclagem e reutilização dos resíduos Classe A no preparo de praças de descarga e manutenção de vias da própria central de tratamento de resíduos, reciclagem dos resíduos Classe B por meio de cooperativa/associação de catadores, disposição no solo dos resíduos Classe C e tratamento externo dos resíduos Classe D;
- Boa Vista/RR declarou que emprega disposição no solo dos resíduos Classe A, mas em breve haverá reciclagem por meio da produção de agregado reciclado,

reciclagem dos resíduos Classe B, e armazenamento dos resíduos Classes C e D, porém está estudando a implantação de um sistema de logística reversa;

- Brasília/DF declarou que emprega reciclagem dos resíduos Classe A por meio da produção de agregado reciclado, e disposição no solo dos rejeitos e parcela excedente que adentra na central de reciclagem;
- Campo Grande/MS declarou que emprega triagem e reciclagem dos resíduos Classe A e volumosos em agregados reciclados;
- Fortaleza/CE declarou que emprega disposição no solo, reciclagem e doação/ venda dos resíduos recicláveis;
- Goiânia/GO declarou que emprega disposição no solo, incluindo posterior cobertura com material terroso;
- João Pessoa/PB declarou que emprega reciclagem e reutilização em melhoramento de ruas não pavimentas pelo poder público através da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA);
- Macapá/AP declarou que não emprega nenhum tratamento;
- Porto Alegre/RS declarou que emprega armazenamento dos resíduos Classe A, mas em breve haverá reciclagem por meio da produção de agregado reciclado;
- Porto Velho/RO declarou que emprega disposição no solo, incluindo posterior cobertura com material terroso;
- Recife/PE declarou que emprega reciclagem e trituração dos RCD.

Na Tabela 24 apresenta-se um resumo referente às questões 9, 10, 11, 12, 13 e 14.

Tabela 24 – Resumo das últimas questões de destinação final dos RCD

Capital/UF	Há ATT no sistema de coleta e/ou destinação final dos RCD?	O local utilizado para destinação final dos RCD possui balança?	Há triagem/ segregação dos RCD nesse local?	Qual Classe de RCD é recebida nesse local?	Qual é o destino dado ao RCD não aceito por esse local?	Esse local emprega qual processo para tratamento dos RCD aceitos?
Aracaju/SE	S	S	S	T	AC/LI	DS
Belém/PA	N	S	N	A, B, C	AI	DS
Belo Horizonte/MG	S	S	S	T, A	AIN, AS, CA	R, DS, O
Boa Vista/RR	S	S	S	T	-	R, DS, O
Brasília/DF	N	S	S	A	AS	R, DS
Campo Grande/MS	S	S	S	T, A	AIN, AS, CA	R
Cuiabá/MT	S	N	S	A	AIN, AS, CA	R
Curitiba/PR	N	S	N	A, C	AIN, CA	DS
Florianópolis/SC	S	N	S	A	AIN, CA	DS
Fortaleza/CE	S	S	S	A, B	AIN, AS	R, DS, O
Goiânia/GO	N	S	N	A, B	AIN	DS
João Pessoa/PB	N	N	S	A	-	R
Macapá/AP	N	S	S	T	AS	O
Maceió/AL	S	S	S	A, B, C	AIN	R
Manaus/AM	-	-	-	-	-	-
Natal/RN	S	N	S	A	AS	DS
Palmas/TO	-	-	-	-	-	-
Porto Alegre/RS	S	S	N	A	CA, O	O
Porto Velho/RO	N	S	N	A	-	DS
Recife/PE	N	S	S	A, B, C	AIN	R, O

Tabela 24 – Resumo das últimas questões de destinação final dos RCD (continuação)

Capital/UF	Há ATT no sistema de coleta e/ou destinação final dos RCD?	O local utilizado para destinação final dos RCD possui balança?	Há triagem/ segregação dos RCD nesse local?	Qual Classe de RCD é recebida nesse local?	Qual é o destino dado ao RCD não aceito por esse local?	Esse local emprega qual processo para tratamento dos RCD aceitos?
Rio Branco/AC	N	N	N	T	AI	DS
Rio de Janeiro/RJ	N	S	N	A, B, C	AIN	DS
Salvador/BA	N	S	N	A	AIN, AS, CA	DS
São Luís/MA	-	-	-	-	-	-
São Paulo/SP	S	S, N	S	T, A	AIN, AS, CA	R
Teresina/PI	N	N	S	T	AC/LI	DS
Vitória/ES	N	S	N	T	-	DS

Notas: *ATT – Áreas de Transbordo e Triagem. S – Sim. N – Não. T – Todas (A, B, C e D). AI – Aterro de Inertes (Classe IIB). AS – Aterro Sanitário (Classe IIA). AC/LI – Aterro Controlado/Lixão. AIN – Aterro Industrial (Classe I). CA – Cooperativa/Associação de catadores. O – Outro. DS – Disposição no Solo. R – Reciclagem.*

Fonte: O autor, 2020

Nas Figuras 28 e 29 são mostrados os resultados gerais quanto às últimas questões de destinação final dos RCD.

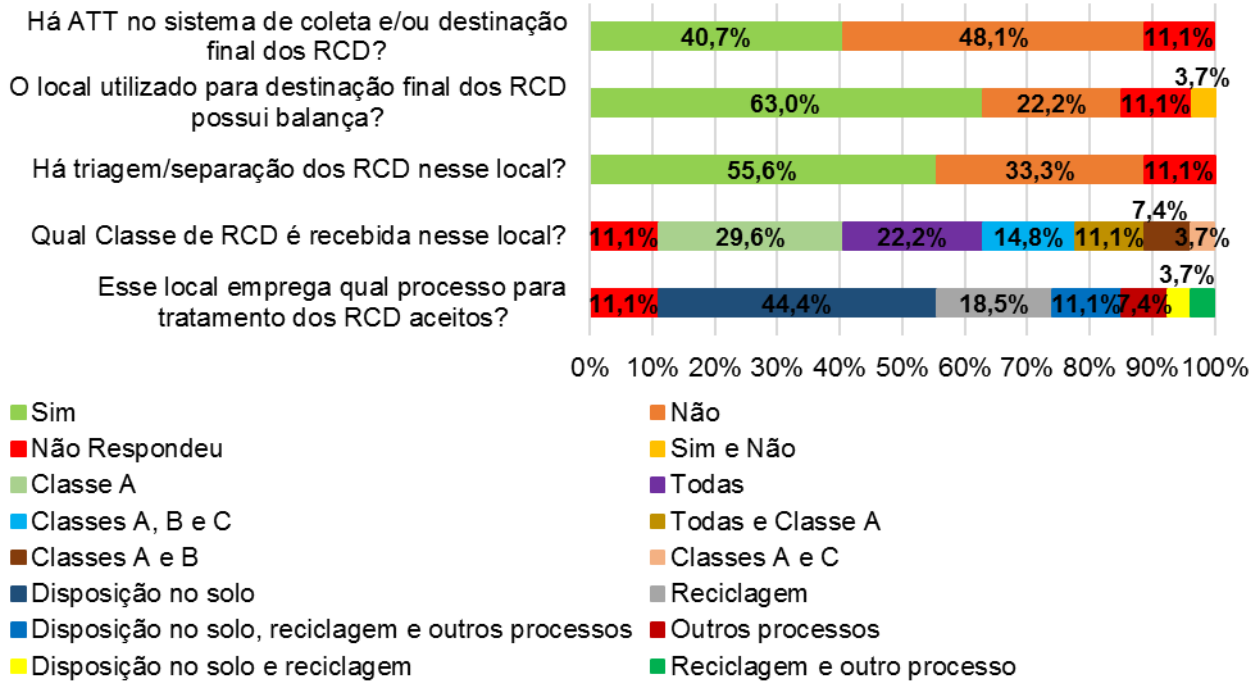


Figura 28 – Resultados gerais quanto às últimas questões de destinação final dos RCD nas capitais brasileiras
Fonte: O autor, 2020

Nota-se que a maioria das capitais brasileiras não possui ATT no sistema de coleta e/ou destinação final dos RCD (questão 9), possui balança no local utilizado para destinação final desses resíduos (questão 10), realiza triagem/segregação (questão 11) e recebe, principalmente resíduos de todas as Classes e resíduos Classe A (questão 12). Contudo, a maioria dos RCD que não são aceitos no local utilizado para destinação final desses resíduos, acabam indo parar em aterros industriais Classe I (questão 13) e o principal processo utilizado para tratamento dos RCD aceitos nesses locais é a disposição no solo (questão 14).

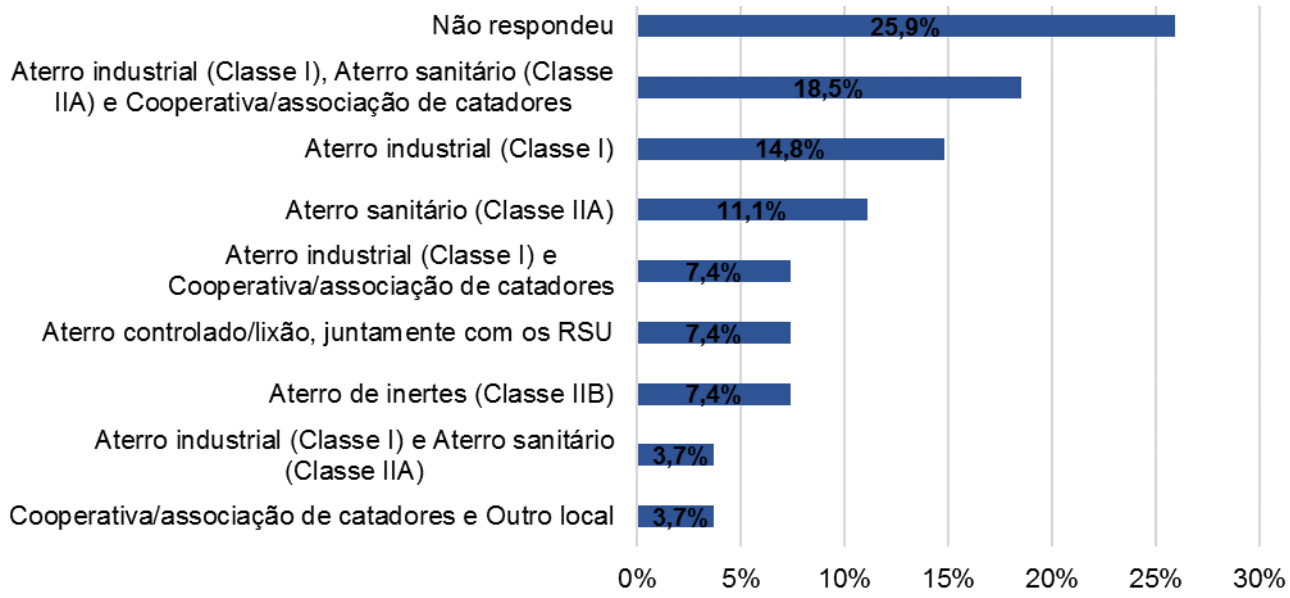


Figura 29 – Resultado geral quanto à questão do destino dado aos resíduos não aceitos pelo local utilizado para destinação final dos RCD nas capitais brasileiras
Fonte: O autor, 2020

De modo geral, foi possível concluir que muitas capitais brasileiras informaram os mesmos valores de RCD gerados em âmbito municipal e recebidos no local utilizado para destinação final desses resíduos. Além disso, desconhecem as Classes de RCD aceitas e os processos que são empregues para tratamento no local utilizado para destinação final desses resíduos. Também constatou-se equívocos com os seguintes termos: equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD dos pequenos geradores e ATT.

As questões de 15 a 18 foram direcionadas ao transporte de RCD, exclusivamente. Quanto à questão 15, 74,1% das capitais brasileiras declararam que possuem cadastros das empresas que prestam esse serviço, 11,1% não responderam, 7,4% que não possuem e 7,4% que encontram-se em fase de elaboração dos mesmos, sendo que:

- Aracaju/SE declarou que possui 10 empresas cadastradas e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada é de aproximadamente cinco anos;
- Belém/PA declarou que possui 25 empresas cadastradas e informou que desconhece o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- Belo Horizonte/MG declarou que não possui registro das empresas transportadoras, uma vez que efetua licenciamento apenas do veículo utilizado para o transporte. Também informou que as diversas licenças já emitidas podem ser consultadas diretamente no Sistema de Administração Tributária e Urbana (SIATU), sendo que este tipo de Documento Municipal de Licença (DML) tem validade de um ano;
- Boa Vista/RR declarou que possui 13 empresas cadastradas e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada é de menos de um ano (03/2019);
- Brasília/DF declarou que possui 671 empresas cadastradas e informou que desconhece o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;

- Campo Grande/MS apesar de declarar que possui empresas cadastradas não informou a quantidade, sendo que o tempo de operação da primeira empresa cadastrada é de menos de um ano (2019), visto que o cadastro eletrônico de prestadores de serviço é realizado anualmente e passou a vigorar com a publicação do Decreto nº 13.754/2019;
- Cuiabá/MT declarou que possui 22 empresas cadastradas e não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- Curitiba/PR declarou que possui em torno de 218 empresas cadastradas e não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada, somente que esse cadastramento passou a vigorar com a publicação do Decreto nº 1.120/1997 que regulamenta o transporte e disposição de RCD;
- Florianópolis/SC declarou que encontra-se em fase de elaboração do projeto de lei que contempla esse assunto;
- Fortaleza/CE declarou que possui 22 empresas cadastradas e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada é de quatro anos;
- Goiânia/GO declarou que possui 69 empresas cadastradas e não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- João Pessoa/PB declarou que possui 158 empresas cadastradas (146 pessoas físicas e 12 pessoas jurídicas) e não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- Macapá/AP apesar de declarar que possui empresas cadastradas, não informou a quantidade e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- Natal/RN declarou que possui nove empresas cadastradas e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada é de seis anos;
- Porto Alegre/RS declarou que possui 184 empresas cadastradas e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada é de nove anos (2010);
- Porto Velho/RO apesar de declarar que possui empresas cadastradas, não informou a quantidade e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- Recife/PE declarou que possui 19 empresas cadastradas e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada é de 10 anos;
- Rio Branco/AC declarou que possui uma empresa cadastrada e o seu tempo de operação é de nove anos;
- Rio de Janeiro/RJ declarou que possui 117 empresas cadastradas e não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- Salvador/BA declarou que possui 162 empresas cadastradas e não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- São Paulo/SP declarou que possui 110 empresas cadastradas e não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada, somente que esse

cadastramento tem validade de um ano, sendo necessário após esse período realizar a sua renovação;

- Teresina/PI declarou que possui 13 empresas cadastradas e informou que desconhece o tempo de operação da primeira empresa cadastrada, visto que esse cadastramento eletrônico iniciou somente em 05/2019.

Quanto à questão 16, 81,5% das capitais brasileiras declararam que possuem licenças das empresas que transportam RCD, 11,1% não responderam, 3,7% que não possuem e 3,7% que encontram-se em fase de elaboração das mesmas, sendo que:

- Belo Horizonte/MG declarou que licencia apenas o veículo utilizado para o transporte e não a empresa transportadora de RCD, sendo que consta no DML o nome do proprietário desse veículo (pessoa física ou jurídica);
- Brasília/DF declarou que as empresas transportadoras de RCD possuem licença, conforme está previsto no Decreto Distrital nº 37.782/2016;
- Campo Grande/MS declarou que existe um procedimento simplificado de licenciamento ambiental para as empresas transportadoras de resíduos não perigosos (inertes);
- Curitiba/PR declarou que o cadastramento da empresa não dá direito à coleta e transporte dos RCD, devendo a empresa transportadora possuir licença ambiental válida;
- Florianópolis/SC declarou que encontra-se em fase de elaboração do projeto de lei que contempla esse assunto;
- Goiânia/GO declarou que 69 empresas possuem e/ou encontram-se em processo de obtenção do licenciamento ambiental e 33 empresas atuam sem licenciamento, ou seja, de forma ilegal. Também informou que de acordo com a Lei nº 9.498/2014, essas empresas necessitam ser cadastradas como prestadores de serviço no sistema online de Cadastro Técnico Ambiental;
- Rio de Janeiro/RJ declarou que as empresas são credenciadas pela COMLURB para o transporte dentro do município e para o transporte intermunicipal é requerida licença do órgão de controle ambiental estadual, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA);
- São Paulo/SP declarou que as empresas transportadoras são autorizadas a realizar esse serviço mediante a apresentação dos documentos que constam nos Decretos nº 46.594/2005 e 57.662/2017;
- Teresina/PI declarou que só são cadastradas eletronicamente as empresas licenciadas.

A questão 17 aborda o monitoramento do trajeto feito pelos veículos das empresas transportadoras de RCD. Das capitais brasileiras, 40,7% informaram que não monitoram o trajeto feito pelos veículos das empresas que prestam esse serviço, 33,3% que monitoram, 18,5% que

encontram-se em fase de elaboração dos mesmos e 7,4% não responderam, sendo que:

- Belo Horizonte/MG apesar de declarar que o trajeto é especificado pelo requerente e registrado na licença após verificação de coerência, informou que não há monitoramento por parte da Diretoria de Licenciamento e Controle de Edificações (DLCE);
- Boa Vista/RR citou o CTR, além disso informou que na plataforma BVResíduos é possível mapear os RCD da geração ao descarte;
- Brasília/DF citou o CTR. Também declarou que só é permitido o transporte dos RCD por parte das empresas após a emissão desse documento, no qual ficam registradas informações, tais como: gerador, origem, quantidade, descrição dos resíduos e destino final;
- Campo Grande/MS citou o CTR;
- Cuiabá/MT citou o CTR;
- Curitiba/PR citou o Relatório de Gerenciamento e Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR);
- Florianópolis/SC declarou que encontra-se em fase de elaboração do projeto de lei que contempla esse assunto;
- Fortaleza/CE citou o Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System* – GPS) instalado nos veículos credenciados e MTR por meio eletrônico (E-MTR) para os resíduos coletados;
- João Pessoa/PB citou o GPS instalado nos veículos credenciados;
- Porto Alegre/RS citou o MTR;
- São Paulo/SP citou o CTR. Também declarou que nesse documento são discriminados o gerador e para onde serão destinados os RCD.

Em relação à existência de “legislação específica para o monitoramento do transporte dos RCD” (questão 18), 48,1% das capitais brasileiras declararam que possuem, 40,7% que não possuem, 7,4% não responderam e 3,7% que encontram-se em fase de elaboração da mesma, sendo que:

- Aracaju/SE citou a Lei nº 4.452/2013;
- Belo Horizonte/MG declarou que o responsável pelo transporte dos RCD deve atender ao disposto nas Portarias BHTRANS DPR nº 138, de 16 de dezembro de 2009 e 077, de 25 de junho de 2014, que altera, consolida e define regras para execução das operações de carga e descarga e a circulação de veículos de carga na área central e em corredores de tráfego no município de Belo Horizonte;
- Boa Vista/RR citou a Lei nº 2.004/2019;
- Brasília/DF citou o Decreto Distrital nº 37.782, de 18 de novembro de 2016, que regulamenta o art. 24 da Lei nº 4.704/2011, que estabelece que o exercício da

atividade de transporte de RCD e de resíduos volumosos é privativo de agente cadastrado e autorizado pelo Poder Executivo, inclusive quando o transporte for realizado pelo próprio gerador cadastrado;

- Campo Grande/MS citou o Decreto nº 13.754, de 08 de janeiro de 2019, que dispõe sobre as normas gerais para cadastramento e emissão de E-CTR e dá outras providências;
- Cuiabá/MT citou a Lei nº 4.949/2007;
- Curitiba/PR citou a Portaria nº 07/2008;
- Florianópolis/SC declarou que encontra-se em fase de elaboração do projeto de lei que contempla esse assunto;
- Fortaleza/CE citou o Decreto nº 13.577, de 05 de maio de 2015, que altera dispositivos do Decreto nº 10.696/2000, que regulamentou a Lei nº 8.408/1999, e dá outras providências;
- Porto Alegre/RS citou a Lei nº 10.847/2010;
- Recife/PE citou o Decreto nº 18.082, de 13 de novembro de 1998, que regulamenta a Lei nº 16.377/1998 no que tange ao transporte e disposição de RCD e outros resíduos não abrangidos pela coleta regular e dá outras providências;
- Rio de Janeiro/RJ citou a Lei nº 6.862, de 15 de julho de 2014, que obriga as empresas que prestam serviço de remoção e transporte de lixo a equiparem com rastreador nos veículos utilizados nessa remoção e transporte.;
- São Paulo/SP citou a Lei nº 14.803/2008 e Resolução AMLURB nº 107, de 08 de junho de 2017, que regulamenta o cadastro dos operadores do sistema de limpeza urbana do município e o E-CTR;
- Teresina/PI citou o Decreto nº 18.061, de 18 de outubro de 2018, que regulamenta o art. 112 da Lei nº 3.610/2007, para disciplinar o cadastramento de empresas transportadoras de resíduos sólidos no âmbito municipal, e dá outras providências.

As questões 19 e 20 abordam, respectivamente, o cadastramento e licenciamento das empresas de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD. As respostas para a questão 19 demonstram que 44,4% das capitais brasileiras informaram que não possuem cadastro das empresas que prestam esse serviço, 40,7% que possuem, 11,1% não responderam e 3,7% que encontram-se em fase de elaboração do mesmo, sendo que:

- Boa Vista/RR declarou que possui uma empresa cadastrada e o seu tempo de operação é inferior há um ano (2019);
- Brasília/DF declarou que possui duas empresas cadastradas e o tempo de operação é de cinco anos;
- Campo Grande/MS apesar de declarar que possui três empresas cadastradas como áreas de destinação final dos RCD, não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada. Também informou que esses cadastros são

feitos conforme o vencimento de suas licenças e/ou autorizações ambientais e que realiza o cadastro de aterros de pequeno porte para regularização de terrenos com RCD triado, além das áreas de projeto de recuperação de área degradada com resíduos Classe A;

- Cuiabá/MT apesar de declarar que possui uma empresa cadastrada, não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- Curitiba/PR declarou que não há previsão legal para o cadastramento dessas empresas;
- Florianópolis/SC declarou que se encontra em fase de elaboração do projeto de lei que contempla esse assunto;
- Fortaleza/CE declarou que possui duas empresas cadastradas e o tempo de operação é de quatro anos;
- Goiânia/GO declarou que não possui o cadastro dessas empresas, entretanto existem ações pontuais de construtoras com projetos em execução no município que aproveitam ao máximo os resíduos gerados no canteiro de obras, gerando uma quantidade mínima de RCD para a destinação final;
- Maceió/AL declarou que possui duas empresas cadastradas e o tempo de operação é de nove anos;
- Porto Alegre/RS declarou que possui 10 empresas cadastradas e o tempo de operação é de nove anos (2010);
- Porto Velho/RO apesar de declarar que possui empresas cadastradas, não informou a quantidade e o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- Recife/PE declarou que possui quatro empresas cadastradas e o tempo de operação é de 10 anos;
- Rio de Janeiro/RJ apesar de declarar que possui oito empresas cadastradas, não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada;
- São Paulo/SP apesar de declarar que possui 19 empresas cadastradas, não informou o tempo de operação da primeira empresa cadastrada.

As respostas para a questão 20 demonstram que 40,7% das capitais brasileiras informaram que exigem licença das empresas de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD, 25,9% declararam que não exigem, 25,9% não responderam e 7,4% que encontram-se em fase de elaboração das mesmas, sendo que:

- Curitiba/PR declarou que essas empresas possuem licença ambiental válida para o desenvolvimento da atividade;
- Florianópolis/SC declarou que está em fase de aprovação o projeto de lei que contempla esse assunto;
- Rio de Janeiro/RJ declarou que essas empresas possuem licença, conforme está previsto na Resolução INEA nº 025/2010;

- São Paulo/SP declarou que todas as áreas elencadas para o recebimento desses resíduos têm autorização da AMLURB e para tal cadastro possuem licença/alvará de funcionamento, licença de operação ou dispensa de licença, emitidas pelo órgão ambiental competente que é a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Na Tabela 25 apresenta-se um resumo referente às questões 15, 16, 17, 18, 19 e 20.

Tabela 25 – Resumo das questões de transporte, reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD

Capital/UF	Há empresas transportadoras de RCD cadastradas?	Essas empresas são licenciadas?	O trajeto do RCD feito pelos veículos dessas empresas é monitorado?	Existe legislação específica para o monitoramento do transporte dos RCD?	Há empresas de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD cadastradas?	Essas empresas são licenciadas?
Aracaju/SE	S	S	EE	S	N	EE
Belém/PA	S	S	N	N	N	N
Belo Horizonte/MG	N	N	N	S	N	N
Boa Vista/RR	S	S	S	S	S	S
Brasília/DF	S	S	S	S	S	-
Campo Grande/MS	S	S	S	S	S	S
Cuiabá/MT	S	S	S	S	S	S
Curitiba/PR	S	S	S	S	N	S
Florianópolis/SC	EE	EE	EE	EE	EE	EE
Fortaleza/CE	S	S	S	S	S	S
Goiânia/GO	S	S	N	N	N	N
João Pessoa/PB	S	S	S	N	N	-
Macapá/AP	S	S	N	N	N	N
Maceió/AL	EE	S	N	N	S	S
Manaus/AM	-	-	-	-	-	-
Natal/RN	S	S	N	N	N	-
Palmas/TO	-	-	N	N	-	-
Porto Alegre/RS	S	S	S	S	S	S
Porto Velho/RO	S	S	N	N	S	S
Recife/PE	S	S	EE	S	S	S
Rio Branco/AC	S	S	N	N	N	N
Rio de Janeiro/RJ	S	S	N	S	S	S
Salvador/BA	S	S	EE	N	N	N
São Luís/MA	-	-	-	-	-	-
São Paulo/SP	S	S	S	S	S	S
Teresina/PI	S	S	EE	S	N	N
Vitória/ES	N	S	N	N	N	-

Notas: *RCD – Resíduos de Construção e Demolição. S – Sim. N – Não. EE – Em Elaboração.*

Fonte: O autor, 2020

Na Figura 30 são mostrados os resultados gerais quanto às questões de transporte, reciclagem e/ou reaproveitamento dos RCD.

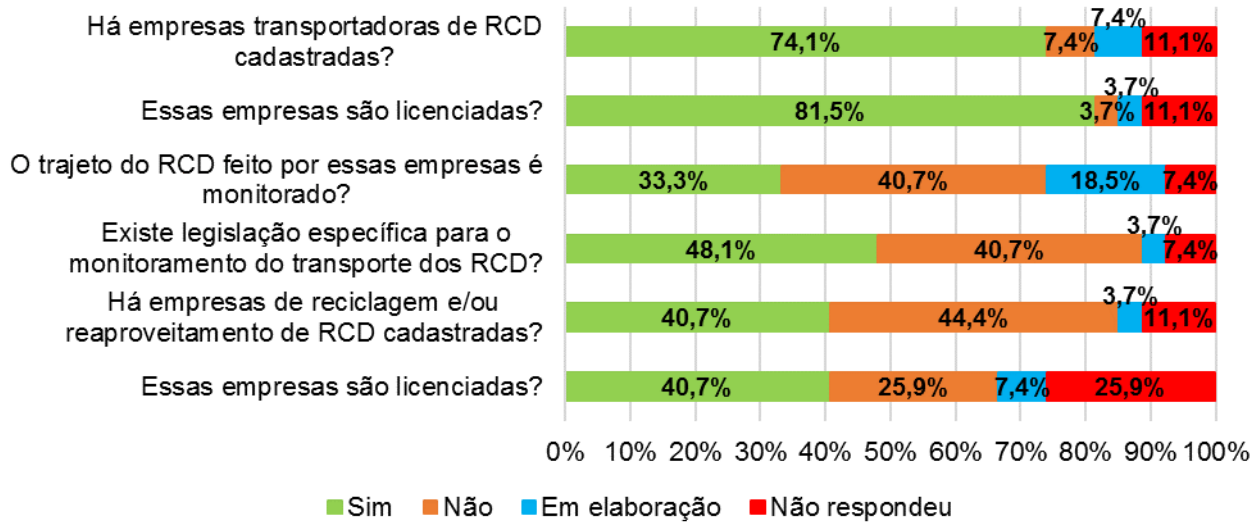


Figura 30 – Resultados gerais quanto às questões de transporte, reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD nas capitais brasileiras
Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, a maioria das capitais brasileiras possui empresas transportadoras de RCD cadastradas (questão 15), bem como licenciamento dessas empresas (questão 16). Quanto ao monitoramento do trajeto do RCD feito por essas empresas (questão 17), percebe-se que boa parte das capitais brasileiras não monitora o trajeto, porém das capitais que monitoram, 77,8% o fazem por meio de CTR/MTR, 11,1% de GPS e 11,1% tanto de MTR quanto de GPS. Em relação a existência de legislação específica voltada ao monitoramento do transporte dos RCD (questão 18), as capitais brasileiras que possuem ainda são a maioria. Sobre as empresas de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD das capitais brasileiras, grande parte não possui cadastramento (questão 19), contudo as que possuem cadastro também possuem licenciamento (questão 20).

De modo geral, foi possível concluir que muitas capitais brasileiras informaram o tempo de cadastramento das empresas (transportadoras, de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD) e não o seu tempo de operação. Também se constatou que existem empresas transportadoras de RCD atuando de forma ilegal. Isso ressalta a importância de solicitarmos a documentação legal da empresa contratada para o transporte dos RCD, tendo em vista que o gerador continua sendo responsável pelo resíduo gerado mesmo após a sua coleta.

Na Tabela 26 apresenta-se um resumo da pontuação referente à pesquisa de levantamento. Nota-se que as capitais brasileiras atingiram um percentual total de acertos maior que 50% apenas nas questões de políticas públicas e transporte, reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD, sendo que a média final da pesquisa de levantamento foi de 48,8%. As questões menos pontuadas foram as de geração estimada e responsabilidade pela destinação final dos RCD dos pequenos geradores, com percentuais totais de acertos de 35,2% e 38,9%, respectivamente. A pontuação detalhada da pesquisa de levantamento pode ser visualizada no Apêndice A (Tabela 27).

Tabela 26 – Resumo da pontuação referente à pesquisa de levantamento

Capital/UF	Questões de políticas públicas	Questão de responsabilidade pela destinação final	Questão de PPP e primeiras questões de destinação final	Questão de geração estimada	Últimas questões de destinação final	Questões de transporte, reciclagem e/ou reaproveitamento	Total
Aracaju/SE	6,00	1,00	0,00	0,50	1,00	3,50	**12,00**
Belém/PA	1,00	0,00	2,50	0,50	1,50	2,00	**7,50**
Belo Horizonte/MG	4,00	0,50	4,50	-	5,67	1,00	**15,67**
Boa Vista/RR	6,00	0,00	3,50	0,50	3,67	6,00	**19,67**
Brasília/DF	3,00	1,00	2,50	0,50	3,75	5,00	**15,75**
Campo Grande/MS	5,00	1,00	3,67	0,50	6,00	6,00	**22,17**
Cuiabá/MT	5,00	0,00	2,50	0,50	5,00	6,00	**19,00**
Curitiba/PR	6,00	0,50	2,25	-	2,50	5,00	**16,25**
Florianópolis/SC	0,25	1,00	2,50	-	4,50	1,50	**9,75**
Fortaleza/CE	5,00	1,00	2,00	0,50	4,67	6,00	**19,17**
Goiânia/GO	5,00	0,00	0,00	0,50	0,00	2,00	**7,50**
João Pessoa/PB	4,00	0,00	3,50	0,50	3,00	3,00	**14,00**
Macapá/AP	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	2,00	**2,50**
Maceió/AL	4,00	0,50	4,25	0,50	6,00	3,25	**18,50**
Manaus/AM	3,00	-	-	-	-	-	**3,00**
Natal/RN	0,25	0,00	2,75	0,50	3,50	2,00	**9,00**
Palmas/TO	3,25	0,00	0,00	-	-	0,00	**3,25**
Porto Alegre/RS	6,00	1,00	2,50	-	2,50	6,00	**18,00**
Porto Velho/RO	3,00	0,00	0,00	0,50	0,00	4,00	**7,50**
Recife/PE	6,00	0,00	3,20	0,50	3,75	5,25	**18,70**
Rio Branco/AC	0,25	1,00	3,00	0,50	0,50	2,00	**7,25**
Rio de Janeiro/RJ	5,00	1,00	0,00	0,50	0,00	5,00	**11,50**
Salvador/BA	1,00	1,00	2,00	0,50	3,50	2,25	**10,25**
São Luís/MA	-	-	-	-	-	-	**-**
São Paulo/SP	4,00	0,00	2,92	0,50	5,50	6,00	**18,92**
Teresina/PI	5,00	0,00	2,50	-	1,50	3,25	**12,25**
Vitória/ES	5,00	0,00	2,50	0,50	1,50	1,00	**10,50**
Total	**96,00**	**10,50**	**55,03**	**9,50**	**69,50**	**89,00**	**329,53**
Percentual atingido	**59,3%**	**38,9%**	**40,8%**	**35,2%**	**42,9%**	**54,9%**	**48,8%**

Notas: *A ficha questionário pode ser visualizada no Apêndice D. Em geral, considerou-se: 0,00 ponto para quem forneceu as respostas "não" ou "não/desconheço", 0,25 ponto para as respostas "em elaboração" ou "em estudo/ processo de formalização", e 1,00 ponto para a resposta "sim", sendo que para mais de uma resposta foi considerada a média das suas pontuações. Na questão 2: 0,00 ponto para a resposta "gerador, faz o próprio transporte e/ou contrata caçamba", 0,50 ponto para a resposta "gerador e prefeitura, por meio de empresa terceirizada", e 1,00 ponto para as respostas "prefeitura" ou "prefeitura, por meio de empresa terceirizada". Na questão 4: 0,00 ponto para alternativas ambientalmente inadequadas (aterro sanitário, lixão, aterro controlado, etc.), 0,50 ponto para as respostas "aterro de inertes" ou "outro" (ATT), e 1,00 ponto para a resposta "central de reciclagem". Cabe ressaltar que as capitais que responderam alternativas ambientalmente inadequadas na questão 4, tiveram as pontuações zeradas nas demais questões relacionadas ao local utilizado para destinação final dos RCD. Na questão 5: 0,00 ponto para quem respondeu "não" e citou município com mais de 40 km de distância, 0,50 ponto para quem respondeu "não" e citou município de 20 a 40 km de distância, e 1,00 ponto para quem respondeu "sim" ou "não" e citou município com até 20 km de distância. Na questão 6: 0,00 ponto para a resposta "outro", 0,50 ponto para as respostas "poder público" ou "poder privado", e 1,00 ponto para a resposta "poder público-privado". Na questão 7: 0,50 ponto para data posterior, e 1,00 ponto para data anterior à publicação da PNRS. Na questão 8: 0,50 ponto para valores inferiores à média encontrada de 1,29 kg/hab./dia ou superiores à média global de 1,68 kg/hab./dia e 1,00 ponto para valores iguais ou entre essas médias. Nas questões 12 e 13: 0,00 ponto para a resposta incorreta, e 1,00 ponto para a resposta correta, de acordo com aspectos legais e normativos. Na questão 14: 0,00 ponto para tratamentos ambientalmente inadequados, 0,50 ponto para as respostas "disposição no solo" ou "outro", e 1,00 ponto para a resposta "reciclagem".*

Fonte: O autor, 2020

Na Tabela 28 apresenta-se um resumo da pontuação total referente às pesquisas exploratória e de levantamento.

Tabela 278 – Resumo da pontuação total referente às pesquisas exploratória e de levantamento

Capital/UF	Plano estadual de resíduos sólidos	Estudo de regionalização	PMGIRS	Total pesquisa exploratória	Total pesquisa de levantamento	Total pesquisas exploratória e de levantamento
Aracaju/SE	1	1	1	3	12,00	15,00
Belém/PA	1	1	1	3	7,50	10,50
Belo Horizonte/MG	0	1	1	2	15,67	17,67
Boa Vista/RR	0	0	1	1	19,67	20,67
Brasília/DF	1	1	0	2	15,75	17,75
Campo Grande/MS	0,25	0,25	1	1,5	22,17	23,67
Cuiabá/MT	0	0	1	1	19,00	20,00
Curitiba/PR	1	1	1	3	16,25	19,25
Florianópolis/SC	1	1	1	3	9,75	12,75
Fortaleza/CE	1	1	1	3	19,17	22,17
Goiânia/GO	1	0	1	2	7,50	9,50
João Pessoa/PB	0,25	1	1	2,25	14,00	16,25
Macapá/AP	0	0	0	0	2,50	2,50
Maceió/AL	1	1	1	3	18,50	21,50
Manaus/AM	1	1	1	3	3,00	6,00
Natal/RN	1	1	1	3	9,00	12,00
Palmas/TO	1	1	1	3	3,25	6,25
Porto Alegre/RS	1	1	1	3	18,00	21,00
Porto Velho/RO	0,25	0,25	0	0,5	7,50	8,00
Recife/PE	1	1	1	3	18,70	21,70
Rio Branco/AC	1	1	1	3	7,25	10,25
Rio de Janeiro/RJ	1	1	1	3	11,50	14,50
Salvador/BA	0	1	0	1	10,25	11,25
São Luís/MA	1	0	0,25	1,25	-	1,25
São Paulo/SP	1	1	1	3	18,92	21,92
Teresina/PI	0	1	0	1	12,25	13,25
Vitória/ES	0,25	1	1	2,25	10,50	12,75
Total	**18,00**	**20,50**	**21,25**	**59,75**	**329,53**	**389,28**
Percentual atingido	**66,7%**	**75,9%**	**78,7%**	**73,8%**	**48,8%**	**51,5%**

Nota: *PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.*

Fonte: O autor, 2020

Conforme se pode observar, os itens relacionados com a pesquisa exploratória apresentaram percentuais totais de acertos superiores a 66%, elevando a média final das pesquisas exploratória e de levantamento para 51,5%. No entanto, cabe ressaltar que a pontuação da pesquisa exploratória se baseou na situação verificada com o buscador Google e a pesquisa de levantamento, nas respostas fornecidas pelos profissionais responsáveis do poder público e/ou áreas de destinação final das capitais brasileiras. Na Figura 31, tem-se o mapa com a pontuação total referente às pesquisas exploratória e de levantamento.

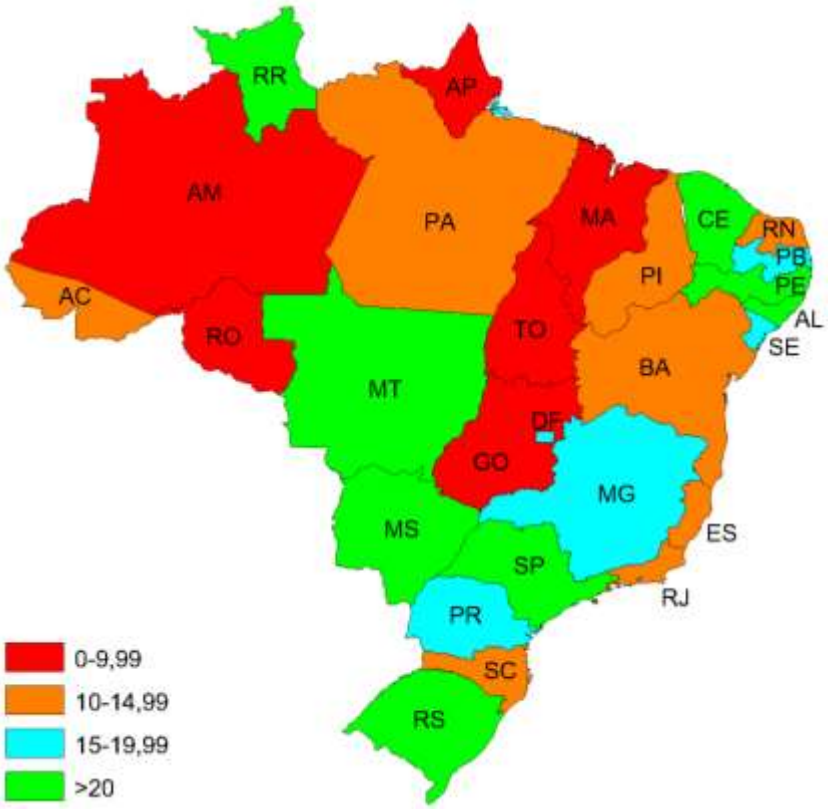


Figura 31 – Mapa com a pontuação total referente às pesquisas exploratória e de levantamento
Fonte: O autor, 2020

Nota-se que 29,6% das capitais brasileiras e seus respectivos Estados atingiram uma pontuação total referente às pesquisas exploratória e de levantamento acima de 20 pontos, 18,5% entre 15 e 19,99, 29,6% entre 10 e 14,99, e 22,2% entre 0 e 9,99. Quanto às regiões, verifica-se que o cenário das regiões Centro-Oeste e Sul apresentou um desempenho geral de 75%, 69,4% na região Nordeste, 68,8% na região Sudeste e 42,9% na região Norte.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa exploratória constatou maior ausência de planos estaduais, seguida dos estudos de regionalização elaborados pelos Estados, e por último dos planos intermunicipais ou municipais elaborados pelas capitais brasileiras. Nesse sentido, constatou-se que pouco mais da metade das capitais brasileiras e seus respectivos Estados possuem os planos de resíduos sólidos exigidos pela PNRS, o que equivale a 59% do cenário nacional. Após a publicação dos planos que se encontram em fase de elaboração, esse índice pode subir para 74%.

As divergências de informações entre bases de dados do Governo Federal e informações declaradas pelos agentes oficiais das capitais em análise são um dos principais problemas associados à gestão de resíduos sólidos no Brasil. Quanto às considerações finais por região, concluiu-se que a região Centro-Oeste carece de mais investimentos em PPP, as regiões Nordeste, Sudeste e Sul em quantificação do RCD gerado, e a região Norte em equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD dos pequenos geradores e na destinação final dos

RCD conforme a legislação e normas brasileiras aplicáveis.

Em relação à pesquisa de levantamento constatou-se que pouco menos da metade (48,8%) das capitais brasileiras e seus respectivos Estados possuem uma adequada gestão integrada dos RCD, sob a ótica da PNRS. Segundo dados levantados, somente 51,8% dos locais utilizados para destinação final dos RCD nas capitais brasileiras são considerados alternativas ambientalmente adequadas (ATT, central de reciclagem, aterro de inertes, etc.).

Também observou-se que existe uma falta de homogeneização dos conceitos relacionados aos resíduos sólidos; há diversas nomenclaturas para um mesmo item, como por exemplo ecoponto, UDC, PEV, URPV, PPR, URE, entre outros; assim como equívocos com alguns deles (PPP x terceirização de serviços, aterro de inertes x aterro sanitário x central de tratamento de resíduos, usina de beneficiamento/reaproveitamento x central de reciclagem, ATT x equipamentos públicos destinados ao recebimento de RCD dos pequenos geradores). Logo, uniformizar e entender corretamente os termos técnicos é um primeiro passo para a adequada gestão integrada dos RCD.

4.5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2018. 74p. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004a. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004a. 12p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15114**: Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004d. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004e. 12p.

BELO HORIZONTE. Lei nº 10.522, de 24 de agosto de 2012. **Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da Construção civil e resíduos volumosos - SGRCC - e o plano municipal de gerenciamento integrado de resíduos da construção civil e resíduos volumosos - PMRCC, e dá outras providências.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/lei-ordinaria/2012/1053/10522/lei-ordinaria-n-10522-2012-institui-o-sistema-de-gestao-sustentavel-de-residuos-da-construcao-civil-e-residuos-volumosos-sgrcc-e-o-plano-municipal-de-gerenciamento-integrado-de-residuos-da-construcao-civil-e-residuos-volumosos-pmrcc-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BOA VISTA. Lei nº 2.004, de 12 de julho de 2019. **Implementação do Plano municipal de gestão integrada de resíduos no município de Boa Vista por meio de sistema de gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=380273>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1988. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011a. **Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º , no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **O portal como ferramenta**. 2019b. Disponível em: <http://www.portaltransparencia.gov.br/controle-social/o-portal-como-ferramenta>. Acesso em: 19 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento (SNIS). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Resíduos Sólidos: Tabelas: Planilha_Politicas_Planos_Consorcios_RS_2017**. Brasília: SNS/MDR, 2018. Disponível em: < http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 23 dez. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento (SNIS). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 247p. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>. Acesso em: 02 abr. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Proposta de texto base sobre o tema resíduos da construção civil para as audiências públicas regionais do plano nacional de resíduos sólidos**. Salvador: MMA, 2011b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Produtos_Consultores/PlanoNacional/JAntonioLima%20-%20PROPOSTA%20DE%20TEXTO%20BASE%20SOBRE%20O%20TEMA%20RESIDUOS%20DA%20CONSTRUCAO%20CIVIL%20PARA%20AS%20AUDIENCIAS%20PUBLICAS%20REGIONAIS%20DO%20PLANO%20NACIONAL%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Estudos de Regionalização**. 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/acessibilidade/item/10545-estudos-regionalizacao>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR. **Levantamento de Informações das Unidades da Federação**. Brasília: MMA. SINIR, 2018. Disponível em: <http://sinir.gov.br/levantamento-de-informacoes-das-unidades-da-federacao/levantamentos-anteriores>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 07 mar. 2019.

CAMPO GRANDE. Lei nº 4.864, de 07 de julho de 2010. **Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil e institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307/2002, no âmbito do município de Campo Grande-MS e dá outras providências.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=173571>. Acesso em: 15 jan. 2020.

CORNELI, V. M. **Análise da gestão de resíduos da construção e demolição no município de Campo Mourão/Paraná**. 2009. 157p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

COSTA, R. V. G. **Taxa de geração de resíduos da Construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. 2012. 68p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

CUIABÁ. Lei nº 4.949, de 05 de janeiro de 2007. **Dispõe sobre a regulamentação da Lei nº 4.949, de 5 de janeiro de 2007, que instituiu o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil, incorporado ao sistema de gestão sustentável de resíduos de construção civil e de resíduos volumosos, nos termos da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=174110>. Acesso em: 15 jan. 2020.

DE ARAÚJO, N. M. C.; NÓBREGA, C. C.; MEIRA, A. R.; MEIRA, G. R. Gestão para os resíduos de construção e demolição (RCDs): uma proposta para a grande João Pessoa (Paraíba – Brasil). *In:* SILUBESA – Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental: na via da sustentabilidade, 12., 2006, Figueira da Foz. **Anais...** Figueira da Foz: APAH, APESB e ABES. p. 1-11.

DE MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: subsídios para uma gestão sustentável**. 2006. 201p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 4.704, de 20 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=125626>. Acesso em: 15 jan. 2020.

FEIJÃO NETO, F. G. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de Parnaíba-PI**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de informações básicas municipais – 2017**. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101595>. Acesso em: 17 mai. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população. População residente das Unidades da Federação e Grandes Regiões, enviada ao Tribunal de Contas da União - 2001-2019**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 02 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Cidades**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/aracaju/panorama>. Acesso em: 19 jun. 2019.

KARPINSKI, L. A.; PANDOLFO, A.; REINEHER, A.; GUIMARÃES, J. C. B.; PANDOLFO, L. M.; KUREK, J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

LU, W.; TAM, V. W. Y. Construction waste management policies and their effectiveness in Hong Kong: a longitudinal review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 23, p. 214–223, 2013.

MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2005.

MOURÃO, S. A.; ARAGÃO, V. R.; DAMASCENO, D. A. P. M. Diagnóstico da disposição dos resíduos sólidos da construção civil na cidade de Montes Claros, MG. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 42, p. 251-261, 2015.

RIBEIRO, F. A. B. S.; DIAS, J. F. Deposição irregular dos resíduos de construção civil em Uberlândia/MG. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 5, p. 88-106, 2013.

SÃO PAULO (SP). Lei nº 14.803, de 26 de junho de 2008. **Dispõe sobre o plano integrado de gerenciamento dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos e seus componentes, o programa municipal de gerenciamento e projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil conforme previstos na Resolução CONAMA nº 307/2002, disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo e dá outras providências**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2008/1481/14803/lei-ordinaria-n-14803-2008-dispoe-sobre-o-plano-integrado-de-gerenciamento-dos-residuos-da-construcao-civil-e-residuos-volumosos-e-seus-componentes-o-programa-municipal-de-gerenciamento-e-projetos-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-conforme-previstos-na-resolucao-conama-n-307-2002-disciplina-a-acao-dos-geradores-e-transportadores-destes-residuos-no-ambito-do-sistema-de-limpeza-urbana-do-municipio-de-sao-paulo-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 131p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, A. A. **Avaliação dos pontos de apoio (ecopontos) na gestão dos resíduos sólidos urbanos: estudo de caso de São José do Rio Preto – SP**. 2012. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

SILVA, C. de O. **Resíduos sólidos: uma problemática do nosso dia a dia**. União dos Palmares: Clube de Autores, 2010.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos objetivos específicos estabelecidos no escopo inicial desta pesquisa, tem-se que: i) a média da geração de RCD por m² de construção é de 140,38 kg e a mediana é da ordem de 150 kg/m²; a média da geração per capita de RCD no cenário nacional é de 1,29 e a mediana é de 1,22 kg/hab./dia; ii) o uso de ferramentas computacionais, como o BIM é indicado como estratégia primordial para a não geração ou redução da geração do RCD nas fases de projeto e construção; o emprego de agregado reciclado para a produção de concreto estrutural ainda carece de comprovação de desemprenho, sobretudo quanto aos aspectos de durabilidade; a quantificação da geração é um pré-requisito para a implementação de estratégias bem-sucedidas; a aplicação de estratégias múltiplas (BIM, ACV, pré-fabricação, incentivos econômicos, entre outros) possuem maior efeito positivo que estratégias isoladas; iii) apenas 59% das capitais brasileiras e seus respectivos Estados possuem planos de resíduos sólidos e 48,8% possuem uma adequada gestão integrada dos RCD, sob a ótica da PNRS.

Com base no capítulo 2 é possível concluir que as alternativas para a destinação final ambientalmente adequada dos RCD (ATT, central de reciclagem, aterro de inertes, etc.) no país são incipientes, mesmo esses resíduos constituindo a principal parcela dos RSU. Quanto às considerações finais dos capítulos 3 e 4, estas podem ser visualizadas nos itens 3.4 e 4.4 das págs. 68 e 118, respectivamente.

De acordo com a análise das propostas de gestão e gerenciamento dos RCD no cenário internacional e do diagnóstico da gestão integrada desses resíduos no cenário nacional, propõe-se a adoção das seguintes alternativas:

a) Quantificar o RCD gerado;
b) Uniformizar a terminologia utilizada;
c) Elaborar políticas públicas que concedam benefícios ou recompensas às partes interessadas (clientes, construtores e projetistas) na circularidade – adequada gestão e utilização de produtos com agregados reciclados de RCD;
d) Criar regulamentos sobre descarte e estipular limites para a quantidade de resíduos descartada;
e) Promover PPP e conceder estímulos financeiros para as centrais de reciclagem de RCD;
f) Incentivar a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e projetos voltados a circularidade;
g) Incentivar o uso do BIM, ACV e pré-fabricação, e a aplicação de estratégias múltiplas;
h) Ampliar a demolição seletiva (em especial por intermédio de vibração);

i) Obrigatoriedade de segregação dos resíduos no canteiro de obras;
j) Implantação de sistema de rastreamento nos veículos utilizados para o transporte dos RCD;
k) Fazer a cobrança de taxas sobre agregados naturais e taxas de disposição final dos resíduos;
l) Aplicar supervisão rigorosa por parte das autoridades, inclusive com punição para as empresas que violarem instrumentos políticos; entre outros.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros sugere-se que seja realizada uma revisão de literatura com os termos de pesquisa em português, capturando a literatura nacional que ficou fora do escopo desta pesquisa. Também propõe-se uma uniformização de termos técnicos e uma padronização da metodologia utilizada para coleta de indicadores relacionados aos RCD.

Além disso, é sugerido que seja feita uma verificação dos dados informados na pesquisa de levantamento por meio de questionários/entrevistas, afim de averiguar a real situação da gestão integrada dos RCD, incluindo desde as etapas de geração, manejo e destinação final por parte do poder público nas capitais brasileiras sob a ótica da PNRS.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; DE SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; DE ANDRADE, A. C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, v.4, n.4, p.33-46, 2004.

AKHTAR, A.; SARMAH, A. K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: a global perspective. **Journal of Cleaner Production**, v.186, p.262–281, 2018.

ALVES, F. R. F. **Estimativa da geração de resíduos da construção civil no município de Campo Mourão – PR**. 2015. 27p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C. **Características de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. 2005. 167p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ANGULO, S. C.; CARELI, E. D.; MIRANDA, L. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, v.9, n.1, p.57-71, 2009.

ANGULO, S. C.; JOHN, V. M.; ULSEN, C.; KAHN, H.; MUELLER, A. Separação óptica do material cerâmico dos agregados mistos de resíduos de construção e demolição. **Ambiente Construído**, v.13, n.2, p.61-73, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (ABRAMAT). **Perfil da Indústria de Materiais de Construção Edição 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.abramat.org.br/datafiles/ perfil-da-cadeia-2017-versao-site.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2008**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2008/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2009**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2009/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2010/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2011**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2011/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012**. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2012/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2013/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2014/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2015/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2016/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15114**: Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON). **Relatório pesquisa setorial 2017/2018**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/>. Acesso em: 26 mar. 2019.

ATHAYDE JUNIOR, G. B.; FERRARI JÚNIOR, M. J.; PAULA, E. A.; BORLINI, F. R.; DINIZ, M. D.; ALMEIDA, M. O. Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de entulhos em Governador Valadares - MG. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 4., 2004, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IBEAS, 2004. p.1-8.

BARIK, D. Introduction to energy from toxic organic waste for heat and power generation. In: BARIK, D. **Energy from toxic organic waste for heat and power generation**. Cambridge: Woodhead Publishing Series in Energy, 2019. Cap.1, p.1-6.

BEHERA, M.; BHATTACHARYYA, S. K.; MINOCHA, A. K.; DEOLIYA, R.; MAITI, S. Recycled aggregate from C&D waste & its use in concrete – a breakthrough towards sustainability in construction sector: a review. **Construction and Building Materials**, v.68, p.501–516, 2014.

BELO HORIZONTE. Lei nº 10.522, de 24 de agosto de 2012. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - SGRCC - e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - PMRCC, e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/belo-horizonte/lei-ordinaria/2012/1053/10522/lei-ordinaria-n-10522-2012-institui-o-sistema-de-gestao-sustentavel-de-residuos-da-construcao-civil-e-residuos-volumosos-sgrcc-e-o-plano-municipal-de-gerenciamento-integrado-de-residuos-da-construcao-civil-e-residuos-volumosos-pmrcc-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BERNARDES, A.; THOMÉ, A.; PRIETTO, P. D. M.; ABREU, A. G. Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS. **Ambiente Construído**, v.8, n.3, p.65-76, 2008.

BIZCOCHO, N.; LLATAS, C. Inclusion of prevention scenarios in LCA of construction waste management. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.24, n.3, p.468-484, 2019.

BOA VISTA. Lei nº 2.004, de 12 de julho de 2019. Implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos no Município de Boa Vista por meio de Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=380273>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BORNMANN, L.; MUTZ, R. Growth rates of modern science: a bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v.66, n.11, p.2215-2222, 2015.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1988. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010a. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010b. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011a. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Portal da Transparência:** o portal como ferramenta. 2019b. Disponível em: <http://www.portaltransparencia.gov.br/controle-social/o-portal-como-ferramenta>. Acesso em: 19 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS):** diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019a. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 23 dez. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil – BRA/OEA/08/001:** relatório parcial nº 1 - rt 1: proposta de texto base sobre o tema resíduos da construção civil para as audiências públicas regionais do plano nacional de resíduos sólidos. Salvador: SRHAU/MMA, 2011b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Produtos_Consultores/PlanoNacional/JAntonioLima%20-%20PROPOSTA%20DE%20TEXTO%20BASE%20SOBRE%20O%20TEMA%20RESIDUOS%20DA%20CONSTRUCAO%20CIVIL%20PARA%20AS%20AUDIENCIAS%20PUBLICAS%20REGIONAIS%20DO%20PLANO%20NACIONAL%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Estudos de Regionalização**. 2015b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/acessibilidade/item/10545-estudos-regionalizacao>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR):** levantamento de informações das Unidades da Federação. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <http://sinir.gov.br/levantamento-de-informacoes-das-unidades-da-federacao/levantamentos-anteriores>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Planos Estaduais de Resíduos Sólidos**. 2015a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/item/10611>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Logística Reversa:** sistemas implantados. Brasília: MMA, 2019c. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa/sistemas-implantados.html>. Acesso em: 13 jun. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 348 de 17 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34804.xml>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 431 de 25 de maio de 2011c. Altera o art. 3º da Resolução no 307/2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 448 de 19 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 469 de 29 de julho de 2015c. Altera a Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em:<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRAVO, M.; DE BRITO, J.; PONTES, J.; EVANGELISTA, L. Mechanical performance of concrete made with aggregates from construction and demolition waste recycling plants. **Journal of Cleaner Production**, v.99, p.59–74, 2015a.

BRAVO, M.; DE BRITO, J.; PONTES, J.; EVANGELISTA, L. Durability performance of concrete with recycled aggregates from construction and demolition waste plants. **Construction and Building Materials**, v.77, p.357–369, 2015b.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. 2007. 280p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CAMPO GRANDE. Lei nº 4.864, de 7 de julho de 2010. Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil e institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307/2002, no âmbito do município de Campo Grande-MS e dá outras providências. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=173571>. Acesso em: 15 jan. 2020.

CARDOSO, A. da C. F. **Estimativa de geração de resíduos da construção civil nos municípios de Criciúma e Içara e estudo de viabilidade de usinas de triagem e reciclagem**. 2011. 107p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

CARDOSO, R.; SILVA, R. V.; DE BRITO, J.; DHIR, R. K. Use of recycled aggregates from construction and demolition waste in geotechnical applications: a literature review. **Waste Management**, v.49, p.131–145, 2016.

CARMO, D. de S.; MAIA, N. da S.; CÉSAR, C. G. Avaliação da tipologia dos resíduos de construção civil entregues nas usinas de beneficiamento de Belo Horizonte. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.17, n.2, p.187-192, 2012.

CARNEIRO, A. P.; QUADROS, B. E. C.; OLIVEIRA, A. M. V. de; BRUM, I. A. S. de; SAMPAIO, T. S.; ALBERTE, E. P. V.; COSTA, D. B. Características do entulho e do agregado reciclado. In: CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. de. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. p.142-187.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. 2005, 134p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana, Gerenciamento e Planejamento do Uso de Água e Resíduos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

CASTRO, L. O. **Destinação dos resíduos de construção e demolição na área insular do município de Santos e seus impactos sanitários e ambientais**. 2003. 111p. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

COELHO, A.; DE BRITO, J. Economic viability analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – part I: location, materials, technology and economic analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.39, p.338–352, 2013.

COLANGELO, F.; CIOFFI, R. Mechanical properties and durability of mortar containing fine fraction of demolition wastes produced by selective demolition in South Italy. **Composites Part B: Engineering**, v.115, p.43–50, 2017.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Missão e objetivos**. 2019. Disponível em:<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&Itemid=109>. Acesso em: 13 jun. 2019.

CÓRDOBA, R. E. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos**. 2010. 372p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CORNELI, V. M. **Análise da gestão de resíduos da construção e demolição no município de Campo Mourão/Paraná**. 2009. 157p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

COSTA, R. V. G. **Taxa de geração de resíduos da Construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. 2012. 68p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

CHEN, X.; LU, W. Identifying factors influencing demolition waste generation in Hong Kong. **Journal of Cleaner Production**, v.141, p.799–811, 2017.

CHEN, Q.; ZHANG, Q.; QI, C.; FOURIE, A.; XIAO, C. Recycling phosphogypsum and construction demolition waste for cemented paste backfill and its environmental impact. **Journal of Cleaner Production**, v.186, p.418–429, 2018.

CUIABÁ. Lei nº 4.949, de 05 de janeiro de 2007. Dispõe sobre a regulamentação da Lei nº 4.949, de 5 de janeiro de 2007, que instituiu o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil, incorporado ao sistema de gestão sustentável de resíduos de construção civil e de resíduos volumosos, nos termos da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=174110>. Acesso em: 15 jan. 2020.

DAHLBO, H.; BACHÉR, J.; LÄHTINEN, K.; JOUTTIJÄRVI, T.; SUOHEIMO, P.; MATTILA, T.; SIRONEN, S.; MYLLYMAA, T.; SARAMÄKI, K. Construction and demolition waste management – a holistic evaluation of environmental performance. **Journal of Cleaner Production**, v.107, p.333–341, 2015.

DALTRO FILHO, J. (Coord.); BANDEIRA, A. A.; BARRETO, I. M. C. B. do N.; AGRA, L. G. da S. **Problemática dos resíduos sólidos da construção civil em Aracaju: diagnóstico.** Aracaju: SINDUSCON-SE, 2005. 105p. Disponível em: <http://www.sinduscon-se.com.br/sinduscon/arquivos/RELATRIO%20DIAGNOSTICO%20RESIDUOS.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2019.

DE ANDRADE, A. C.; DE SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V. Estimativa da Quantidade de Entulho Produzido em Obras de Construção de Edifícios. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL; MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES, 4., São Paulo, 2001. **Anais...** São Paulo, 2001.

DE ARAÚJO, N. M. C.; NÓBREGA, C. C.; MEIRA, A. R.; MEIRA, G. R. Gestão para os resíduos de construção e demolição (RCDs): uma proposta para a grande João Pessoa (Paraíba – Brasil). In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 2006, Figueira da Foz. **Anais...** Figueira da Foz: APAH, APESB e ABES, 2006. p.1-11.

DE MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: subsídios para uma gestão sustentável**. 2006. 201p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

DING, T.; XIAO, J. Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai. **Waste Management**, v.34, n.11, p.2327–2334, 2014.

DING, Z.; YI, G.; TAM, V. W. Y.; HUANG, T. A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China. **Waste Management**, v.51, p.130–141, 2016.

DING, Z.; ZHU, M.; TAM, V. W. Y.; YI, G.; TRAN, C. N. N. A system dynamics-based environmental benefit assessment model of construction waste reduction management at the design and construction stages. **Journal of Cleaner Production**, v.176, p.676–692, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 4.704, de 20 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos e dá outras providências. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=125626>. Acesso em: 15 jan. 2020.

DUAN, H.; LI, J. Construction and demolition waste management: China's lessons. **Waste Management & Resource**, v.34, p.397–398, 2016.

ELIAS, H. B. de Q. **Diagnóstico dos resíduos de construção e demolição para elaboração e implantação da gestão integrada no município de Patrocínio-MG**. 2006. 99p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2006.

ESA, M. R.; HALOG, A.; RIGAMONTI, L. Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia. **Resources, Conservation and Recycling**, v.120, p.219–229, 2017.

ESGUÍCERO, F. J. **Análise econômica e ambiental na implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição: estudo de caso no município de Lençóis Paulista**. 2010. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2010.

ESIN, T.; COSGUN, N. A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey. **Building and Environment**, v.42, n.4, p.1667–1674, 2007.

EUROPEAN COMMISSION. **Construction and Demolition Waste (CDW)**. 2019. Disponível em: <https://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm>. Acesso em: 02 abr. 2020.

EUROPEAN STATISTICAL OFFICE (EUROSTAT). **Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity**. 2020a. Disponível em: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-063379_QID_1016788C_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;UNIT,L,Z,0;HAZARD,C,Z,1;NACE_R2,L,Z,2;WASTE,L,Z,3;INDICATORS,C,Z,4;&zSelection=DS-063379INDICATORS,OBS_FLAG;DS-063379WASTE,TOTAL;DS-063379NACE_R2,F;DS-063379UNIT,KG_HAB;DS-063379HAZARD,TOTAL;&rankName1=WASTE_1_2_-1_2&rankName2=UNIT_1_2_-1_2&rankName3=HAZARD_1_2_-1_2&rankName4=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName5=NACE-R2_1_2_-1_2&rankName6=TIME_1_0_0_0&rankName7=GEO_1_0_0_1&sortR=ASC_-1_FIRST&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time_mode=ROLLING&time_most_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23>. Acesso em: 02 abr. 2020.

EUROPEAN STATISTICAL OFFICE (EUROSTAT). **Population change - Demographic balance and crude rates at national level**. 2020b. Disponível em:

<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-054722_QID_322E3E5B_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;INDIC_DE,L,Z,0;INDICATORS,C,Z,1;&zSelection=DS-054722INDICATORS,OBS_FLAG;DS-054722INDIC_DE,JAN;&rankName1=INDICATORS_1_2_-1_2&rankName2=INDIC-DE_1_2_-1_2&rankName3=TIME_1_0_0_0&rankName4=GEO_1_0_0_1&sortR=ASC_-1_FIRST&sortC=ASC_-1_FIRST&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time_mode=NONE&time_most_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23>. Acesso em: 02 abr. 2020.

EUROPEAN STATISTICAL OFFICE (EUROSTAT). **Real GDP per capita**. 2020c. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_08_10/default/table?lang=en>. Acesso em: 02 abr. 2020.

EUROPEAN UNION. Diretiva 75/442/CEE do Parlamento Europeu, relativa aos resíduos, 15 de Julho de 1975. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9a09e84c-9005-4bed-ae42-8d1638b55d9f.0010.02/DOC_79&format=PDF>. Acesso em: 31 mar. 2020.

EUROPEAN UNION. Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa aos resíduos e que revoga certas diretivas, 19 de Novembro de 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20150731&from=EN>. Acesso em: 31 mar. 2020.

EVANGELISTA, P. P. de A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.10, n.3, p.23-40, 2010.

FEIJÃO NETO, F. G. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de Parnaíba-PI**. 2010. 144p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2010.

FREITAS, C. de S. **Composição gravimétrica dos resíduos de construção civil do município de Caçapava do Sul – RS**. 2016. 39p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2016.

FREITAS, W. C. **Análise de geração de resíduos da construção civil no município de Batatais - SP para implantação de gerenciamento integrado**. 2009. 125p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2009.

GÁLVEZ-MARTOS, J.-L.; STYLES, D.; SCHOENBERGER, H.; ZESCHMAR-LAHL, B. Construction and demolition waste best management practice in Europe. **Resources, Conservation and Recycling**, v.136, p.166–178, 2018.

GHAFOURIAN, K.; MOHAMED, Z.; ISMAIL, S.; MALAKUTE, R.; ABOLGHASEMI, M. The 100 most cited scientific papers in construction and demolition waste management. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v.13, n.9, p.741-749, 2016.

GHISELLINI, P.; RIPA, M.; ULGIATI, S. Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v.178, p.618–643, 2018.

GONTIJO, F. E. K.; DIAS, A. M. P. Viabilidade e Sustentabilidade na Implantação da Logística Reversa de Pós-Consumo. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Niterói. **Anais...** Niterói, 2010, p. 1-14.

GONZÁLEZ-FONTEBOA, B., MARTÍNEZ-ABELLA, F. Concretes with aggregates from demolition waste and silica fume. Materials and mechanical properties. **Building and Environment**, v.43, n.4, p.429–437, 2008.

HAO, J. L.; HILLS, M. J.; TAM, V. W. Y. The effectiveness of Hong Kong's construction waste disposal charging scheme. **Waste Management & Research**, v.26, n.6, p.553–558, 2008.

HOANG, N. H.; ISHIGAKI, T.; KUBOTA, R.; YAMADA, M.; KAWAMOTO, K. A review of construction and demolition waste management in Southeast Asia. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v.30, p.1-11, 2019.

HOFFMANN, M. M. K. **Diagnóstico da geração de resíduos de construção e demolição no município de Biguaçu/SC**. 2018. 88p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

HUANG, B.; WANG, X.; KUA, H.; GENG, Y.; BLEISCHWITZ, R.; REN, J. Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. **Resources, Conservation and Recycling**, v.129, p.36–44, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) 2016**, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2016_v26_informativo.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=pib-por-municipio&utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=pib>. Acesso em: 02 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de informações básicas municipais – 2017**. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101595>. Acesso em: 17 mai. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Cidades**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/aracaju/panorama>. Acesso em: 19 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população. População residente das Unidades da Federação e Grandes Regiões, enviada ao Tribunal de Contas da União - 2001-2019**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 02 abr. 2020.

INNES, S. Developing tools for designing out waste pre-site and onsite. In: MINIMISING CONSTRUCTION WASTE CONFERENCE: DEVELOPING RESOURCE EFFICIENCY AND WASTE MINIMISATION IN DESIGN AND CONSTRUCTION, 2004, London. Proceedings… London, 2004.

JIN, R.; YUAN, H. P.; CHEN, Q. Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. **Resources, Conservation and Recycling**, v.140, p.175–188, 2019.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de Resíduos da Construção. In: SEMINÁRIO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CETESB, 2000, p.1-13.

KARPINSKI, L. A.; PANDOLFO, A.; REINEHER, A.; GUIMARÃES, J. C. B.; PANDOLFO, L. M.; KUREK, J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

KATZ, A.; BAUM, H. A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. **Waste Management**, v.31, n.2, p.353–358, 2011.

KOCHEM, K. **Potencialidades de logística reversa do resíduo de gesso da indústria da construção civil**. 2016. 126p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

KOFOWOROLA, O. F.; GHEEWALA, S. H. Estimation of construction waste generation and management in Thailand. **Waste Management**, v.29, n.2, p.731–738, 2009.

LAM, P. T. I.; YU, A. T. W.; WU, Z.; POON, C. S. Methodology for upstream estimation of construction waste for new building projects. **Journal of Cleaner Production**, v.230, p.1003-1012, 2019.

LATTERZA, L. de M. **Concreto com agregado graúdo proveniente da reciclagem de resíduos de construção e demolição: um novo material para fabricação de painéis leves de vedação**. 1998. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. 270p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LI, J.; DING, Z.; MI, X.; WANG, J. A model for estimating construction waste generation index for building project in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v.74, p.20–26, 2013.

LI, Z.; SHEN, G. Q.; ALSHAWI, M. Measuring the impact of prefabrication on construction waste reduction: an empirical study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v.91, p.27–39, 2014.

LI, J.; TAM, V. W. Y.; ZUO, J.; ZHU, J. Designers' attitude and behaviour towards construction waste minimization by design: a study in Shenzhen, China. **Resources, Conservation and Recyclin**g, v.105, p.29–35, 2015.

LI, J.; ZUO, J.; CAI, H.; ZILLANTE, G. Construction waste reduction behavior of contractor employees: an extended theory of planned behavior model approach. **Journal of Cleaner Production**, v.172, p.1399–1408, 2018.

LIANG, H.; HE, S.; LEI, X.; BI, Y.; LIU, W.; OUYANG, C. Dynamic process simulation of construction solid waste (CSW) landfill landslide based on SPH considering dilatancy effects. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v.78, n.2, p.763-777, 2017.

LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.18, n.2, p.169-176, 2013.

LIU, Z.; OSMANI, M.; DEMIAN, P.; BALDWIN, A. A BIM-aided construction waste minimisation framework. **Automation in Construction**, v.59, p.1–23, 2015.

LIU, Y.; SUN, T.; YANG, L. Evaluating the performance and intellectual structure of construction and demolition waste research during 2000–2016. **Environmental Science and Pollution Research**, v.24, n.23, p.19259–19266, 2017.

LLATAS, C. A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. **Waste Management**, v.31, n.6, p.1261–1276, 2011.

LÓPEZ RUIZ, L. A.; RAMÓN, X. R.; DOMINGO, S. G. The circular economy in the construction and demolition waste sector – a review and an integrative model approach. **Journal of Cleaner Production**, v.248, p.119238, 2020.

LU, W. Big data analytics to identify illegal construction waste dumping: a Hong Kong study. **Resources, Conservation and Recycling**, v.141, p.264–272, 2019.

LU, W.; YUAN, H. A framework for understanding waste management studies in construction. **Waste Management**, v.31, p.1252–1260, 2011.

LU, W.; YUAN, H.; LI, J.; HAO, J. J. L.; MI, X.; DING, Z. An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China. **Waste Management**, v.31, n.4, p.680–687, 2011.

LU, W.; TAM, V. W. Y. Construction waste management policies and their effectiveness in Hong Kong: a longitudinal review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.23, p.214–223, 2013.

LU, W.; WEBSTER, C.; PENG, Y.; CHEN, X.; ZHANG, X. Estimating and calibrating the amount of building-related construction and demolition waste in urban China. **International Journal of Construction Management**, v.17, n.1, p.13–24, 2017.

MÁLIA, M.; DE BRITO, J.; BRAVO, M. Indicadores de resíduos de construção e demolição para construções residenciais novas. **Ambiente construído**, v.11, n.3, p.117-130, 2011.

MÁLIA, M.; DE BRITO, J.; PINHEIRO, M. D.; BRAVO, M. Construction and demolition waste indicators. **Waste Management & Research**, v.31, n.3, p.241–255, 2013.

MARQUES, R. B. **Resíduos da construção civil em Araguari/MG: do diagnóstico à proposta de um modelo gerencial proativo**. 2007. 158p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

MARQUES NETO, J. da C. **Diagnóstico para estudo de gestão dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlos-SP**. 2003. 181p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MARQUES NETO, J. da C. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2005.

MARQUES NETO, J. da C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. 2009. 629p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MARQUES NETO, J. da C.; SCHALCH, V. Gestão dos resíduos de construção e demolição: estudo da situação no município de São Carlos-SP, Brasil. **Engenharia Civil**, n.36, p.41-50, 2010.

MARTÍNEZ-LAGE I.; MARTÍNEZ-ABELLA F.; VÁZQUEZ-HERRERO C.; PÉREZ-ORDÓÑEZ, J. L. Estimation of the annual production and composition of C&D Debris in Galicia (Spain). **Journal of Waste Management**, v.30, n.4, p.636–645, 2010.

MIOTTO, J. L. **Princípios para o projeto e produção das construções sustentáveis**. 181p. Ponta Grossa: UEPG/NUTEAD, v.1, 2013.

DE MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: subsídios para uma gestão sustentável**. 2006. 201p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

MORSELETTO, P. Targets for a circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, v.153, p.104553, 2020.

MOURÃO, S. A.; ARAGÃO, V. R.; DAMASCENO, D. A. P. M. Diagnóstico da disposição dos resíduos sólidos da construção civil na cidade de Montes Claros, MG. **Ciência e Natura**, v.37, n.42, p.251-261, 2015.

NUNES, K. R. A. **Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos de construção civil e demolição: estudo de caso para o município do Rio de Janeiro**. 2004. 276p. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA, J. C. de. **Indicadores de potencialidades e desempenho de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil em pavimentos flexíveis**. 2007. 167p. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Departamento de Ciências, Universidade de Brasília, 2007.

OLIVEIRA, M. E. D. de; SALES, R. J. de M.; OLIVEIRA, L. A. S. de; CABRAL, A. E. B. Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.16, n.3, p.219-224, 2011.

OLIVEIRA, C. E. M. **Levantamento e classificação de resíduos de construção e demolição em Ilha Solteira – SP**. 2014. 105p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2014.

OLIVEIRA, M. L. S.; IZQUIERDO, M.; QUEROL, X.; LIEBERMAN, R. N.; SAIKIA, B. K.; SILVA, L. F. O. Nanoparticles from construction wastes: a problem to health and the environment. **Journal of Cleaner Production**, v.219, p.236-243, 2019.

OSMANI, M.; GLASS, J.; PRICE, A. D. F. Architects' perspectives on construction waste reduction by design. **Waste Management**, v.28, n.7, p.1147–1158, 2008.

OUYANG, C.; ZHOU, K.; XU, Q.; YIN, J.; PENG, D.; WANG, D.; LI, W. Dynamic analysis and numerical modeling of the 2015 catastrophic landslide of the construction waste landfill at Guangming, Shenzhen, China. **Landslides**, v.14, n.2, p.705–718, 2016.

PENG, Y.; ZHU, X.; ZHANG, F.; HUANG, L.; XUE, J.; XU, Y. Farmers' risk perception of concentrated rural settlement development after the 5.12 Sichuan Earthquake. **Habitat International**, v. 71, p. 169–176, 2018.

PERIUS, G. R. **Influência das propriedades físicas de agregados reciclados sobre a retração por secagem em concreto auto-adensável**. 2009. 131p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. de P. (Coord.) **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: Obra Limpa, 2005. 48p.

PINTO, T. de P.; GONZÁLEZ, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Volume 1 - manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios**. Brasília: CAIXA, 2005. 196p.

PIOVEZAN JÚNIOR, G. T. A.; DA SILVA, C. E. Investigação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria-RS: um passo importante para a gestão sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2007, p.1-8.

PIOVEZAN JÚNIOR, G. T. A.; DA SILVA, C. E.; DARONCO, G. C.; REIS, R. P. Avaliação quantitativa da geração dos resíduos da construção civil – RCC no município de Santa Rosa – Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2., 2010, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: FIEMA, 2010, p.1-6.

POON, C. S.; YU, A. T. W.; NG, L. H. Comparison of low-waste building technologies adopted in public and private housing projects in Hong Kong. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v.10, n.2, p.88–98, 2003.

POON, C. S.; YU, A. T. W.; WONG, A.; YIP, R. Quantifying the impact of construction waste charging scheme on construction waste management in Hong Kong. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.139, n.5, p.466–479, 2013.

PROTA, L. Gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v.21, n.28, p.47-65, 2014.

RAMOS, B. de F. **Indicadores de qualidade dos resíduos da construção civil no município de Vitória-ES**. 2007. 190p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

RIBEIRO, F. A. B. S.; DIAS, J. F. Deposição irregular dos resíduos de construção civil em Uberlândia/MG. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v.1, n.5, p.88-106, 2013.

RIBEIRO, G. C. **Avaliação do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) do município de Torres, Rio Grande do Sul**. 2013. 100p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ROCHA, E. G. de A. **Os resíduos sólidos de construção e demolição: gerenciamento, quantificação e caracterização. Um estudo de caso no Distrito Federal**. 2006. 155p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

RODRIGUES, F.; CARVALHO, M. T.; EVANGELISTA, L.; DE BRITO, J. Physical–chemical and mineralogical characterization of fine aggregates from construction and demolition waste recycling plants. **Journal of Cleaner Production**, v.52, p.438–445, 2013.

RODRÍGUEZ-ROBLES, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, J.; JUAN-VALDÉS, A.; MORÁN-DEL POZO, J. M.; GUERRA-ROMERO, M. I. Overview regarding construction and demolition waste in Spain. **Environmental Technology**, v.36, n.23, p.1–11, 2015.

RÖHM, D. G.; MARQUES NETO, J. da C.; RÖHM, S. A. Gestão dos resíduos da construção civil (RCC) em canteiros de obras de empresas construtoras da cidade de São Carlos-SP, Brasil. **Engenharia Civil - UM**, n.45, p.21-36, 2013.

ROMANI, A. P.; SEGALA, K. **Planos de resíduos sólidos: desafios e oportunidades no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2014. 98p.

ROUSSAT, N.; MÉHU, J.; ABDELGHAFOUR, M.; BRULA, P. Leaching behaviour of hazardous demolition waste. **Waste Management**, v.28, n.11, p.2032–2040, 2008.

SANTOS, A. N. dos. **Diagnóstico da situação dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Petrolina/PE**. 2008. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2008.

SÃO PAULO (SP). Lei nº 14.803, de 26 de junho de 2008. Dispõe sobre o plano integrado de gerenciamento dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos e seus componentes, o programa municipal de gerenciamento e projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil conforme previstos na Resolução CONAMA nº 307/2002, disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2008/1481/14803/lei-ordinaria-n-14803-2008-dispoe-sobre-o-plano-integrado-de-gerenciamento-dos-residuos-da-construcao-civil-e-residuos-volumosos-e-seus-componentes-o-programa-municipal-de-gerenciamento-e-projetos-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-conforme-previstos-na-resolucao-conama-n-307-2002-disciplina-a-acao-dos-geradores-e-transportadores-destes-residuos-no-ambito-do-sistema-de-limpeza-urbana-do-municipio-de-sao-paulo-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SAPATA, S. M. M. **Diagnóstico e proposta para gerenciamento do resíduo da construção civil no município de Maringá-PR**. 2002. 170p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SARDÁ, M. C. **Diagnóstico do resíduo da construção civil gerado no município de Blumenau-SC: potencialidades de uso em obras públicas**. 2003. 129p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 131p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SCREMIN, L. B. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SHEN, L. Y.; TAM, V. W. Y.; TAM, C. M.; DREW, D. Mapping approach for examining waste management on construction sites. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.130, n.4, p.472–481, 2004.

SILVA, C. de O. **Resíduos sólidos: uma problemática do nosso dia a dia**. União dos Palmares: Clube de Autores, 2010.

SILVA, L. M. da. **Gestão de resíduos da construção civil: dificuldades para implementação do plano integrado de gestão de resíduos no município de São Leopoldo**. 2011. 86p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, A. A. **Avaliação dos pontos de apoio (ecopontos) na gestão dos resíduos sólidos urbanos: estudo de caso de São José do Rio Preto – SP**. 2012. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

SILVA, R. V.; DE BRITO, J.; DHIR, R. K. Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. **Construction and Building Materials**, v.65, p.201–217, 2014.

SILVA, L. C. S.; SILVA, C. E. **Diagnóstico dos resíduos da construção civil em Teresina-PI**. Teresina: UFPI, 2015.

SILVA, L. P. da. **Análise e caracterização da gestão dos resíduos da construção civil no município de Ribeirão Preto-SP**. 2018. 176p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção civil) – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO (SNIC). **Consumo, produção e valores de materiais de construção: Consumo mensal de cimento – por UF, Grandes Regiões e total Brasil**. 2020. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/materiais-de-construcao/cimento>. Acesso em: 02 abr. 2020.

SOLÍS-GUZMÁN, J.; MARRERO, M.; MONTES-DELGADO, M. V.; RAMÍREZ-DE-ARELLANO, A. A Spanish model for quantification and management of construction waste. **Waste Management**, v.29, n.9, p.2542–2548, 2009.

SPIES, S. 3R in construction and demolition waste (CDW) – potentials and constraints. **GTZ – German Technical Cooperation: Division for Environment, Resource Efficiency and Waste Management**. 2009. p.1-22. Disponível em: <http://www.env.go.jp/recycle/3r/en/forum_asia/results/pdf/20091111/06.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2019.

TAM, V. W. Y.; HAO, J. J. L. Prefabrication as a mean of minimizing construction waste on site. **International Journal of Construction Management**, v.14, n.2, p.113–121, 2014.

TAM, V. W. Y.; TAM, C. M.; ZENG, S. X.; NG, W. C. Y. Towards adoption of prefabrication in construction. **Building and Environment**, v.42, n.10, p.3642– 3654, 2007.

TAVARES, L. P. M. **Levantamento e análise da deposição e destinação dos resíduos da construção civil em Ituiutaba, MG**. 2007. 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

TESSARO, A. B.; DE SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente construído**, v.12, n.2, p.121-130, 2012.

TEIXEIRA, J. P. (Coord.) **Economia Circular no Setor da Construção Civil I - Ciclo dos materiais**. Lisboa: Comissão de Coordenação e desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, 2019.

TROCA, J. R. **Reciclagem de RCD de acordo com a resolução no 307 do Conama**. 131. ed. São Paulo: Téchne, 2008.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Human development data (1990-2018)**. 2020. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/data>. Acesso em: 02 abr. 2020.

UNITED STATES. **Resource Conservation and Recovering Act of 1976**. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-90/pdf/STATUTE-90-Pg2795.pdf> Acesso em: 31 de março de 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). **Advancing sustainable materials management: 2017 fact sheet**. 2019. Washington, D.C.: US EPA. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-11/documents/2017_facts_and_figures_fact_sheet_final.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

WANG, J.; LI, Z.; TAM, V. W. Y. Critical factors in effective construction waste minimization at the design stage: a Shenzhen case study, China. **Resources, Conservation and Recycling**, v.82, p.1–7, 2014.

WANG, J.; LI, Z.; TAM, V. W. Y. Identifying best design strategies for construction waste minimization. **Journal of Cleaner Production**, v.92, p.237–247, 2015.

WANG, J.; YUAN, H.; KANG, X.; LU, W. Critical success factors for on-site sorting of construction waste: a china study. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.11, p.931–936, 2010.

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE (WBDG). **Construction waste management**. 2016. Disponível em: <https://www.wbdg.org/resources/construction-waste-management>. Acesso em: 04 jun. 2019.

WON, J.; CHENG, J. C. P.; LEE, G. Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: case studies in South Korea. **Waste Management**, v.49, p.170–180, 2016.

WORLD BANK GROUP. **What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050**. 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Acesso em 18 de abril de 2019.

WORLD COMISSION ON ENVIROMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Our Common Future**. 1987. Disponível em: <https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/UN%20WCED%201987%20Brundtland%20Report.pdf> Acesso em 31 de março de 2020.

WU, Z.; YU, A. T. W.; SHEN, L. Investigating the determinants of contractor's construction and demolition waste management behavior in Mainland China. **Waste Management**, v.60, p.290–300, 2017.

WU, Z.; YU, A. T. W.; SHEN, L.; LIU, G. Quantifying construction and demolition waste: an analytical review. **Waste Management**, v.34, n.9, p.1683–1692, 2014.

XAVIER, L. L. **Subsídios para tomada de decisão visando melhoria do gerenciamento do resíduo urbano em Florianópolis/SC: Enfoque no resíduo da construção civil**. 2001. 156p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

YANG, H.; XIA, J.; THOMPSON, J. R.; FLOWER, R. J. Urban construction and demolition waste and landfill failure in Shenzhen, China. **Waste Management**, v.63, p.393–396, 2017.

YEHEYIS, M.; HEWAGE, K.; ALAM, M. S.; ESKICIOGLU, C.; SADIQ, R. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v.15, n.1, p.81–91, 2013.

YU, A. T. W.; POON, C. S.; WONG, A.; YIP, R.; JAILLON, L. Impact of construction waste disposal charging scheme on work practices at construction sites in Hong Kong. **Waste Management**, v.33, n.1, p.138–146, 2013.

YUAN, H. P. A SWOT analysis of successful construction waste management. **Journal of Cleaner Production**, v.39, p.1–8, 2013.

YUAN, H.; SHEN, L. Trend of the research on construction and demolition waste management.

Waste Management, v.31, n.4, p.670-679, 2011.

ZANTA, V. M. **Resíduos sólidos: gerenciamento e reciclagem de resíduo de construção e demolição – RCD. Guia profissional em treinamento: níveis 1 e 2 Secretaria Nacional de saneamento ambiental**. Salvador: ReCESA, 2008. 76p.

ZHAN, L.; ZHANG, Z.; CHEN, Y.; CHEN, R.; ZHANG, S.; LIU, J.; LI, A. The 2015 Shenzhen catastrophic landslide in a construction waste dump: reconstitution of dump structure and failure mechanisms via geotechnical investigations. **Engineering Geology**, v.238, p.15–26, 2018.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. 1997. 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TABELAS

x

Tabela 7 – Estimativa da geração de RCD em alguns municípios brasileiros

Município/UF	Referência	Per capita (em kg/hab./dia)	Per capita (em kg/hab./ano*)	Total (em t/dia)	Taxa de geração (em kg/m²)	Massa unitária (em t/m³)	Nº de dias anuais	% RCD/ RSU	População (x1000 hab.)
São Carlos/SP	Córdoba (2010)	3,13	1142,45	711,02	137,02	1,20	288	nd	226,789
Ilha Solteira/SP	Oliveira (2014)	2,65	967,25	66,50	96,00	1,36	312	nd	25,071
Lençóis Paulista/SP	Esguícero (2010)	2,45	894,25	155,30	-	1,20	312	nd	63,314
Florianópolis/SC	Xavier (2001)	2,39	872,35	795,18	150,00	1,04	312	nd	331,784
Araguari/MG	Marques (2007)	2,12	774,24	235,30	-	1,20	264	nd	109,876
São Carlos/SP	Marques Neto (2003)	1,93	704,45	380,73	137,02	0,60	288	nd	197,187
Aracaju/SE	Daltro Filho et al. (2005)	1,62	591,30	796,00	150,00	1,24	312	82,0	491,898
Torres/RS	Ribeiro (2013)	1,56	569,40	118,95	150,00	1,16	312	nd	76,250
São Leopoldo/RS	Silva (2011)	1,54	561,54	331,76	150,00	var	312	nd	213,098
Maringá/PR	Sapata (2002)	1,47	536,55	423,74	150,00	1,08	312	51,8	288,653
Santa Rosa/RS	Piovezan Júnior et al. (2010)	1,38	503,70	80,00	-	1,20	360	64,0	58,132
Ribeirão Preto/SP	Silva (2018)	1,24	452,60	837,17	183,28	0,79	288	nd	674,405
Campo Mourão/PR	Corneli (2009)	1,23	448,95	95,00	96,00	1,36	312	nd	76,753
Pelotas/RS	Tessaro, de Sá e Scremin (2012)	1,23	448,95	403,30	-	1,28	312	30,5	nd
Blumenau/SC	Sardá (2003)	1,22	445,30	331,51	49,00	1,14	312	nd	272,283
Campo Mourão/PR	Alves (2015)	1,22	445,30	113,37	-	1,20	365	nd	92,930
Batatais/SP	Freitas (2009)	1,18	430,70	64,50	151,71	1,16	288	56,0	54,525
Biguaçu/SC	Hoffmann (2018)	1,15	419,75	77,95	150,00	1,00	312	nd	67,458
Santos/SP	Castro (2003)	1,04	379,60	434,46	150,00	1,20	312	42,0	417,777
São Carlos/SP	Röhm et al. (2013)	0,99	361,35	220,32	137,02	-	365	nd	221,936
Criciúma/SC	Cardoso (2011)	0,96	350,40	145,65	150,00	1,20	240	nd	192,200
Governador Valadares/MG	Athayde Júnior et al. (2004)	0,93	337,63	232,03	-	1,60	300	nd	250,720
Recife/PE	Carneiro (2005)	0,77	281,05	1142,40	150,00	1,36	312	nd	1.486,869
Içara/SC	Cardoso (2011)	0,77	279,23	40,21	150,00	1,20	240	nd	58,859
Lavras/MG	Troca (2006)	0,70	255,50	56,00	150,00	1,20	300	nd	81,482
Ituiutaba/MG	Tavares (2007)	0,67	244,55	67,12	150,00	1,10	312	55,9	99,563
Patrocínio/MG	Elias (2006)	0,60	219,00	48,76	151,30	0,95	288	nd	80,884
Passo Fundo/RS	Bernardes et al. (2008)	0,55	200,75	101,90	-	1,36	360	nd	185,279
Santa Maria/RS	Piovezan Júnior e Silva (2007)	0,52	189,80	127,00	-	1,20	360	nd	242,000
Rio de Janeiro/RJ	Nunes (2004)	0,49	178,85	2877,00	150,00	nd	365	nd	nd
Teresina/PI	Silva e Silva (2015)	0,28	102,20	223,20	-	1,20	360	nd	802,537
Média		**1,29**	**470,61**	**378,49**	**140,38**	**1,17**	**312**		
Mediana		**1,22**	**445,30**	**220,32**	**150,00**	**1,20**	**312**		
Mínimo		**0,28**	**102,20**	**40,21**	**49,00**	**0,60**	**240**		
Máximo		**3,13**	**1142,45**	**2877,00**	**183,28**	**1,60**	**365**		

Notas: *RCD – Resíduo de Construção e Demolição. RSU – Resíduo Sólido Urbano. nd – Informação não disponível. var – Informação variável, conforme a carga típica do agente coletor. * Considerado ano com 365 dias.*

Fonte: O autor, 2020

Tabela 27 - Pontuação detahada referente à pesquisa de levantamento

Capital/UF	Questão 1	Questão 1a	Questão 1b	Questão 1c	Questão 1d	Questão 1e	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6	Questão 7	Questão 8	Questão 9	Questão 10	Questão 11	Questão 12	Questão 13	Questão 14	Questão 15	Questão 16	Questão 17	Questão 18	Questão 19	Questão 20	Total
Aracaju/SE	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	**12,00**
Belém/PA	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**7,50**
Belo Horizonte/MG	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	**15,67**
Boa Vista/RR	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	0,00	-	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**19,67**
Brasília/DF	1,00	1,00	0,00	1,00	-	-	1,00	0,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	**15,75**
Campo Grande/MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	0,67	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**22,17**
Cuiabá/MT	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**19,00**
Curitiba/PR	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,50	0,75	0,50	0,50	-	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	**16,25**
Florianópolis/SC	0,25	-	-	-	-	-	1,00	0,00	0,50	1,00	0,50	0,50	-	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	**9,75**
Fortaleza/CE	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**19,17**
Goiânia/GO	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**7,50**
João Pessoa/PB	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	-	**14,00**
Macapá/AP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**2,50**
Maceió/AL	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	**18,50**
Manaus/AM	1,00	1,00	0,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**3,00**
Natal/RN	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-	**9,00**
Palmas/TO	1,00	1,00	1,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	**3,25**
Porto Alegre/RS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,50	-	-	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**18,00**
Porto Velho/RO	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	**7,50**
Recife/PE	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,50	0,70	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	**18,70**
Rio Branco/AC	0,25	-	-	-	-	-	1,00	0,00	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**7,25**
Rio de Janeiro/RJ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	**11,50**
Salvador/BA	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,25	0,00	0,00	0,00	**10,25**
São Luís/MA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
São Paulo/SP	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,67	0,75	0,50	-	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**18,92**
Teresina/PI	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,50	0,50	-	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,00	**12,25**
Vitória/ES	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-	**10,50**
Total	**18,75**	**20,00**	**12,00**	**20,25**	**14,00**	**11,00**	**10,50**	**5,50**	**11,58**	**16,70**	**10,50**	**10,75**	**9,50**	**11,00**	**12,50**	**13,00**	**10,00**	**10,00**	**13,00**	**20,50**	**22,25**	**10,25**	**13,25**	**11,25**	**11,50**	**329,53**
Percentual atingido	**69,4%**	**74,1%**	**44,4%**	**75,0%**	**51,9%**	**40,7%**	**38,9%**	**20,4%**	**42,9%**	**61,9%**	**38,9%**	**39,8%**	**35,2%**	**40,7%**	**46,3%**	**48,1%**	**37,0%**	**37,0%**	**48,1%**	**75,9%**	**82,4%**	**38,0%**	**49,1%**	**41,7%**	**42,6%**	**48,8%**

Notas: *A ficha questionário pode ser visualizada no Apêndice D. Em geral, considerou-se: 0,00 ponto para quem forneceu as respostas "não" ou "não/desconheço", 0,25 ponto para as respostas "em elaboração" ou "em estudo/processo de formalização", e 1,00 ponto para a resposta "sim", sendo que para mais de uma resposta foi considerada a média das suas pontuações. Na questão 2: 0,00 ponto para a resposta "gerador, faz o próprio transporte e/ou contrata caçamba", 0,50 ponto para a resposta "gerador e prefeitura, por meio de empresa terceirizada", e 1,00 ponto para as respostas "prefeitura" ou "prefeitura, por meio de empresa terceirizada". Na questão 4: 0,00 ponto para alternativas ambientalmente inadequadas (aterro sanitário, lixão, aterro controlado, etc.), 0,50 ponto para as respostas "aterro de inertes" ou "outro" (ATT), e 1,00 ponto para a resposta "central de reciclagem". Cabe ressaltar que as capitais que responderam alternativas ambientalmente inadequadas na questão 4, tiveram as pontuações zeradas nas demais questões relacionadas ao local utilizado para destinação final dos RCD. Na questão 5: 0,00 ponto para quem respondeu "não" e citou município com mais de 40 km de distância, 0,50 ponto para quem respondeu "não" e citou município de 20 a 40 km de distância, e 1,00 ponto para quem respondeu "sim" ou "não" e citou município com até 20 km de distância. Na questão 6: 0,00 ponto para a resposta "outro", 0,50 ponto para as respostas "poder público" ou "poder privado", e 1,00 ponto para a resposta "poder público-privado". Na questão 7: 0,50 ponto para data posterior, e 1,00 ponto para data anterior à publicação da PNRS. Na questão 8: 0,50 ponto para valores inferiores à média encontrada de 1,29 kg/hab./dia ou superiores à média global de 1,68 kg/hab./dia e 1,00 ponto para valores iguais ou entre essas médias. Nas questões 12 e 13: 0,00 ponto para a resposta incorreta, e 1,00 ponto para a resposta correta, de acordo com aspectos legais e normativos. Na questão 14: 0,00 ponto para tratamentos ambientalmente inadequados, 0,50 ponto para as respostas "disposição no solo" ou "outro", e 1,00 ponto para a resposta "reciclagem".*

Fonte: O autor, 2020

APÊNDICE B – ARTIGOS DA REVISÃO DE LITERATURA

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
1	Vargemezis, G., Tsourlos, P., Giannopoulos, A., & Trilyrakis, P. (2015). 3D electrical resistivity tomography technique for the investigation of a construction and demolition waste landfill site. Studia Geophysica et Geodaetica, v. 59, n. 3, p. 461–476.	Grécia; Reino Unido	8	5	1,6	Disposição final
2	Yazdanbakhsh, A. (2018). A bi-level environmental impact assessment framework for comparing construction and demolition waste management strategies. Waste Management, v. 77, p. 401–412.	Estados Unidos	3	2	1,5	Gestão e gerenciamento
3	Liu, Z., Osmani, M., Demian, P., & Baldwin, A. (2015). A BIM-aided construction waste minimisation framework. Automation in Construction, v. 59, p. 1–23.	Reino Unido	65	5	13,0	Redução
4	Xu, J., Shi, Y., Xie, Y., & Zhao, S. (2019). A BIM-based construction and demolition waste information management system for greenhouse gas quantification and reduction. Journal of Cleaner Production, v. 229, p. 308-324.	China; Estados Unidos	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
5	Maniam, H., Nagapan, S., Abdullah, A. H., Subramaniam, S., & Sohu, S. (2018). A comparative study of construction waste generation rate based on different construction methods on construction project in Malaysia. Engineering, Technology and Applied Science Research, v. 8, n. 5, p. 3488-3491.	Malásia	2	2	1,0	Outros = Geração
6	Turkyilmaz, A., Guney, M., Karaca, F., Bagdatkyzy, Z., Sandybayeva, A., & Sirenova, G. (2019). A comprehensive construction and demolition waste management model using PESTEL and 3R for construction companies operating in Central Asia. Sustainability, v. 11, n. 6, p. 1593.	Cazaquistão	2	1	2,0	Gestão e gerenciamento
7	Liu, J., Teng, Y., Jiang, Y., & Gong, E. (2018). A cost compensation model for construction and demolition waste disposal in South China. Environmental Science and Pollution Research, v. 26, n. 14, p. 13773-13784.	China; Estados Unidos	2	2	1,0	Gestão e gerenciamento
8	Zhang, L., & Atkins, A. S. (2014). A decision support application in tracking construction waste using rule-based reasoning and RFID technology. International Journal of Computational Intelligence Systems, v. 8, n. 1, p. 128–137.	China; Reino Unido	3	6	0,5	Reciclagem
9	Villoria Sáez, P., & Osmani, M. (2019). A diagnosis of construction and demolition waste generation and recovery practice in the European Union. Journal of Cleaner Production, v. 241, p. 118400.	Espanha; Reino Unido	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
10	Yuan, H. P., Chini, A. R., Lu, Y., & Shen, L. (2012). A dynamic model for assessing the effects of management strategies on the reduction of construction and demolition waste. Waste Management, v. 32, n. 3, p. 521–531.	China; Estados Unidos; Hong Kong	137	8	17,1	Gestão e gerenciamento
11	Calvo, N., Varela-Candamio, L., & Novo-Corti, I. (2014). A dynamic model for Construction and Demolition (C&D) waste management in Spain: driving policies based on economic incentives and tax penalties. Sustainability, v. 6, n. 1, p. 416–435.	Espanha	51	6	8,5	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
12	Pang, Y., Xiao, Y., & Liu, J. (2017). A dynamic model for simulation of the scale of industrial Chain of construction waste reclamation in China. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 11, p. 164-181.	China	0	3	0,0	Gestão e gerenciamento
13	Hao, J., Yuan, H. P., Liu, J., Chin, C. S., & Lu, W. S. (2019). A model for assessing the economic performance of construction waste reduction. Journal of Cleaner Production, v. 232, p. 427-440.	China; Hong Kong	1	1	1,0	Gestão e gerenciamento
14	Yuan, H. P., Shen, L. Y., Hao, J. J. L., & Lu, W. S. (2011). A model for cost–benefit analysis of construction and demolition waste management throughout the waste chain. Resources, Conservation and Recycling, v. 55, n. 6, p. 604–612.	China; Canadá; Hong Kong	151	9	16,8	Gestão e gerenciamento
15	Nagalli, A., & de Carvalho, K. Q. (2019). A model for estimating construction waste generation in masonry building. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management, v. 172, n. 1, p. 28-36.	Brasil	1	1	1,0	Outros = Geração
16	Li, J. R., Ding, Z., Mi, X., & Wang, J. Y. (2013). A model for estimating construction waste generation index for building project in China. Resources, Conservation and Recycling, v. 74, p. 20–26.	China	72	7	10,3	Outros = Geração
17	Yuan, H. P. (2012). A model for evaluating the social performance of construction waste management. Waste Management, v. 32, n. 6, p. 1218–1228.	China	108	8	13,5	Gestão e gerenciamento
18	Jingkuang, L., Yousong, W., & Yiyong, L. (2012). A model for quantification of construction waste in new residential buildings in Pearl River Delta of China. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 6, p. 398-403.	China	5	8	0,6	Outros = Geração
19	Llatas, C. (2011). A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. Waste Management, v. 31, n. 6, p. 1261–1276.	Espanha	181	9	20,1	Outros = Geração
20	Katz, A., & Baum, H. (2011). A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. Waste Management, v. 31, n. 2, p. 353–358.	Israel	123	9	13,7	Outros = Geração
21	Ng, C. W. W., Chen, R., Coo, J. L., Liu, J., Ni, J. J., Chen, Y. M., Zhan, T. L. T., Guo, H. W., & Lu, B. W. (2019). A novel vegetated three-layer landfill cover system using recycled construction wastes without geomembrane. Canadian Geotechnical Journal, v. 56, n. 12, p. 1863-1875.	Hong Kong; China	4	1	4,0	Reciclagem
22	Hoang, N. H., Ishigaki, T., Kubota, R., Yamada, M., & Kawamoto, K. (2019). A review of construction and demolition waste management in Southeast Asia. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 30, p. 1-11.	Japão	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
23	Kelly, M., & Dowd, D. (2017). A review of construction waste management practices on selected case studies in Ireland. Waste and Resource Management, v. 170, n. 2, p. 78–84.	Irlanda	4	1	4,0	Gestão e gerenciamento
24	Baba, B., & Suratkon, A. B. (2017). A review of effectiveness of construction waste minimization practices in Bauchi State, Nigeria. Path of Science, v. 3, n. 11, p. 2012-2015.	Nigéria; Malásia	1	3	0,3	Redução

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
25	Wu, H., Zuo, J., Yuan, H. P., Zillante, G., & Wang, J. Y. (2019). A review of performance assessment methods for construction and demolition waste management. Resources, Conservation and Recycling, v. 150, p. 104407.	Austrália; China	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
26	Umar, U. A., Shafiq, N., Malakahmad, A., Nuruddin, M. F., & Khamidi, M. F. (2016). A review on adoption of novel techniques in construction waste management and policy. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 19, n. 4, p. 1361–1373.	Malásia	13	4	3,3	Gestão e gerenciamento
27	Xiao, W., Yang, J., Fang, H., Zhuang, J., & Ku, Y. (2019). A robust classification algorithm for separation of construction waste using NIR hyperspectral system. Waste Management, v. 90, p. 1–9.	China	0	1	0,0	Reciclagem
28	Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M. V., & Ramírez-de-Arellano, A. (2009). A spanish model for quantification and management of construction waste. Waste Management, v. 29, n. 9, p. 2542–2548.	Espanha	270	11	24,5	Gestão e gerenciamento
29	Miatto, A., Schandl, H., Forlin, L., Ronzani, F., Borin, P., Giordano, A., & Tanikawa, H. (2019). A spatial analysis of material stock accumulation and demolition waste potential of buildings: a case study of Padua. Resources Conservation and Recycling, v. 142, p. 245-256.	Japão; Austrália; Itália; Estados Unidos	7	1	7,0	Outros = Geração
30	Najafpoor, A. A., Zarei, A., Jamali-Behnam, F., Vahedian-Shahroudi, M., Zarei, A. (2014). A study identifying causes of construction waste production and applying safety management on construction site. Iranian Journal of Health Sciences, v. 2, n. 3, p. 49-54.	Irã	16	6	2,7	Outros = Geração
31	Al-Sari, M. I., Al-Khatib, I. A., Avraamides, M., & Fatta-Kassinos, D. (2011). A study on the attitudes and behavioural influence of construction waste management in occupied Palestinian territory. Waste Management & Research, v. 30, n. 2, p. 122–136.	Cisjordânia; Bélgica; Chipre	42	9	4,7	Gestão e gerenciamento
32	Cai, J., Wang, S., & Xiao, Z. (2018). A study on the CO2 capture and attrition performance of construction and demolition waste. Fuel, v. 222, p. 232–242.	China	2	2	1,0	Reciclagem
33	Yuan, H. P. (2013). A SWOT analysis of successful construction waste management. Journal of Cleaner Production, v. 39, p. 1–8.	China	162	7	23,1	Gestão e gerenciamento
34	Mak, T. M. W., Chen, P.-C., Wang, L., Tsang, D. C. W., Hsu, S. C., & Poon, C. S. (2019). A system dynamics approach to determine construction waste disposal charge in Hong Kong. Journal of Cleaner Production, v. 241, p. 118309.	Hong Kong; Taiwan; Reino Unido	0	1	0,0	Disposição final
35	Zhao, W., Ren, H., & Rotter, V. S. (2011). A system dynamics model for evaluating the alternative of type in construction and demolition waste recycling center – the case of Chongqing, China. Resources, Conservation and Recycling, v. 55, n. 11, p. 933–944.	China; Alemanha	93	9	10,3	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
36	Ding, Z., Zhu, M., Tam, V. W. Y., Yi, G., & Tran, C. N. N. (2018). A system dynamics-based environmental benefit assessment model of construction waste reduction management at the design and construction stages. Journal of Cleaner Production, v. 176, p. 676–692.	China; Austrália	48	2	24,0	Redução
37	Ding, Z., Yi, G., Tam, V. W. Y., & Huang, T. (2016). A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China. Waste Management, v. 51, p. 130–141.	China; Austrália	70	4	17,5	Redução
38	Banias, G., Achillas, C., Vlachokostas, C., Moussiopoulos, N., & Papaioannou, I. (2011). A web-based Decision Support System for the optimal management of construction and demolition waste. Waste Management, v. 31, n. 12, p. 2497–2502.	Grécia	80	9	8,9	Gestão e gerenciamento
39	Wang, J., Zhang, P., Yang, L., & Huang, T. (2015). Adsorption characteristics of construction waste for heavy metals from urban stormwater runoff. Chinese Journal of Chemical Engineering, v. 23, n. 9, p. 1542–1550.	China	19	5	3,8	Reciclagem
40	Robayo-Salazar, R. A., Rivera, J. F., & Mejía de Gutiérrez, R. (2017). Alkali-activated building materials made with recycled construction and demolition wastes. Construction and Building Materials, v. 149, p. 130–138.	Colômbia	26	3	8,7	Reciclagem
41	Puertas F., Santos, R., Alonso, M. M., & del Río Merino, M. (2015). Alkali-activated cement mortars containing recycled clay-based construction and demolition waste. Ceramics – Silikáty, v. 59, n. 3, p. 202-210.	Espanha	10	5	2,0	Reciclagem
42	Bassani, M., Tefa, L., Coppola, B., & Palmero, P. (2019). Alkali-activation of aggregate fines from construction and demolition waste: valorisation in view of road pavement subbase applications. Journal of Cleaner Production, v. 234, p. 71–84.	Itália	1	1	1,0	Reciclagem
43	Bassani, M., Tefa, L., Russo, A., & Palmero, P. (2019). Alkali-activation of recycled construction and demolition waste aggregate with no added binder. Construction and Building Materials, v. 205, p. 398–413.	Itália	7	1	7,0	Reciclagem
44	Córdoba, R. E., Marques Neto, J. C., Santiago, C. D., Pugliesi, E., & Schalch, V. (2019). Alternative Construction and Demolition (C&D) waste characterization method proposal. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 24, n. 1, p. 199–212.	Brasil	1	1	1,0	Outros = Geração
45	Ding, Z., Wang, Y., & Zou, P. X. W. (2016). An agent based environmental impact assessment of building demolition waste management: conventional versus green management. Journal of Cleaner Production, v. 133, p. 1136–1153.	China; Austrália	34	4	8,5	Gestão e gerenciamento
46	Kolaventi, S. S., Tezeswi, T. P., & Kumar, M. V. N. S. (2019). An assessment of construction waste management in India: a statistical approach. Waste Management & Research, p. 1-16.	Índia	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
47	Oliveira Neto, R., Gastineau, P., Cazacliu, B. G., Le Guen, L., Paranhos, R. S., & Petter, C. O. (2017). An economic analysis of the processing technologies in CDW recycling platforms. Waste Management, v. 60, p. 277–289.	Brasil; França	19	3	6,3	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
48	Lu, W. S., Yuan, H. P., Li, J. R., Hao, J. J. L., Mi, X., & Ding, Z. (2011). An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China. Waste Management, v. 31, n. 4, p. 680–687.	Hong Kong; China; Canadá	174	9	19,3	Outros = Geração
49	Islam, R., Nazifa, T. H., Yuniarto, A., Uddin, A. S. M. S., Salmiati, S., & Shahid, S. (2019). An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling. Waste Management, v. 95, p. 10–21.	Malásia; Indonésia	2	1	2,0	Gestão e gerenciamento
50	Jin, R., Li, B., Zhou, T., Wanatowski, D., & Piroozfar, P. (2017). An empirical study of perceptions towards construction and demolition waste recycling and reuse in China. Resources, Conservation and Recycling, v. 126, p. 86–98.	Reino Unido; China	56	3	18,7	Gestão e gerenciamento
51	Vossberg, C., Mason-Jones, K., & Cohen, B. (2014). An energetic life cycle assessment of C&D waste and container glass recycling in Cape Town, South Africa. Resources, Conservation and Recycling, v. 88, p. 39–49.	África do Sul	24	6	4,0	Reciclagem
52	Kim, Y.-C., Hong, W.-H., Park, J.-W., & Cha, G.-W. (2017). An estimation framework for building information modeling (BIM)-based demolition waste by type. Waste Management & Research, v. 35, n. 12, p. 1285–1295.	Coréia do Sul	12	3	4,0	Outros = Geração
53	Wu, H., Wang, J. Y., Duan, H., Ouyang, L., Huang, W., & Zuo, J. (2016). An innovative approach to managing demolition waste via GIS (Geographic Information System): a case study in Shenzhen city, China. Journal of Cleaner Production, v. 112, n. 1, p. 494-503.	China; Austrália	58	4	14,5	Gestão e gerenciamento
54	Golzarpoor, H., González, V., Shahbazpour, M., & O'Sullivan, M. (2017). An input-output simulation model for assessing production and environmental waste in construction. Journal of Cleaner Production, v. 143, p. 1094–1104.	Nova Zelândia	12	3	4,0	Gestão e gerenciamento
55	Kourmpanis, B., Papadopoulos, A., Moustakas, K., Kourmoussis, F., Stylianou, M., & Loizidou, M. (2008). An integrated approach for the management of demolition waste in Cyprus. Waste Management & Research, v. 26, n. 6, p. 573–581.	Grécia	41	12	3,4	Gestão e gerenciamento
56	Nikmehr, B., Hosseini, M. R., Rameezdeen, R., Chileshe, N., Ghoddousi, P., & Arashpour, M. (2017). An integrated model for factors affecting construction and demolition waste management in Iran. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 24, n. 6, p. 1246–1268.	Irã; Austrália	11	3	3,7	Gestão e gerenciamento
57	Wang, J. Y., Kang, X.-P., & Tam, V. W. Y. (2008). An investigation of construction wastes: an empirical study in Shenzhen. Journal of Engineering, Design and Technology, v. 6, n. 3, p. 227–236.	China; Austrália	99	12	8,3	Outros = Geração
58	Gastaldi, D., Canonico, F., Capelli, L., Buzzi, L., Boccaleri, E., & Irico, S. (2015). An investigation on the recycling of hydrated cement from concrete demolition waste. Cement and Concrete Composites, v. 61, p. 29–35.	Itália	41	5	8,2	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
59	Wu, Z., Yu, A. T. W., & Poon, C. S. (2019). An off-site snapshot methodology for estimating building construction waste composition - a case study of Hong Kong. Environmental Impact Assessment Review, v. 77, p. 128–135.	China; Hong Kong	6	1	6,0	Outros = Geração
60	Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M. S., Eskicioglu, C., & Sadiq, R. (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. Clean Technologies and Environmental Policy, v. 15, n. 1, p. 81–91.	Canadá	220	7	31,4	Gestão e gerenciamento
61	Barritt, J. (2016). An overview on recycling and waste in construction. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials, v. 169, n. 2, p. 49–53.	Reino Unido	14	4	3,5	Reciclagem
62	Lu, W. S., Chen, X., Ho, D. C. W., & Wang, H. (2016). Analysis of the construction waste management performance in Hong Kong: the public and private sectors compared using big data. Journal of Cleaner Production, v. 112, p. 521–531.	Hong Kong	61	4	15,3	Gestão e gerenciamento
63	Shen, H., Peng, Y., & Guo, C. (2018). Analysis of the evolution game of construction and demolition waste recycling behavior based on prospect theory under environmental regulation. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 15, n. 7, p. 1518.	China	3	2	1,5	Reciclagem
64	Barriguete, A. V., del Río Merino, M., Sánchez, E. A., Ramírez, C. P., & Arrebola, C. V. (2018). Analysis of the feasibility of the use of CDW as a low-environmental-impact aggregate in conglomerates. Construction and Building Materials, v. 178, p. 83–91.	Espanha	7	2	3,5	Reciclagem
65	Piña Ramírez, C., del Río Merino, M., Viñas Arrebola, C., Vidales Barriguete, A., & Kosior-Kazberuk, M. (2019). Analysis of the mechanical behaviour of the cement mortars with additives of mineral wool fibres from recycling of CDW. Construction and Building Materials, v. 210, p. 56–62.	Espanha; Polônia	0	1	0,0	Reciclagem
66	Moghtaderi, B., Zanganeh, J., Shah, K., & Wu, H. (2012). Application of concrete and demolition waste as CO2 sorbent in chemical looping gasification of biomass. Energy & Fuels, v. 26, n. 4, p. 2046–2057.	Austrália	26	8	3,3	Reciclagem
67	Osmani, M., Glass, J., & Price, A. D. F. (2008). Architects' perspectives on construction waste reduction by design. Waste Management, v. 28, n. 7, p. 1147–1158.	Reino Unido	354	12	29,5	Redução
68	Siew, R. (2019). Are we ready for circular economy? Towards zero waste in construction. Sustainable Buildings, v. 4, n. 2, p. 1-6.	Austrália	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
69	Getahun, M. A., Shitote, S. M., & Abiero Gariy, Z. C. (2018). Artificial neural network based modelling approach for strength prediction of concrete incorporating agricultural and construction wastes. Construction and Building Materials, v. 190, p. 517–525.	Quênia; Etiópia	14	2	7,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
70	Staunton, J. A., Mc Donnell, R. J., Gormally, M. J., Williams, C. D., Henry, T., & Morrison, L. (2014). Assessing metal contamination from construction and demolition (C&D) waste used to infill wetlands: using Deroceras reticulatum (Mollusca: Gastropoda). Environmental Science: Processes Impacts, v. 16, n. 11, p. 2477–2487.	Irlanda; Estados Unidos	12	6	2,0	Disposição final
71	Banias, G., Achillas, C., Vlachokostas, C., Moussiopoulos, N., & Tarsenis, S. (2010). Assessing multiple criteria for the optimal location of a construction and demolition waste management facility. Building and Environment, v. 45, n. 10, p. 2317–2326.	Grécia	103	10	10,3	Reciclagem
72	Villoria Sáez, P., del Río Merino, M., Porras-Amores, C., & González, A. S.-A. (2014). Assessing the accumulation of construction waste generation during residential building construction works. Resources, Conservation and Recycling, v. 93, p. 67–74.	Espanha	34	6	5,7	Outros = Geração
73	Marrero, M., Puerto, M., Rivero-Camacho, C., Freire-Guerrero, A., & Solís-Guzmán, J. (2017). Assessing the economic impact and ecological footprint of construction and demolition waste during the urbanization of rural land. Resources, Conservation and Recycling, v. 117, p. 160–174.	Espanha	34	3	11,3	Gestão e gerenciamento
74	Gottsche, J., & Kelly, M. (2018). Assessing the impact of construction waste reduction on selected projects in Ireland. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management, v. 171, n. 3, p. 71–81.	Irlanda	1	2	0,5	Redução
75	Karanović, N., Gomes, A. P., & Stanisavljević, N. (2018). Assessment of construction and demolition waste management in the city of Aveiro, Portugal. Recycling and Sustainable Development, v. 11, p. 9-19.	Portugal; Sérvia	0	2	0,0	Gestão e gerenciamento
76	Rodríguez, G., Medina, C., Alegre, F. J., Asensio, E., & Sánchez de Rojas, M. I. (2015). Assessment of Construction and Demolition Waste plant management in Spain: in pursuit of sustainability and eco-efficiency. Journal of Cleaner Production, v. 90, p. 16–24.	Espanha	47	5	9,4	Reciclagem
77	Abdelhamid, M. S. (2014). Assessment of different construction and demolition waste management approaches. HBRC Journal, v. 10, n. 3, p. 317–326.	Egito	28	6	4,7	Gestão e gerenciamento
78	da Paz, D. H. F., Lafayette, K. P. V., Holanda, M. J. O., Sobral, M. C. M., & Costa, L. A. R. C. (2018). Assessment of environmental impact risks arising from the illegal dumping of construction waste in Brazil. Environment, Development and Sustainability, p. 1-16.	Brasil	2	2	1,0	Disposição final
79	Panizza, M., Natali, M., Garbin, E., Tamburini, S., & Secco, M. (2018). Assessment of geopolymers with Construction and Demolition Waste (CDW) aggregates as a building material. Construction and Building Materials, v. 181, p. 119–133.	Itália	11	2	5,5	Reciclagem
80	Domingo, N. (2015). Assessment of the impact of complex healthcare features on construction waste generation. Buildings, v. 5, n. 3, p. 860–879.	Nova Zelândia	5	5	1,0	Outros = Geração

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
81	Liu, J., Gong, E., Wang, D., Lai, X., & Zhu, J. (2018). Attitudes and behaviour towards construction waste minimisation: a comparative analysis between China and the USA. Environmental Science and Pollution Research, v. 26, n. 14, p. 13681-13690.	China; Estados Unidos	2	2	1,0	Redução
82	Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Bilal, M., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., & Kadiri, K. O. (2017). Attributes of design for construction waste minimization: A case study of waste-to-energy project. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 73, p. 1333–1341.	Reino Unido; Nigéria	12	3	4,0	Redução
83	Chen, Q., Zhang, Q., Xiao, C., & Chen, X. (2017). Backfilling behavior of a mixed aggregate based on construction waste and ultrafine tailings. Plos One, v. 12, n. 6, p. e0179872.	China; Austrália	5	3	1,7	Reciclagem
84	Yuan, H. P. (2017). Barriers and countermeasures for managing construction and demolition waste: a case of Shenzhen in China. Journal of Cleaner Production, v. 157, p. 84–93.	China	27	3	9,0	Gestão e gerenciamento
85	Abarca-Guerrero, L., Maas, G., & Twillert, H. V. (2017). Barriers and motivations for construction waste reduction practices in Costa Rica. Resources, v. 6, n. 4, p. 69.	Países Baixos; Costa Rica	9	3	3,0	Redução
86	Rogers, S. (2011). Battling construction waste and winning: lessons from UAE. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering, v. 164, n. 1, p. 41–48.	Emirados Árabes Unidos	3	9	0,3	Gestão e gerenciamento
87	Bakshan, A., Srour, I., Chehab, G., El-Fadel, M., & Karaziwan, J. (2017). Behavioral determinants towards enhancing construction waste management: a Bayesian Network analysis. Resources, Conservation and Recycling, v. 117, p. 274–284.	Líbano	33	3	11,0	Gestão e gerenciamento
88	Santos, E. C. G., Palmeira, E. M., & Bathurst, R. J. (2013). Behaviour of a geogrid reinforced wall built with recycled construction and demolition waste backfill on a collapsible foundation. Geotextiles and Geomembranes, v. 39, p. 9–19.	Brasil; Canadá	45	7	6,4	Reciclagem
89	Lu, W. S., Chen, X., Peng, Y., & Shen, L. (2015). Benchmarking construction waste management performance using big data. Resources, Conservation and Recycling, v. 105, p. 49–58.	Hong Kong; China	57	5	11,4	Gestão e gerenciamento
90	Villoria Sáez, P., del Río Merino, M., San-Antonio González, A., & Porras-Amores, C. (2013). Best practice measures assessment for construction and demolition waste management in building constructions. Resources, Conservation and Recycling, v. 75, p. 52–62.	Espanha	71	7	10,1	Gestão e gerenciamento
91	Cheng, K. J., & Mydin, M. A. O. (2014). Best practice of construction waste management and minimization. Analele Universitatii "Eftimie Murgu" Resita, v. 21, n. 1, p. 72-84.	Malásia	0	6	0,0	Gestão e gerenciamento
92	Lu, W. S. (2019). Big data analytics to identify illegal construction waste dumping: a Hong Kong study. Resources, Conservation and Recycling, v. 141, p. 264–272.	Hong Kong	9	1	9,0	Disposição final

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
93	Guerra, B. C., Bakchan, A., Leite, F., & Faust, K. M. (2019). BIM-based automated construction waste estimation algorithms: the case of concrete and drywall waste streams. Waste Management, v. 87, p. 825–832.	Estados Unidos	2	1	2,0	Outros = Geração
94	Gómez-Meijide, B., & Pérez, I. (2016). Binder-aggregate adhesion and resistance to permanent deformation of bitumen-emulsion-stabilized materials made with construction and demolition waste aggregates. Journal of Cleaner Production, v. 129, p. 125–133.	Espanha; Reino Unido	4	4	1,0	Reciclagem
95	Siempu, R., & Pancharthi, R. K. (2017). Bond characteristics of concrete made of recycled aggregates from building demolition waste. Magazine of Concrete Research, v. 69, n. 13, p. 665–682.	Índia	8	3	2,7	Reciclagem
96	Devlieger, L., Gielen, M., Little, S., Roy, A., & Dulière, A. L. (2019). Building and demolition waste in the UK. Architectural Research Quarterly, v. 23, n. 1, p. 90–96.	Reino Unido	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
97	Moyano, M. P. M., Agudo, A. R. A., & Santiago, M. O. (2011). Calculation methodology to quantify and classify construction waste. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 5, p. 131-140.	Espanha	8	9	0,9	Outros = Geração
98	Karunasena, G., & Amaratunga, D. (2016). Capacity building for post disaster construction and demolition waste management: a case of Sri Lanka. Disaster Prevention and Management, v. 25, n. 2, p. 137–153.	Sri Lanka; Reino Unido	13	4	3,3	Gestão e gerenciamento
99	Karunasena, G., Amaratunga, D., & Haigh, R. (2013). Capacity building for post disaster waste management: construction and demolition waste. International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, v. 4, n. 2, p. 996-1007.	Sri Lanka; Reino Unido	0	7	0,0	Gestão e gerenciamento
100	Karunasena, G., & Amaratunga, D. (2015). Capacity gaps in post disaster construction & demolition waste management. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 22, n. 4, p. 446–466.	Sri Lanka; Reino Unido	5	5	1,0	Gestão e gerenciamento
101	Barbudo, A., Jiménez, J. R., Ayuso, J., Galvín, A. P., & Agrela, F. (2018). Catalogue of pavements with recycled aggregates from construction and demolition waste. Proceedings, v. 2, n. 20, p. 1282.	Espanha	2	2	1,0	Reciclagem
102	Xuan, D., Houben, L. J. M., Molenaar, A. A. A., & Shui, Z. (2010). Cement treated recycled demolition waste as a road base material. Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed., v. 25, n. 4, p. 696–699.	Países Baixos; China	21	10	2,1	Reciclagem
103	Lukiantchuki, J. A., de Oliveira, J. R. M. S., Pessin, J., & de Almeida, M. S. S. (2018). Centrifuge modelling of traffic simulation on a construction waste layer. International Journal of Physical Modelling in Geotechnics, v. 18, n. 6, p. 290-300.	Brasil	3	2	1,5	Reciclagem
104	Staunton, J., Williams, C. D., Mc Donnell, R. J., Fleming, G. T. A., Henry, T., & Gormally, M. J. (2014). Challenges in assessing ecological impacts of construction and demolition waste on wetlands: a case study. Applied Ecology and Environmental Research, v. 12, n. 2, p. 457-479.	Irlanda; Estados Unidos	4	6	0,7	Disposição final

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
105	Agamuthu, P. (2008). Challenges in sustainable management of construction and demolition waste. Waste Management & Research, v. 26, n. 6, p. 491–492.	Malásia	61	12	5,1	Gestão e gerenciamento
106	Asakura, H., Watanabe, Y., Ono, Y., Yamada, M., Inoue, Y., & Alfaro, A. M. (2010). Characteristics of fine processed construction and demolition waste in Japan and method to obtain fines having low gypsum component and wood contents. Waste Management & Research, v. 28, n. 7, p. 634–646.	Japão	10	10	1,0	Disposição final
107	Gao, X., Gu, Y., Xie, T., Zhen, G., Huang, S., & Zhao, Y. (2015). Characterization and environmental risk assessment of heavy metals in construction and demolition wastes from five sources (chemical, metallurgical and light industries, and residential and recycled aggregates). Environmental Science and Pollution Research, v. 22, n. 12, p. 9332–9344.	China; Japão	20	5	4,0	Reciclagem
108	Favaretto, P., Hidalgo, G. E. N., Sampaio, C. H., Silva, R. A., & Lermen, R. T. (2017). Characterization and use of construction and demolition waste from south of Brazil in the production of foamed concrete blocks. Applied Sciences, v. 7, n. 10, p. 1090.	Brasil	10	3	3,3	Reciclagem
109	Arabyarmohammadi, H., Salarirad, M. M., & Behnamfard, A. (2013). Characterization and utilization of clay-based construction and demolition wastes as adsorbents for zinc (II) removal from aqueous solutions: an equilibrium and kinetic study. Environmental Progress & Sustainable Energy, v. 33, n. 3, p.777–789.	Irã	11	7	1,6	Reciclagem
110	Duan, H., Yu, D., Zuo, J., Yang, B., Zhang, Y., & Niu, Y. (2016). Characterization of brominated flame retardants in construction and demolition waste components: HBCD and PBDEs. Science of The Total Environment, v. 572, p. 77–85.	China; Austrália	17	4	4,3	Outros = Geração
111	Asensio, E., Medina, C., Frías, M., & Sánchez de Rojas, M. I. (2016). Characterization of ceramic-based construction and demolition waste: use as pozzolan in cements. Journal of the American Ceramic Society, v. 99, n. 12, p. 4121–4127.	Espanha	14	4	3,5	Reciclagem
112	Mejía, E., Navarro, P., Vargas, C., Tobón, J. I., & Osorio, W. (2016). Characterization of construction and demolition waste in order to obtain Ca and Si using a citric acid treatment. Dyna, v. 83, n. 199, p. 94-101.	Colômbia; Chile	2	4	0,5	Reciclagem
113	Martín-Morales, M., Zamorano, M., Ruiz-Moyano, A., & Valverde-Espinosa, I. (2011). Characterization of recycled aggregates construction and demolition waste for concrete production following the Spanish Structural Concrete Code EHE-08. Construction and Building Materials, v. 25, n. 2, p. 742–748.	Espanha	130	9	14,4	Reciclagem
114	Kopel, D., Malkinson, D., & Wittenberg, L. (2014). Characterization of vegetation community dynamics in areas affected by construction waste along the urban fringe. Urban Ecosystems, v. 18, n. 1, p. 133–150.	Israel	10	6	1,7	Disposição final

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
115	Yu, D., Duan, H., Song, Q., Li, X., Zhang, H., Zhang, H., Liu, Y., Shen, W., & Wang, J. (2018). Characterizing the environmental impact of metals in construction and demolition waste. Environmental Science and Pollution Research, v. 25, n. 14, p. 13823–13832.	China; Macau	3	2	1,5	Outros = Geração
116	Zheng, L., Wu, H., Zhang, H., Duan, H., Wang, J. Y., Jiang, W., Dong, B., Liu, G., Zuo, J., & Song, Q. (2017). Characterizing the generation and flows of construction and demolition waste in China. Construction and Building Materials, v. 136, p. 405–413.	China; Dinamarca; Austrália; Macau	54	3	18,0	Gestão e gerenciamento
117	Vatskicheva, M., & Grigorova, I. (2017). Chassis loading investigation of two-shaft shredder for construction waste management. Recycling and Sustainable Development, v. 10, p. 15-21.	Bulgária	0	3	0,0	Reciclagem
118	Moreno-Pérez, E., Hernández-Ávila, J., Rangel-Martínez, Y., Cerecedo-Sáenz, E., Arenas-Flores, A., Reyes-Valderrama, M., & Salinas-Rodríguez, E. (2018). Chemical and mineralogical characterization of recycled aggregates from construction and demolition waste from Mexico City. Minerals, v. 8, n. 6, p. 237.	México	0	2	0,0	Reciclagem
119	Angulo, S. C., Ulsen, C., John, V. M., Kahn, H., & Cincotto, M. A. (2009). Chemical–mineralogical characterization of C&D waste recycled aggregates from São Paulo, Brazil. Waste Management, v. 29, n. 2, p. 721–730.	Brasil	80	11	7,3	Reciclagem
120	Ma, Z., Li, W., Wu, H., & Cao, C. (2019). Chloride permeability of concrete mixed with activity recycled powder obtained from C&D waste. Construction and Building Materials, v. 199, p. 652–663.	China	13	1	13,0	Reciclagem
121	Roussat, N., Dujet, C., & Méhu, J. (2009). Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. Waste Management, v. 29, n. 1, p. 12–20.	França	130	11	11,8	Gestão e gerenciamento
122	Serranti, S., Gargiulo, A., & Bonifazi, G. (2012). Classification of polyolefins from building and construction waste using NIR hyperspectral imaging system. Resources, Conservation and Recycling, v. 61, p. 52–58.	Itália	65	8	8,1	Reciclagem
123	de Lucas, E. A., Medina, C., Frías, M., & Sánchez de Rojas, M. I. (2016). Clay-based construction and demolition waste as a pozzolanic addition in blended cements. Effect on sulfate resistance. Construction and Building Materials, v. 127, p. 950–958.	Espanha	10	4	2,5	Reciclagem
124	Ding, Z., Zhu, M., Wu, Z., Fu, Y., & Liu, X. (2018). Combining AHP-entropy approach with GIS for construction waste landfill selection - a case study of Shenzhen. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 15, n. 10, p. 2254.	China	4	2	2,0	Disposição final
125	Wang, J. Y., Wu, H., Duan, H., Zillante, G., Zuo, J., & Yuan, H. P. (2018). Combining life cycle assessment and Building Information Modelling to account for carbon emission of building demolition waste: a case study. Journal of Cleaner Production, v. 172, p. 3154–3166.	China; Austrália	23	2	11,5	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
126	Bassani, M., & Tefa, L. (2018). Compaction and freeze-thaw degradation assessment of recycled aggregates from unseparated construction and demolition waste. Construction and Building Materials, v. 160, p. 180–195.	Itália	8	2	4,0	Reciclagem
127	Hossain, M. U., Wu, Z., & Poon, C. S. (2017). Comparative environmental evaluation of construction waste management through different waste sorting systems in Hong Kong. Waste Management, v. 69, p. 325–335.	Hong Kong	29	3	9,7	Gestão e gerenciamento
128	Martínez, P. S., Cortina, M. G., Martínez, F. F., & Sánchez, A. R. (2016). Comparative study of three types of fine recycled aggregates from construction and demolition waste (CDW), and their use in masonry mortar fabrication. Journal of Cleaner Production, v. 118, p. 162–169.	Espanha	53	4	13,3	Reciclagem
129	Simion, I. M., Fortuna, M. E., Bonoli, A., & Gavrilescu, M. (2013). Comparing environmental impacts of natural inert and recycled construction and demolition waste processing using LCA. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, v. 21, n. 4, p. 273–287.	Romênia; Itália	46	7	6,6	Reciclagem
130	Galvín, A. P., Ayuso, J., Jiménez, J. R., & Agrela, F. (2012). Comparison of batch leaching tests and influence of pH on the release of metals from construction and demolition wastes. Waste Management, v. 32, n. 1, p. 88–95.	Espanha	59	8	7,4	Reciclagem
131	Penteado, C. S. G., & Rosado, L. P. (2016). Comparison of scenarios for the integrated management of construction and demolition waste by life cycle assessment: a case study in Brazil. Waste Management & Research, v. 34, n. 10, p. 1026–1035.	Brasil	19	4	4,8	Gestão e gerenciamento
132	Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Kadiri, K. O., Akinade, O. O., Bilal, M., Owolabi, H. A., & Alaka, H. A. (2016). Competency-based measures for designing out construction waste: task and contextual attributes. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 23, n. 4, p. 464–490.	Reino Unido; Nigéria	10	4	2,5	Redução
133	Butera, S., Christensen, T. H., & Astrup, T. F. (2014). Composition and leaching of construction and demolition waste: inorganic elements and organic compounds. Journal of Hazardous Materials, v. 276, p. 302–311.	Dinamarca	76	6	12,7	Reciclagem
134	Zhang, J. X., Wang, B., & Song, B. (2018). Composition design and performance characterization of a novel backfilling concrete derived from urban construction waste. Journal of Cleaner Production, v. 190, p. 508–516.	China	3	2	1,5	Reciclagem
135	Yang, C.-P. (2009). Composition of demolition wastes from Chi-Chi earthquake-damaged structures and the properties of their inert materials. Canadian Geotechnical Journal, v. 46, n. 4, p. 470–481.	Taiwan	12	11	1,1	Disposição final
136	Lu, W. S., Webster, C., Chen, K., Zhang, X., & Chen, X. (2017). Computational building information modelling for construction waste management: moving from rhetoric to reality. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 68, p. 587–595.	Hong Kong	41	3	13,7	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
137	Sabai, M. M., Cox, M. G. D. M., Mato, R. R., Egmond, E. L. C., & Lichtenberg, J. J. N. (2013). Concrete block production from construction and demolition waste in Tanzania. Resources, Conservation and Recycling, v. 72, p. 9–19.	Países Baixos; Tanzânia	36	7	5,1	Reciclagem
138	Lockrey, S., Verghese, K., Crossin, E., & Nguyen, H. (2018). Concrete recycling life cycle flows and performance from construction and demolition waste in Hanoi. Journal of Cleaner Production, v. 179, p. 593–604.	Austrália; Vietnã	11	2	5,5	Reciclagem
139	Richardson, A., Allain, P., & Veuille, M. (2010). Concrete with crushed, graded and washed recycled construction demolition waste as a coarse aggregate replacement. Structural Survey, v. 28, n. 2, p. 142–148.	Reino Unido; França	22	10	2,2	Reciclagem
140	González-Fonteboa, B., & Martínez-Abella, F. (2008). Concretes with aggregates from demolition waste and silica fume. Materials and mechanical properties. Building and Environment, v. 43, n. 4, p. 429–437.	Espanha	231	12	19,3	Reciclagem
141	Chen, J., Hua, C., & Liu, C. (2018). Considerations for better construction and demolition waste management: identifying the decision behaviors of contractors and government departments through a game theory decision-making model. Journal of Cleaner Production, v. 212, p. 190-199.	China	4	2	2,0	Gestão e gerenciamento
142	Wang, J. Y., Wu, H., Tam, V. W. Y., & Zuo, J. (2018). Considering life-cycle environmental impacts and society's willingness for optimizing construction and demolition waste management fee: an empirical study of China. Journal of Cleaner Production, v. 206, p. 1004-1014.	China; Austrália	14	2	7,0	Gestão e gerenciamento
143	Iacoboaea, C., Aldea, M., & Petrescu, F. (2019). Construction and demolition waste - a challenge for the European Union? Theoretical and Empirical Researches in Urban Management , v. 14, n. 1, p. 30-52.	Romênia	1	1	1,0	Gestão e gerenciamento
144	Jain, S., Singhal, S., & Jain, N. K. (2018). Construction and Demolition Waste (C&DW) in India: generation rate and implications of C&DW recycling. International Journal of Construction Management, p. 1–10.	índia	4	2	2,0	Gestão e gerenciamento
145	Liikanen, M., Grönman, K., Deviatkin, I., Havukainen, J., Hyvärinen, M., Kärki, T., Varis, J., Soukka, R., & Horttanainen, M. (2019). Construction and demolition waste as a raw material for wood polymer composites – assessment of environmental impacts. Journal of Cleaner Production, v. 225, p. 716-727.	Finlândia	2	1	2,0	Reciclagem
146	Prestes, S. M. D., Mancini, S. D., Rodolfo Junior, A., & Keiroglo, R. C. (2011). Construction and demolition waste as a source of PVC for recycling. Waste Management & Research, v. 30, n. 2, p. 115–121.	Brasil	9	9	1,0	Reciclagem
147	Rocha, S., & Sousa-Coutinho, J. (2019). Construction and demolition waste as partial cement replacement. Advances in Cement Research, v. 31, n. 9, p. 411–422.	Portugal	2	1	2,0	Reciclagem
148	Abdollahnejad, Z., Mastali, M., Falah, M., Luukkonen, T., Mazari, M., & Illikainen, M. (2019). Construction and demolition waste as recycled aggregates in alkali-activated concretes. Materials, v. 12, n. 23, p. 4016.	Estados Unidos; Finlândia	0	1	0,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
149	Gálvez-Martos, J.-L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. Resources, Conservation and Recycling, v. 136, p. 166–178.	Espanha; Reino Unido; Irlanda; Alemanha	60	2	30,0	Gestão e gerenciamento
150	de Melo, A. B., Gonçalves, A. F., & Martins, I. M. (2011). Construction and demolition waste generation and management in Lisbon (Portugal). Resources, Conservation and Recycling, v. 55, n. 12, p. 1252–1264.	Brasil; Portugal	62	9	6,9	Gestão e gerenciamento
151	Akhtar, A., & Sarmah, A. K. (2018). Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: a global perspective. Journal of Cleaner Production, v. 186, p. 262–281.	Nova Zelândia	62	2	31,0	Gestão e gerenciamento
152	Jain, S., Singhal, S., & Jain, N. K. (2019). Construction and demolition waste generation in cities in India: an integrated approach. International Journal of Sustainable Engineering, v. 12, n. 5, p. 333-340.	índia	0	1	0,0	Outros = Geração
153	Mah, C. M., Fujiwara, T., & Ho, C. S. (2016). Construction and demolition waste generation rates for high-rise buildings in Malaysia. Waste Management & Research, v. 34, n. 12, p. 1224–1230.	Japão; Malásia	23	4	5,8	Outros = Geração
154	Francisco, J. T. M., de Souza, A. E., & Teixeira, S. R. (2019). Construction and demolition waste in concrete: property of pre-molded parts for paving. Cerâmica, v. 65, n. 1, p. 22–26.	Brasil	0	1	0,0	Reciclagem
155	Dadsetan, S., Siad, H., Lachemi, M., & Sahmaran, M. (2019). Construction and Demolition Waste in Geopolymer Concrete Technology: a review. Magazine of Concrete Research, p. 1–68.	Canadá; Turquia	6	1	6,0	Reciclagem
156	Mihai, F.-C. (2019). Construction and demolition waste in Romania: the route from illegal dumping to building materials. Sustainability, v. 11, n. 11, p. 3179.	Romênia	2	1	2,0	Gestão e gerenciamento
157	Mália, M., de Brito, J., Pinheiro, M. D., & Bravo, M. (2013). Construction and demolition waste indicators. Waste Management & Research, v. 31, n. 3, p. 241–255.	Portugal	101	7	14,4	Outros = Geração
158	Dahlbo, H., Bachér, J., Lähtinen, K., Jouttijärvi, T., Suoheimo, P., Mattila, T., Sironen, S., Myllymaa, T., & Saramäki, K. (2015). Construction and demolition waste management – a holistic evaluation of environmental performance. Journal of Cleaner Production, v. 107, p. 333–341.	Finlândia	114	5	22,8	Gestão e gerenciamento
159	Broujeni, B. R., Omrani, G. A., Naghavi, R., & Afraseyabi, S. S. (2016). Construction and demolition waste management (Tehran case study). Engineering, Technology and Applied Science Research, v. 6, n. 6, p. 1249-1252.	Irã	2	4	0,5	Gestão e gerenciamento
160	Narcis, N., Ray, I., & Hosein, G. (2019). Construction and demolition waste management actions and potential benefits: a perspective from Trinidad and Tobago. Buildings, v. 9, n. 6, p. 150.	Trindade e Tobago	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
161	Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., & Ren, J. (2018). Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. Resources, Conservation and Recycling, v. 129, p. 36–44.	China; Singapura; Reino Unido; Hong Kong	70	2	35,0	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
162	Blaisi, N. I. (2019). Construction and demolition waste management in Saudi Arabia: current practice and roadmap for sustainable management. Journal of Cleaner Production, v. 221, p. 167-175.	Arábia Saudita	4	1	4,0	Gestão e gerenciamento
163	Duan, H., & Li, J. (2016). Construction and demolition waste management: China's lessons. Waste Management & Research, v. 34, n. 5, p. 397–398.	China	23	4	5,8	Gestão e gerenciamento
164	Delongui, L., Matuella, M., Núñez, W. P., Fedrigo, W., da Silva Filho, L. C. P., & Ceratti, J. A. P. (2018). Construction and demolition waste parameters for rational pavement design. Construction and Building Materials, v. 168, p. 105–112.	Brasil	6	2	3,0	Reciclagem
165	Sangiorgi, C., Lantieri, C., & Dondi, G. (2015). Construction and demolition waste recycling: an application for road construction. International Journal of Pavement Engineering, v. 16, n. 6, p. 530–537.	Itália	20	5	4,0	Reciclagem
166	Butera, S., Hyks, J., Christensen, T. H., & Astrup, T. F. (2015). Construction and demolition waste: comparison of standard up-flow column and down-flow lysimeter leaching tests. Waste Management, v. 43, p. 386–397.	Dinamarca	19	5	3,8	Reciclagem
167	Vegas, I., Ibañez, J. A., San José, J. T., & Urzelai, A. (2008). Construction demolition wastes, Waelz slag and MSWI bottom ash: A comparative technical analysis as material for road construction. Waste Management, v. 28, n. 3, p. 565–574.	Espanha	122	12	10,2	Reciclagem
168	Hao, J. L., Tam, V. W. Y., Yuan, H. P., & Wang, J. Y. (2011). Construction waste challenges in Hong Kong and Pearl River Delta Region. International Journal of Construction Management, v. 11, n. 1, p. 37–47.	Canadá; Austrália; Hong Kong	6	9	0,7	Gestão e gerenciamento
169	Carpio, M., Roldán-Fontana, J., Pacheco-Torres, R., & Ordóñez, J. (2016). Construction waste estimation depending on urban planning options in the design stage of residential buildings. Construction and Building Materials, v. 113, p. 561–570.	Chile; Espanha	9	4	2,3	Outros = Geração
170	Bakchan, A., & Faust, K. M. (2019). Construction waste generation estimates of institutional building projects: leveraging waste hauling tickets. Waste Management, v. 87, p. 301–312.	Estados Unidos	4	1	4,0	Outros = Geração
171	Arif, M., Bendi, D., Toma-Sabbagh, T., & Sutrisna, M. (2012). Construction waste management in India: an exploratory study. Construction Innovation, v. 12, n. 2, p. 133–155.	Reino Unido	53	8	6,6	Gestão e gerenciamento
172	Lu, W. S., & Tam, V. W. Y. (2013). Construction waste management policies and their effectiveness in Hong Kong: a longitudinal review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 23, p. 214–223.	Hong Kong; Austrália	110	7	15,7	Gestão e gerenciamento
173	Tam, V. W. Y., & Lu, W. S. (2016). Construction waste management profiles, practices, and performance: a cross-jurisdictional analysis in four countries. Sustainability, v. 8, n. 2, p. 190.	Austrália; Hong Kong; China	28	4	7,0	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
174	Mydin, M. A. O., & Cheng, K. J. (2014). Construction waste material management and logistic system. Analele Universitatii “Eftimie Murgu” Resita, v. 21, n. 1, p. 220-230.	Malásia	3	6	0,5	Gestão e gerenciamento
175	Lachimpadi, S. K., Pereira, J. J., Taha, M. R., & Mokhtar, M. (2012). Construction waste minimisation comparing conventional and precast construction (Mixed System and IBS) methods in high-rise buildings: a Malaysia case study. Resources, Conservation and Recycling, v. 68, p. 96–103.	Malásia	67	8	8,4	Redução
176	Wang, Z., Li, H., & Zhang, X. (2019). Construction waste recycling robot for nails and screws: computer vision technology and neural network approach. Automation in Construction, v. 97, p. 220–228.	Hong Kong; China	7	1	7,0	Reciclagem
177	Li, J. R., Zuo, J., Cai, H., & Zillante, G. (2018). Construction waste reduction behavior of contractor employees: an extended theory of planned behavior model approach. Journal of Cleaner Production, v. 172, p. 1399–1408.	China; Austrália	28	2	14,0	Redução
178	Sarhan, S., Pasquire, C., Manu, E., & King, A. (2017). Contractual governance as a source of institutionalised waste in construction: a review, implications, and road map for future research directions. International Journal of Managing Projects in Business, v. 10, n. 3, p. 550–577.	Reino Unido	12	3	4,0	Outros = Geração
179	Mendis, D., Hewage, K. N., & Wrzesniewski, J. (2015). Contractual obligations analysis for construction waste management in Canada. Journal of Civil Engineering and Management, v. 21, n. 7, p. 866–880.	Canadá	1	5	0,2	Gestão e gerenciamento
180	Barbudo, A., Galvín, A. P., Agrela, F., Ayuso, J., & Jiménez, J. R. (2012). Correlation analysis between sulphate content and leaching of sulphates in recycled aggregates from construction and demolition wastes. Waste Management, v. 32, n. 6, p. 1229–1235.	Espanha	44	8	5,5	Reciclagem
181	Liu J., & Wang, Y. (2013). Cost analysis of construction and demolition waste management: case study of the Pearl River Delta of China. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 7, p. 251-263.	China	10	7	1,4	Gestão e gerenciamento
182	Ajayi, S. O., & Oyedele, L. O. (2018). Critical design factors for minimising waste in construction projects: A structural equation modelling approach. Resources, Conservation and Recycling, v. 137, p. 302–313.	Reino Unido	11	2	5,5	Redução
183	Wang, J. Y., Yu, B., Tam, V. W. Y., Li, J., & Xu, X. (2019). Critical factors affecting willingness of design units towards construction waste minimization: an empirical study in Shenzhen, China. Journal of Cleaner Production, v. 221, p. 526-535.	China; Austrália	1	1	1,0	Redução
184	Wang, J. Y., Li, Z., & Tam, V. W. Y. (2014). Critical factors in effective construction waste minimization at the design stage: a Shenzhen case study, China. Resources, Conservation and Recycling, v. 82, p. 1–7.	China; Austrália	99	6	16,5	Redução

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
185	Wang, J. Y., Yuan, H. P., Kang, X., & Lu, W. S. (2010). Critical success factors for on-site sorting of construction waste: a china study. Resources, Conservation and Recycling, v. 54, n. 11, p. 931–936.	China; Hong Kong	186	10	18,6	Outros = Triagem
186	Nursin, A., Latief, Y., Muchtar, K., & Soeparto H. G. (2018). Cross-party collaboration to reduce construction waste to design-build projects. International Journal of Technology, v. 9, n. 4, p. 751-765.	Indonésia	0	2	0,0	Redução
187	Yang, L., He, Y., Li, Y., & Zhang, M. (2016). Decision-making model based vertical transportation channel for super high-rise construction waste. Cluster Computing, v. 20, n. 1, p. 253–262.	China	0	4	0,0	Outros = Transporte
188	Xuan, D. X., Molenaar, A. A. A., & Houben, L. J. M. (2016). Deformation behavior of cement treated demolition waste with recycled masonry and concrete subjected to drying and temperature change. Cement and Concrete Composites, v. 68, p. 27–34.	Hong Kong; Países Baixos	5	4	1,3	Reciclagem
189	Wu, H., Duan, H., Zheng, L., Wang, J. Y., Niu, Y., & Zhang, G. (2016). Demolition waste generation and recycling potentials in a rapidly developing flagship megacity of South China: prospective scenarios and implications. Construction and Building Materials, v. 113, p. 1007–1016.	China; Austrália	39	4	9,8	Gestão e gerenciamento
190	Bernardo, M., Gomes, M. C., & de Brito, J. (2016). Demolition waste generation for development of a regional management chain model. Waste Management, v. 49, p. 156–169.	Portugal	23	4	5,8	Outros = Geração
191	Marrero, M., Solis-Guzman, J., Alonso, B. M., Osuna-Rodriguez, M., & Ramirez-de-Arellano, A. (2011). Demolition waste management in Spanish legislation. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 5, n. 1, p. 162-173.	Espanha	21	9	2,3	Gestão e gerenciamento
192	Bjerregaard, M. (2008). Demolition waste: are we doing our best? Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management, v. 161, n. 2, p. 45–49.	Reino Unido	3	12	0,3	Reciclagem
193	Lei, H.-Y., Lu, H.-B., & Bai, J.-W. (2017). Design and construction of a piled mountain with engineered municipal construction waste over soft clay. Geotechnical and Geological Engineering, v. 35, n. 4, p. 1341–1356.	China	0	3	0,0	Reciclagem
194	Li, J. R., Tam, V. W. Y., Zuo, J., & Zhu, J. (2015). Designers' attitude and behaviour towards construction waste minimization by design: a study in Shenzhen, China. Resources, Conservation and Recycling, v. 105, p. 29–35.	China; Austrália	43	5	8,6	Redução
195	Akinade, O. O., Oyedele, L. O., Ajayi, S. O., Bilal, M., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., & Arawomo, O. O. (2018). Designing out construction waste using BIM technology: Stakeholders' expectations for industry deployment. Journal of Cleaner Production, v. 180, p. 375–385.	Reino Unido	27	2	13,5	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
196	Young, J. M., Kelly, T. M., & Vance, L. (2008). Determination of size fractions and concentrations of airborne particulate matter generated from construction and demolition waste processing facilities. Air Quality, Atmosphere & Health, v. 1, n. 2, p. 91–100.	Estados Unidos	2	12	0,2	Reciclagem
197	Matsuyama, T., Izumoto, Y., Ishii, K., Sakai, Y., & Yoshii, H. (2018). Determination of uranium in immersion liquid of demolition waste using total reflection X-ray fluorescence analysis. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, v. 149, p. 35–41.	Japão	4	2	2,0	Reciclagem
198	Li, Y., Zhang, X., Ding, G., & Feng, Z. (2016). Developing a quantitative construction waste estimation model for building construction projects. Resources, Conservation and Recycling, v. 106, p. 9–20.	China; Hong Kong	36	4	9,0	Outros = Geração
199	Pérez, C. T., & Costa, D. (2018). Developing a taxonomy of transportation waste in construction production processes. Built Environment Project and Asset Management.	Brasil	1	2	0,5	Outros = Transporte
200	Esa, M. R., Halog, A., & Rigamonti, L. (2016). Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 19, n. 3, p. 1144–1154.	Austrália; Malásia; Itália	30	4	7,5	Gestão e gerenciamento
201	Arenas, C., Luna-Galiano, Y., Leiva, C., Vilches, L. F., Arroyo, F., Villegas, R., & Fernández-Pereira, C. (2017). Development of a fly ash-based geopolymeric concrete with construction and demolition wastes as aggregates in acoustic barriers. Construction and Building Materials, v. 134, p. 433–442.	Espanha	15	3	5,0	Reciclagem
202	Song, Y., Wang, Y., Liu, F., & Zhang, Y. (2017). Development of a hybrid model to predict construction and demolition waste: China as a case study. Waste Management, v. 59, p. 350–361.	China	11	3	3,7	Outros = Geração
203	Letman, M. M., Drage, J., Ryan, A.-M., Lake, C., & Jamieson, R. (2018). Development of a leaching procedure to assess the risk of uranium leaching due to construction and demolition waste disposal. Waste Management, v. 78, p. 144–150.	Canadá	3	2	1,5	Disposição final
204	Pathak, A., Kumar, S., & Jha, V. K. (2014). Development of building material from geopolymerization of Construction and Demolition Waste (CDW). Transactions of the Indian Ceramic Society, v. 73, n. 2, p. 133–137.	Nepal; Índia	19	6	3,2	Reciclagem
205	Mukharjee, B. B., & Barai, S. V. (2015). Development of construction materials using nano-silica and aggregates recycled from construction and demolition waste. Waste Management & Research, v. 33, n. 6, p. 515–523.	Índia	11	5	2,2	Reciclagem
206	Lee, D., Kim, S., & Kim, S. (2016). Development of hybrid model for estimating construction waste for multifamily residential buildings using artificial neural networks and ant colony optimization. Sustainability, v. 8, n. 9, p. 870.	Coréia do Sul	8	4	2,0	Outros = Geração

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
207	Mercader-Moyano, P., García-de-la-Cruz, M. V. R., & Yajnes, M. E. (2017). Development of new eco-efficient cement-based construction materials and recycled fine aggregates and EPS from CDW. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 11, p. 381-394.	Espanha; Argentina	1	3	0,3	Reciclagem
208	Xiao, W., Yang, J., Fang, H., Zhuang, J., & Ku, Y. (2019). Development of online classification system for construction waste based on industrial camera and hyperspectral camera. Plos One, v. 14, n. 1, p. e0208706.	China	0	1	0,0	Reciclagem
209	Wang, C., Wu, J.-Z., & Zhang, F.-S. (2013). Development of porous ceramsite from construction and demolition waste. Environmental Technology, v. 34, n. 15, p. 2241–2249.	China	13	7	1,9	Reciclagem
210	Dakwale, V. A., & Ralegaonkar, R. V. (2014). Development of sustainable construction material using construction and demolition waste. Indian Journal of Engineering and Materials Sciences, v. 21, n. 4, p. 451-457.	Índia	15	6	2,5	Reciclagem
211	Bovea, M. D., & Powell, J. C. (2016). Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes. Waste Management, v. 50, p. 151–172.	Espanha; Reino Unido	70	4	17,5	Gestão e gerenciamento
212	Lorena, E. M. G., Bezerra, A. P. X. G., Gabriel, F. A., da Silva, M. C., Marinho, G. P. A., & Holanda, R. M. (2017). Diagnosis of the inadequate disposal of construction and demolition waste in Vitória de Santo Antão, Pernambuco. Revista Geama, v. 3, n. 1, p. 23-28.	Brasil	1	3	0,3	Disposição final
213	Zhang, N., Zheng, L., Duan, H., Yin, F., Li, J., & Niu, Y. (2019). Differences of methods to quantify construction and demolition waste for less-developed but fast-growing countries: China as a case study. Environmental Science and Pollution Research, v. 26, n. 25, p. 25513-25525.	China; Bélgica	0	1	0,0	Outros = Geração
214	Coelho, A., & de Brito, J. (2010). Distribution of materials in construction and demolition waste in Portugal. Waste Management & Research, v. 29, n. 8, p. 843–853.	Portugal	44	10	4,4	Outros = Geração
215	Di Maria, A., Eyckmans, J., & Acker, K. V. (2018). Downcycling versus recycling of construction and demolition waste: combining LCA and LCC to support sustainable policy making. Waste Management, v. 75, p. 3–21.	Bélgica	22	2	11,0	Gestão e gerenciamento
216	Bravo, M., de Brito, J., Evangelista, L., & Pacheco, J. (2018). Durability and shrinkage of concrete with CDW as recycled aggregates: benefits from superplasticizer's incorporation and influence of CDW composition. Construction and Building Materials, v. 168, p. 818–830.	Portugal	12	2	6,0	Reciclagem
217	Bravo, M., de Brito, J., Pontes, J., & Evangelista, L. (2015). Durability performance of concrete with recycled aggregates from construction and demolition waste plants. Construction and Building Materials, v. 77, p. 357–369.	Portugal	120	5	24,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
218	Ouyang, C., Zhou, K., Xu, Q., Yin, J., Peng, D., Wang, D., & Li, W. (2016). Dynamic analysis and numerical modeling of the 2015 catastrophic landslide of the construction waste landfill at Guangming, Shenzhen, China. Landslides, v. 14, n. 2, p. 705–718.	China; Hong Kong	42	4	10,5	Disposição final
219	Jia, S., Liu, X., & Yan, G. (2018). Dynamic analysis of construction and demolition waste management model based on system dynamics and grey model approach. Clean Technologies and Environmental Policy, v. 20, n. 9, p. 2089-2107.	China	2	2	1,0	Gestão e gerenciamento
220	Bohne, R. A., Brattebø, H., & Bergsdal, H. (2008). Dynamic eco-efficiency projections for construction and demolition waste recycling strategies at the city level. Journal of Industrial Ecology, v. 12, n. 1, p. 52–68.	Noruega	55	12	4,6	Reciclagem
221	Hu, Q., Peng, Y., Guo, C., Cai, D., & Su, P. (2019). Dynamic incentive mechanism design for recycling construction and demolition waste under dual information asymmetry. Sustainability, v. 11, n. 10, p. 2943.	China	1	1	1,0	Reciclagem
222	Hu, M., van der Voet, E., & Huppes, G. (2010). Dynamic material flow analysis for strategic construction and demolition waste management in Beijing. Journal of Industrial Ecology, v. 14, n. 3, p. 440-456.	China; Países Baixos	81	10	8,1	Gestão e gerenciamento
223	Chinda, T., Engpanyalert, W., Tananoo, A., Chaikong, J., & Methawachananont, A. (2018). Dynamic model for construction and demolition waste recycling in Bangkok, Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology, v. 40, n. 1, p. 97-104.	Tailândia	0	2	0,0	Reciclagem
224	Hao, J. L. J., Tam, V. W. Y., Yuan, H. P., Wang, J. Y., & Li, J. R. (2010). Dynamic modeling of construction and demolition waste management processes: an empirical study in Shenzhen, China. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 17, n. 5, p. 476–492.	Canadá; Austrália; Hong Kong; China	32	10	3,2	Gestão e gerenciamento
225	Liang, H., He, S., Lei, X., Bi, Y., Liu, W., & Ouyang, C. (2017). Dynamic process simulation of Construction Solid Waste (CSW) landfill landslide based on SPH considering dilatancy effects. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, v. 78, n. 2, p. 763-777.	China	12	3	4,0	Disposição final
226	Jia, S., Yan, G., Shen, A., & Zheng, J. (2017). Dynamic simulation analysis of a construction and demolition waste management model under penalty and subsidy mechanisms. Journal of Cleaner Production, v. 147, p. 531–545.	China	22	3	7,3	Gestão e gerenciamento
227	Coelho, A., & de Brito, J. (2013). Economic viability analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – part I: location, materials, technology and economic analysis. Journal of Cleaner Production, v. 39, p. 338–352.	Portugal	128	7	18,3	Reciclagem
228	Coelho, A., & de Brito, J. (2013). Economic viability analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – part II: economic sensitivity analysis. Journal of Cleaner Production, v. 39, p. 329-337.	Portugal	42	7	6,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
229	Lermen, R. T., Favaretto, P., Silva, R. A., Hidalgo, G. E. N., Tubino, R. M. C., & Tiecher, F. (2019). Effect of additives, cement type, and foam amount on the properties of foamed concrete developed with civil construction waste. Applied Sciences, v. 9, n. 15, p. 2998.	Brasil	1	1	1,0	Reciclagem
230	Chen, X.-F., Kou, S.-C., & Xing, F. (2018). Effect of agriculture and construction wastes on the properties of magnesium oxychloride cement mortar with tourmaline powder. Materials, v. 12, n. 1, p. 115.	China	1	2	0,5	Reciclagem
231	Holman, D. B., Hao, X., Topp, E., Yang, H. E., & Alexander, T. W. (2016). Effect of co-composting cattle manure with construction and demolition waste on the archaeal, bacterial, and fungal microbiota, and on antimicrobial resistance determinants. Plos One, v. 11, n. 6, p. e0157539.	Canadá	21	4	5,3	Reciclagem
232	Zedan, S. R., Mohamed, M. R., Ahmed, D. A., & Mohammed, A. H. (2017). Effect of demolition/construction wastes on the properties of alkali activated slag cement. HBRC Journal, v. 13, n. 3, p. 331–336.	Egito	7	3	2,3	Reciclagem
233	Juradin, S., Ostojić-Škomrlj, N., Lovrić, M., & Glibo, N. (2018). Effect of filler from recycled construction waste on properties of self-compacting concrete in fresh and hardened states. Electronic Journal of the Faculty of Civil Engineering Osijek-e-GFOS, v. 9, n. 17, p. 52-63.	Croácia	0	2	0,0	Reciclagem
234	Sharma, R. K., & Hymavathi, J. (2016). Effect of fly ash, construction demolition waste and lime on geotechnical characteristics of a clayey soil: a comparative study. Environmental Earth Sciences, v. 75, n. 5, p. 377.	Índia	14	4	3,5	Reciclagem
235	Li, Z., Liu, L., Yan, S., Zhang, M., Xia, J., & Xie, Y. (2019). Effect of freeze-thaw cycles on mechanical and porosity properties of recycled construction waste mixtures. Construction and Building Materials, v. 210, p. 347–363.	China	1	1	1,0	Reciclagem
236	Komnitsas, K., Zaharaki, D., Vlachou, A., Bartzas, G., & Galetakis, M. (2015). Effect of synthesis parameters on the quality of construction and demolition wastes (CDW) geopolymers. Advanced Powder Technology, v. 26, n. 2, p. 368–376.	Grécia	78	5	15,6	Reciclagem
237	de Rossi, A., Ribeiro, M. J., Labrincha, J. A., Novais, R. M., Hotza, D., & Moreira, R. F. P. M. (2019). Effect of the particle size range of construction and demolition waste on the fresh and hardened-state properties of fly ash-based geopolymer mortars with total replacement of sand. Process Safety and Environmental Protection, v. 129, p. 130-137.	Brasil; Portugal	0	1	0,0	Reciclagem
238	Shaikh, F. U. A. (2016). Effect of ultrafine fly ash on the properties of concretes containing construction and demolition wastes as coarse aggregates. Structural Concrete, v. 17, n. 1, p. 116–122.	Austrália	16	4	4,0	Reciclagem
239	Hua, K., Xi, X., Xu, L., Zhao, K., Wu, J., & Shui, A. (2016). Effects of AlF 3 and MoO 3 on properties of mullite whisker reinforced porous ceramics fabricated from construction waste. Ceramics International, v. 42, n. 15, p. 17179–17184.	China	14	4	3,5	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
240	Özalp, F., Yılmaz, H. D., Kara, M., Kaya, Ö., & Şahin, A. (2016). Effects of recycled aggregates from construction and demolition wastes on mechanical and permeability properties of paving stone, kerb and concrete pipes. Construction and Building Materials, v. 110, p. 17–23.	Turquia	47	4	11,8	Reciclagem
241	Gómez-Meijide, B., & Pérez, I. (2014). Effects of the use of construction and demolition waste aggregates in cold asphalt mixtures. Construction and Building Materials, v. 51, p. 267–277.	Espanha	34	6	5,7	Reciclagem
242	Yu, R., & Shui, Z. (2014). Efficient reuse of the recycled construction waste cementitious materials. Journal of Cleaner Production, v. 78, p. 202–207.	China; Países Baixos	28	6	4,7	Reciclagem
243	Nasrullah, M., Vainikka, P., Hannula, J., Hurme, M., & Koskinen, J. (2015). Elemental balance of SRF production process: solid recovered fuel produced from construction and demolition waste. Fuel, v. 159, p. 280–288.	Finlândia	11	5	2,2	Reciclagem
244	Feng, S.-J., Shi, Z.-M., Shen, Y., & Li, L.-C. (2014). Elimination of loess collapsibility with application to construction and demolition waste during dynamic compaction. Environmental Earth Sciences, v. 73, n. 9, p. 5317–5332.	China	6	6	1,0	Reciclagem
245	Yuan, F., Shen, L.-Y., & Li, Q.-M. (2011). Emergy analysis of the recycling options for construction and demolition waste. Waste Management, v. 31, n. 12, p. 2503–2511.	China; Hong Kong	74	9	8,2	Reciclagem
246	Adewuyi, T. O., Idoro, G. I., & Ikpo, I. J. (2014). Empirical evaluation of construction material waste generated on sites in Nigeria. Civil Engineering Dimension, v. 16, n. 2, p. 96-103.	Nigéria	12	6	2,0	Outros = Geração
247	Duan, H., Wang, J. Y., & Huang, Q. (2015). Encouraging the environmentally sound management of C&D waste in China: An integrative review and research agenda. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 43, p. 611–620.	China	51	5	10,2	Gestão e gerenciamento
248	Shi, X., Fan, J., Zhang, J., & Shen, Y. (2017). Enhanced phosphorus removal in intermittently aerated constructed wetlands filled with various construction wastes. Environmental Science and Pollution Research, v. 24, n. 28, p. 22524–22534.	China	7	3	2,3	Reciclagem
249	Coelho, A., & de Brito, J. (2013). Environmental analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – part I: energy consumption and CO2 emissions. Waste Management, v. 33, n. 5, p. 1258–1267.	Portugal	56	7	8,0	Reciclagem
250	Coelho, A., & de Brito, J. (2013). Environmental analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – Part II: Environmental sensitivity analysis. Waste Management, v. 33, n. 1, p. 147–161.	Portugal	35	7	5,0	Reciclagem
251	Oliveira Neto, G. C., & Correia, J. M. F. (2019). Environmental and economic advantages of adopting reverse logistics for recycling construction and demolition waste: a case study of Brazilian construction and recycling companies. Waste Management & Research, v. 37, n. 2, p. 176-185.	Brasil	2	1	2,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
252	Marzouk, M., & Azab, S. (2014). Environmental and economic impact assessment of construction and demolition waste disposal using system dynamics. Resources, Conservation and Recycling, v. 82, p. 41–49.	Egito	125	6	20,8	Gestão e gerenciamento
253	Liu, H., Zhang, J., Li, B., Zhou, N., Xiao, X., Li, M., & Zhu, C. (2019). Environmental behavior of construction and demolition waste as recycled aggregates for backfilling in mines: leaching toxicity and surface subsidence studies. Journal of Hazardous Materials, p. 121870.	China	0	1	0,0	Reciclagem
254	Ortiz, O., Pasqualino, J. C., & Castells, F. (2010). Environmental performance of construction waste: comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain. Waste Management, v. 30, n. 4, p. 646–654.	Espanha; Colômbia	145	10	14,5	Gestão e gerenciamento
255	Nie, Z., Yang, Z., Fang, Y., Yang, Y., Tang, Z., Wang, X., Die, Q., Gao, X., Zhang, F., Wang, Q., & Huang, Q. (2015). Environmental risks of HBCDD from construction and demolition waste: a contemporary and future issue. Environmental Science and Pollution Research, v. 22, n. 21, p. 17249–17252.	China	8	5	1,6	Gestão e gerenciamento
256	Lu, W. S., Webster, C., Peng, Y., Chen, X., & Zhang, X. (2017). Estimating and calibrating the amount of building-related construction and demolition waste in urban China. International Journal of Construction Management, v. 17, n. 1, p. 13–24.	China; Hong Kong	38	3	12,7	Outros = Geração
257	Wang, T., Wang, J. Y., Wu, P., Wang, J., He, Q., & Wang, X. (2018). Estimating the environmental costs and benefits of demolition waste using life cycle assessment and willingness-to-pay: a case study in Shenzhen. Journal of Cleaner Production, v. 172, p. 14–26.	China; Austrália	33	2	16,5	Gestão e gerenciamento
258	Ding, T., & Xiao, J. (2014). Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai. Waste Management, v. 34, n. 11, p. 2327–2334.	China	81	6	13,5	Outros = Geração
259	Villoria Sáez, P., Astorqui, J. S. C., del Río Merino, M., Moyano, M. del P. M., & Sánchez, A. R. (2018). Estimation of construction and demolition waste in building energy efficiency retrofitting works of the vertical envelope. Journal of Cleaner Production, v. 172, p. 2978–2985.	Espanha	4	2	2,0	Outros = Geração
260	Ram, V. G., & Kalidindi, S. N. (2017). Estimation of construction and demolition waste using waste generation rates in Chennai, India. Waste Management & Research, v. 35, n. 6, p. 610–617.	Índia	14	3	4,7	Outros = Geração
261	Villoria Sáez, P., del Río Merino, M., & Porras-Amores, C. (2012). Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain. Waste Management & Research, v. 30, n. 2, p. 137–146.	Espanha	80	8	10,0	Outros = Geração
262	Kofoworola, O. F., & Gheewala, S. H. (2009). Estimation of construction waste generation and management in Thailand. Waste Management, v. 29, n. 2, p. 731–738.	Tailândia	268	11	24,4	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
263	Villoria Sáez, P., del Río Merino, M., Porras-Amores, C., San-Antonio-Gonzalez, A. (2011). European legislation and implementation measures in the management of construction and demolition waste. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 5, p. 156-161.	Espanha	25	9	2,8	Gestão e gerenciamento
264	Kucukvar, M., Egilmez, G., & Tatari, O. (2014). Evaluating environmental impacts of alternative construction waste management approaches using supply-chain-linked life-cycle analysis. Waste Management & Research, v. 32, n. 6, p. 500–508.	Estados Unidos	46	6	7,7	Gestão e gerenciamento
265	Seror, N., Hareli, S., & Portnov, B. A. (2014). Evaluating the effect of vehicle impoundment policy on illegal construction and demolition waste dumping: Israel as a case study. Waste Management, v. 34, n. 8, p. 1436–1445.	Israel	15	6	2,5	Disposição final
266	Lu, W. S., Chi, B., Bao, Z., & Zetkulic, A. (2019). Evaluating the effects of green building on construction waste management: a comparative study of three green building rating systems. Building and Environment, v. 155, p. 247-256.	Hong Kong	6	1	6,0	Gestão e gerenciamento
267	Esfahani, M. A. (2018). Evaluating the feasibility, usability, and strength of recycled construction and demolition waste in base and subbase courses. Road Materials and Pavement Design, p. 1–23.	Irã	4	2	2,0	Reciclagem
268	Liu, Y., Sun, T., & Yang, L. (2017). Evaluating the performance and intellectual structure of construction and demolition waste research during 2000–2016. Environmental Science and Pollution Research, v. 24, n. 23, p. 19259–19266.	China	8	3	2,7	Outros = Diversos
269	Xuan, D. X., Molenaar, A. A. A., & Houben, L. J. M. (2015). Evaluation of cement treatment of reclaimed construction and demolition waste as road bases. Journal of Cleaner Production, v. 100, p. 77–83.	Hong Kong; Países Baixos	30	5	6,0	Reciclagem
270	Surahman, U., Higashi, O., & Kubota, T. (2015). Evaluation of current material stock and future demolition waste for urban residential buildings in Jakarta and Bandung, Indonesia: embodied energy and CO2 emission analysis. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 19, n. 2, p. 657–675.	Indonésia; Japão	8	5	1,6	Gestão e gerenciamento
271	de Oliveira Andrade, J. J., Possan, E., Squiavon, J. Z., & Ortolan, T. L. P. (2018). Evaluation of mechanical properties and carbonation of mortars produced with construction and demolition waste. Construction and Building Materials, v. 161, p. 70–83.	Brasil	14	2	7,0	Reciclagem
272	Zhao, W., Leeftink, R. B., & Rotter, V. S. (2010). Evaluation of the economic feasibility for the recycling of construction and demolition waste in China - the case of Chongqing. Resources, Conservation and Recycling, v. 54, n. 6, p. 377–389.	China; Países Baixos; Alemanha	163	10	16,3	Reciclagem
273	Hasan, U., Chegenizadeh, A., Budihardjo, M. A., & Nikraz, H. (2016). Experimental evaluation of construction waste and ground granulated blast furnace slag as alternative soil stabilisers. Geotechnical and Geological Engineering, v. 34, n. 6, p. 1707–1722.	Austrália; Indonésia	16	4	4,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
274	Li, S., Li, Q., Zhao, X., Luo, J., Gao, S., Yue, G., & Su, D. (2019). Experimental study on the preparation of recycled admixtures by using construction and demolition waste. Materials, v. 12, n. 10, p. 1678.	China; Austrália	1	1	1,0	Reciclagem
275	Kofteci, S., & Nazary, M. (2018). Experimental study on usability of various construction wastes as fine aggregate in asphalt mixture. Construction and Building Materials, v. 185, p. 369–379.	Turquia	2	2	1,0	Reciclagem
276	Spoerri, A., Lang, D. J., Binder, C. R., & Scholz, R. W. (2009). Expert-based scenarios for strategic waste and resource management planning—C&D waste recycling in the Canton of Zurich, Switzerland. Resources, Conservation and Recycling, v. 53, n. 10, p. 592–600.	Suíça	66	11	6,0	Reciclagem
277	Mak, T. M. W., Yu, I. K. M., Wang, L., Hsu, S.-C., Tsang, D. C. W., Li, C. N., Yeung, T. L. Y., Zhang, R., & Poon, C. S. (2019). Extended theory of planned behaviour for promoting construction waste recycling in Hong Kong. Waste Management, v. 83, p. 161–170.	Hong Kong	8	1	8,0	Reciclagem
278	Hua, K., Shui, A., Xu, L., Zhao, K., Zhou, Q., & Xi, X. (2016). Fabrication and characterization of anorthite-mullite-corundum porous ceramics from construction waste. Ceramics International, v. 42, n. 5, p. 6080–6087.	China	21	4	5,3	Reciclagem
279	Luangcharoenrat, C., Intrachooto, S., Peansupap, V., & Sutthinarakorn, W. (2019). Factors influencing construction waste generation in building construction: Thailand's perspective. Sustainability, v. 11, n. 13, p. 3638.	Tailândia	1	1	1,0	Outros = Geração
280	Piña Ramírez, C., Atanes Sánchez, E., del Río Merino, M., Viñas Arrebola, C., & Vidales Barriguete, A. (2018). Feasibility of the use of mineral wool fibres recovered from CDW for the reinforcement of conglomerates by study of their porosity. Construction and Building Materials, v. 191, p. 460–468.	Espanha	3	2	1,5	Reciclagem
281	Damrongsiri, S. (2017). Feasibility of using demolition waste as an alternative heavy metal immobilising agent. Journal of Environmental Management, v. 192, p. 197–202.	Tailândia	2	3	0,7	Reciclagem
282	Del Rey, I., Ayuso, J., Galvín, A. P., Jiménez, J. R., & Barbudo, A. (2016). Feasibility of using unbound mixed recycled aggregates from CDW over expansive clay subgrade in unpaved rural roads. Materials, v. 9, n. 11, p. 931.	Espanha	10	4	2,5	Reciclagem
283	Del Rey, I., Ayuso, J., Barbudo, A., Galvín, A. P., Agrela, F. & de Brito, J. (2015). Feasibility study of cement-treated 0–8 mm recycled aggregates from construction and demolition waste as road base layer. Road Materials and Pavement Design, v. 17, n. 3, p. 678-692.	Portugal	16	5	3,2	Reciclagem
284	De Rezende, L. R., Marques, M. O., De Oliveira, J. C., De Carvalho, J. C., Guimarães, R. C., Resplandes, H. M. S., & Costa, L. C. S. (2016). Field investigation of mechanic properties of recycled CDW for asphalt pavement layers. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 28, n. 3, p. 05015003.	Brasil	0	4	0,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
285	Mahpour, A., & Mortaheb, M. M. (2018). Financial-based incentive plan to reduce construction waste. Journal of Construction Engineering and Management, v. 144, n. 5, p. 04018029.	Irã	6	2	3,0	Gestão e gerenciamento
286	Wu, Z., Fan, H., & Liu, G. (2015). Forecasting construction and demolition waste using gene expression programming. Journal of Computing in Civil Engineering, v. 29, n. 5, p. 04014059.	Hong Kong; China	14	5	2,8	Outros = Geração
287	da Paz, D. H. F., & Lafayette, K. P. V. (2016). Forecasting of construction and demolition waste in Brazil. Waste Management & Research, v. 34, n. 8, p. 708–716.	Brasil	17	4	4,3	Outros = Geração
288	Gan, V. J. L., & Cheng, J. C. P. (2015). Formulation and analysis of dynamic supply chain of backfill in construction waste management using agent-based modeling. Advanced Engineering Informatics, v. 29, n. 4, p. 878–888.	Hong Kong	24	5	4,8	Gestão e gerenciamento
289	Xu, Y. (2018). Fractal dimension of demolition waste fragmentation and its implication of compactness. Powder Technology, v. 339, p. 922-929.	China	3	2	1,5	Reciclagem
290	Kazaz, A., Ulubeyli, S., Er, B., Arslan, V., Arslan, A., & Atici, M. (2015). Fresh ready-mixed concrete waste in construction projects: a planning approach. Procedia Engineering, v. 123, p. 268–275.	Turquia	9	5	1,8	Reciclagem
291	Tavira, J., Jiménez, J. R., Ayuso, J., Sierra, M. J., & Ledesma, E. F. (2018). Functional and structural parameters of a paved road section constructed with mixed recycled aggregates from non-selected construction and demolition waste with excavation soil. Construction and Building Materials, v. 164, p. 57–69.	Espanha	10	2	5,0	Reciclagem
292	Coelho, A., & de Brito, J. (2011). Generation of construction and demolition waste in Portugal. Waste Management & Research, v. 29, n. 7, p. 739-750.	Portugal	53	9	5,9	Outros = Geração
293	Majlessi, M., Zamanzadeh, M., Alavi, N., Amanidaz, N., & Bakhshoodeh, R. (2018). Generation rates and current management of municipal, construction and demolition wastes in Tehran. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 21, n. 1, p. 191–200.	Irã	0	2	0,0	Gestão e gerenciamento
294	Fleury, M. P., Santos, E. C. G., Da Silva, J. L., & Palmeira, E. M. (2019). Geogrid installation damage caused by recycled construction and demolition waste. Geosynthetics International, p. 1–39.	Brasil	0	1	0,0	Reciclagem
295	Vásquez, A., Cárdenas, V., Robayo, R. A., & de Gutiérrez, R. M. (2016). Geopolymer based on concrete demolition waste. Advanced Powder Technology, v. 27, n. 4, p. 1173–1179.	Colômbia	35	4	8,8	Reciclagem
296	Lampris, C., Lupo, R., & Cheeseman, C. R. (2009). Geopolymerisation of silt generated from construction and demolition waste washing plants. Waste Management, v. 29, n. 1, p. 368–373.	Reino Unido	53	11	4,8	Reciclagem
297	da Paz, D. H. F., Lafayette, K. P. V., & Sobral, M. C. (2018). GIS-based planning system for managing the flow of construction and demolition waste in Brazil. Waste Management & Research, v. 36, n. 6, p. 541–549.	Brasil	3	2	1,5	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
298	Hao, X., & Larney, F. J. (2017). Greenhouse gas emissions during co-composting of cattle feedlot manure with construction and demolition (C&D) waste. Frontiers of Environmental Science & Engineering, v. 11, n. 3, p. 15.	Canadá	3	3	1,0	Reciclagem
299	Montero, A., Tojo, Y., Matsuo, T., Matsuto, T., Yamada, M., Asakura, H., & Ono, Y. (2010). Gypsum and organic matter distribution in a mixed construction and demolition waste sorting process and their possible removal from outputs. Journal of Hazardous Materials, v. 175, n. 1-3, p. 747–753.	Japão	18	10	1,8	Disposição final
300	Miatto, A., Schandl, H., & Tanikawa, H. (2017). How important are realistic building lifespan assumptions for material stock and demolition waste accounts? Resources, Conservation and Recycling, v. 122, p. 143–154.	Japão; Austrália	37	3	12,3	Outros = Geração
301	Bonifazi, G., Capobianco, G., & Serranti, S. (2019). Hyperspectral imaging and hierarchical PLS-DA applied to asbestos recognition in construction and demolition waste. Applied Sciences, v. 9, n. 21, p. 4587.	Itália	0	1	0,0	Outros = Geração
302	Serranti, S., Palmieri, R., & Bonifazi, G. (2015). Hyperspectral imaging applied to demolition waste recycling: innovative approach for product quality control. Journal of Electronic Imaging, v. 24, n. 4, p. 043003.	Itália	16	5	3,2	Reciclagem
303	Seror, N., & Portnov, B. A. (2018). Identifying areas under potential risk of illegal construction and demolition waste dumping using GIS tools. Waste Management, v. 75, p. 22–29.	Israel	7	2	3,5	Disposição final
304	Wang, J. Y., Li, Z., & Tam, V. W. Y. (2015). Identifying best design strategies for construction waste minimization. Journal of Cleaner Production, v. 92, p. 237–247.	China; Hong Kong; Austrália	68	5	13,6	Redução
305	Chen, X., & Lu, W. S. (2017). Identifying factors influencing demolition waste generation in Hong Kong. Journal of Cleaner Production, v. 141, p. 799–811.	Hong Kong; China	58	3	19,3	Outros = Geração
306	Won, J., & Cheng, J. C. P. (2017). Identifying potential opportunities of building information modeling for construction and demolition waste management and minimization. Automation in Construction, v. 79, p. 3-18.	Coréia do Sul; Hong Kong	36	3	12,0	Gestão e gerenciamento
307	Ambroise, J., & Péra, J. (2008). Immobilization of calcium sulfate contained in demolition waste. Journal of Hazardous Materials, v. 151, n. 2-3, p. 840–846.	França	13	12	1,1	Reciclagem
308	Yu, A. T. W., Poon, C. S., Wong, A., Yip, R., & Jaillon, L. (2013). Impact of construction waste disposal charging scheme on work practices at construction sites in Hong Kong. Waste Management, v. 33, n. 1, p. 138–146.	Hong Kong	89	7	12,7	Disposição final
309	Mohammadinia, A., Arulrajah, A., Horpibulsuk, S., & Tabatabaie Shourijeh, P. (2019). Impact of potassium cations on the light chemical stabilization of construction and demolition wastes. Construction and Building Materials, v. 203, p. 69–74.	Austrália; Tailândia; Irã	3	1	3,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
310	Asakura, H., Endo, K., Yamada, M., Inoue, Y., & Ono, Y. (2009). Improvement of permeability of waste sludge by mixing with slag or construction and demolition waste. Waste Management, v. 29, n. 6, p. 1877–1884.	Japão	25	11	2,3	Reciclagem
311	Reid, J. M., Hassan, K. E.-G., & Al-Kuwari, M. B. S. (2016). Improving the management of construction waste in Qatar. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management, v. 169, n. 1, p. 21–29.	Reino Unido; Catar	3	4	0,8	Gestão e gerenciamento
312	Kang, H. & Kee, S.-H. (2017). Improving the quality of mixed recycled coarse aggregates from construction and demolition waste using heavy media separation with Fe3O4 suspension. Advances in Materials Science and Engineering, v. 2017, p. 1-12.	Coréia do Sul	4	3	1,3	Reciclagem
313	Bizcocho, N., & Llatas, C. (2019). Inclusion of prevention scenarios in LCA of construction waste management. The International Journal of Life Cycle Assessment, v. 24, n. 3, p. 468-484.	Espanha	3	1	3,0	Outros = Não geração
314	Acchar, W., Silva, J. E., & Segadães, A. M. (2013). Increased added value reuse of construction waste in clay based building ceramics. Advances in Applied Ceramics, v. 112, n. 8, p. 487–493.	Brasil; Portugal	8	7	1,1	Reciclagem
315	Roussat, N., Méhu, J., & Dujet, C. (2009). Indicators to assess the recovery of natural resources contained in demolition waste. Waste Management & Research, v. 27, n. 2, p. 159–166.	França	12	11	1,1	Gestão e gerenciamento
316	Coelho, A., & de Brito, J. (2012). Influence of construction and demolition waste management on the environmental impact of buildings. Waste Management, v. 32, n. 3, p. 532–541.	Portugal	152	8	19,0	Gestão e gerenciamento
317	Hou, Z., Liu, Y., & Wei, C. (2018). Influence of construction and demolition waste on fitness and community structure of cicada nymphs: new bioindicators of soil pollution. Plos One, v. 13, n. 9, p. e0203744.	China	0	2	0,0	Disposição final
318	Wu, S., Zhong, J., Zhu, J., & Wang, D. (2013). Influence of demolition waste used as recycled aggregate on performance of asphalt mixture. Road Materials and Pavement Design, v. 14, n. 3, p. 679–688.	China	31	7	4,4	Reciclagem
319	Galán, B., Viguri, J. R., Cifrian, E., Dosal, E., & Andres, A. (2019). Influence of input streams on the Construction and Demolition Waste (CDW) recycling performance of basic and advanced treatment plants. Journal of Cleaner Production, v. 236, p. 117523.	Espanha	1	1	1,0	Reciclagem
320	Jayamathan, J., & Rameezdeen, R. (2014). Influence of labour arrangement on construction material waste generation. Structural Survey, v. 32, n. 2, p. 76–88.	Sri Lanka; Austrália	9	6	1,5	Outros = Geração
321	Xuan, D. X., Schlangen, E., Molenaar, A. A. A., & Houben, L. J. M. (2014). Influence of quality and variation of recycled masonry aggregates on failure behavior of cement treated demolition waste. Construction and Building Materials, v. 71, p. 521–527.	Hong Kong; Países Baixos	3	6	0,5	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
322	Kim, J. W., Lee, H. W., Lee, I.-G., Jeon, J.-K., Ryu, C., Park, S. H., Jung, S.-C., & Park, Y.-K. (2014). Influence of reaction conditions on bio-oil production from pyrolysis of construction waste wood. Renewable Energy, v. 65, p. 41–48.	Coréia do Sul	39	6	6,5	Outros = Tratamento
323	Kumar, R. (2017). Influence of recycled coarse aggregate derived from construction and demolition waste (CDW) on abrasion resistance of pavement concrete. Construction and Building Materials, v. 142, p. 248–255.	Índia	18	3	6,0	Reciclagem
324	Kralj, D. (2011). Innovative systemic approach for promoting sustainable innovation for zero construction waste. Kybernetes, v. 40, n. 1-2, p. 275–289.	Eslovênia	17	9	1,9	Reciclagem
325	Xu, Y. (2019). In-situ shear strength of compacted demolition waste. Powder Technology, v. 352, p. 72–78.	China	0	1	0,0	Reciclagem
326	Banihashemi, S., Tabadkani, A., & Hosseini, M. R. (2018). Integration of parametric design into modular coordination: a construction waste reduction workflow. Automation in Construction, v. 88, p. 1–12.	Austrália; Itália	16	2	8,0	Redução
327	Vieira, C. S., & Pereira, P. M. (2016). Interface shear properties of geosynthetics and construction and demolition waste from large-scale direct shear tests. Geosynthetics International, v. 23, n. 1, p. 62–70.	Portugal	26	4	6,5	Reciclagem
328	Bains, M., Hongyi, Y., & Jialong, C. (2019). International policy perspectives on construction waste minimisation and recycling. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management, v. 172, n. 3, p. 76–85.	Reino Unido; China	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
329	Manowong, E. (2012). Investigating factors influencing construction waste management efforts in developing countries: an experience from Thailand. Waste Management & Research, v. 30, n. 1, p. 56–71.	Alemanha	44	8	5,5	Gestão e gerenciamento
330	Wu, Z., Yu, A. T. W., & Shen, L. (2017). Investigating the determinants of contractor's construction and demolition waste management behavior in Mainland China. Waste Management, v. 60, p. 290–300.	China; Hong Kong	78	3	26,0	Gestão e gerenciamento
331	Li, Y., Zhou, H., Su, L., Hou, H., & Dang, L. (2017). Investigation into the application of construction and demolition waste in urban roads. Advances in Materials Science and Engineering, v. 2017, p. 1–12.	China	4	3	1,3	Reciclagem
332	Zhu, J., Wu, S., Zhong, J., & Wang, D. (2012). Investigation of asphalt mixture containing demolition waste obtained from earthquake-damaged buildings. Construction and Building Materials, v. 29, p. 466–475.	China	94	8	11,8	Reciclagem
333	Umar, U. A., Shafiq, N., & Isa, M. H. (2018). Investigation of construction wastes generated in the Malaysian residential sector. Waste Management & Research, v. 36, n. 12, p. 1-9.	Malásia	2	2	1,0	Outros = Geração
334	Chinda, T. (2016). Investigation of factors affecting a construction waste recycling decision. Civil Engineering and Environmental Systems, v. 33, n. 3, p. 214–226.	Tailândia	14	4	3,5	Reciclagem
335	da Silva, S. R., & de Oliveira Andrade, J. J. (2017). Investigation of mechanical properties and carbonation of concretes with construction and demolition waste and fly ash. Construction and Building Materials, v. 153, p. 704–715.	Brasil	35	3	11,7	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
336	Vural, I. (2019). Investigation of the effect of curing on improvement of uniaxial compressive strength properties by construction demolition waste. Acta Physica Polonica, v. 135, n. 5, p. 942-945.	Turquia	0	1	0,0	Reciclagem
337	Asakura, H., Yamada, M., Inoue, Y., Watanabe, Y., & Ono, Y. (2009). Investigation on the components removed in loss on ignition test of sandy crushed construction and demolition waste. Waste Management & Research, v. 28, n. 1, p. 11–19.	Japão	3	11	0,3	Disposição final
338	Moretti, J. P., Sales, A., Almeida, F. C. R., Rezende, M. A. M., & Gromboni, P. P. (2016). Joint use of construction waste (CW) and sugarcane bagasse ash sand (SBAS) in concrete. Construction and Building Materials, v. 113, p. 317–323.	Brasil	24	4	6,0	Reciclagem
339	Pasandín, A. R., & Pérez, I. (2013). Laboratory evaluation of hot-mix asphalt containing construction and demolition waste. Construction and Building Materials, v. 43, p. 497–505.	Espanha	64	7	9,1	Reciclagem
340	Leite, F. C., Motta, R. S., Vasconcelos, K. L., & Bernucci, L. (2011). Laboratory evaluation of recycled construction and demolition waste for pavements. Construction and Building Materials, v. 25, n. 6, p. 2972–2979.	Brasil	150	9	16,7	Reciclagem
341	Sharma, R. (2017). Laboratory study on effect of construction wastes and admixtures on compressive strength of concrete. Arabian Journal for Science and Engineering, v. 42, n. 9, p. 3945–3962.	índia	2	3	0,7	Reciclagem
342	Mickovski, S. B., Buss, K., McKenzie, B. M., & Sökmener, B. (2013). Laboratory study on the potential use of recycled inert construction waste material in the substrate mix for extensive green roofs. Ecological Engineering, v. 61, p. 706–714.	Reino Unido	48	7	6,9	Reciclagem
343	Gu, X., Hu, C., Zhang, J., & Xu, K. (2019). Laboratory tests on compaction and crushing behaviors of construction waste slag–clay mixtures. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 31, n. 11, p. 04019256.	China	0	1	0,0	Reciclagem
344	Saca, N., Dimache, A., Radu, L. R., & Iancu, I. (2015). Leaching behavior of some demolition wastes. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 19, n. 2, p. 623–630.	Romênia	8	5	1,6	Outros = Geração
345	Lidelöw, S., Mácsik, J., Carabante, I., & Kumpiene, J. (2017). Leaching behaviour of copper slag, construction and demolition waste and crushed rock used in a full-scale road construction. Journal of Environmental Management, v. 204, p. 695–703.	Suécia	5	3	1,7	Reciclagem
346	Roussat, N., Méhu, J., Abdelghafour, M., & Brula, P. (2008). Leaching behaviour of hazardous demolition waste. Waste Management, v. 28, n. 11, p. 2032–2040.	França	50	12	4,2	Disposição final
347	del Río Merino, M., Navarro, J. G., & Villoria Sáez, P. (2011). Legal aspects which implement good practice measures in the management of construction and demolition waste. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 5, p. 124-130.	Espanha	16	9	1,8	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
348	Kucukvar, M., Egilmez, G., & Tatari, O. (2016). Life cycle assessment and optimization-based decision analysis of construction waste recycling for a LEED-certified university building. Sustainability, v. 8, n. 1, p. 89.	Turquia; Estados Unidos	20	4	5,0	Reciclagem
349	Butera, S., Christensen, T. H., & Astrup, T. F. (2015). Life cycle assessment of construction and demolition waste management. Waste Management, v. 44, p. 196–205.	Dinamarca	84	5	16,8	Gestão e gerenciamento
350	Rosado, L. P., Vitale, P., Penteado, C. S. G., & Arena, U. (2019). Life cycle assessment of construction and demolition waste management in a large area of São Paulo State, Brazil. Waste Management, v. 85, p. 477–489.	Brasil; Itália	3	1	3,0	Gestão e gerenciamento
351	Mercante, I. T., Bovea, M. D., Ibáñez-Forés, V., & Arena, A. P. (2012). Life cycle assessment of construction and demolition waste management systems: a spanish case study. The International Journal of Life Cycle Assessment, v. 17, n. 2, p. 232–241.	Argentina; Espanha	69	8	8,6	Gestão e gerenciamento
352	Borghi, G., Pantini, S., & Rigamonti, L. (2018). Life cycle assessment of non-hazardous Construction and Demolition Waste (CDW) management in Lombardy Region (Italy). Journal of Cleaner Production, v. 184, p. 815–825.	Itália	15	2	7,5	Gestão e gerenciamento
353	Jalaei, F., Zoghi, M., & Khoshand, A. (2019). Life cycle environmental impact assessment to manage and optimize construction waste using Building Information Modeling (BIM). International Journal of Construction Management, p. 1–18.	Canadá; Irã	6	1	6,0	Gestão e gerenciamento
354	Jayasinghe, C., Fonseka, W. M. C. D. J., & Abeygunawardhene, Y. M. (2016). Load bearing properties of composite masonry constructed with recycled building demolition waste and cement stabilized rammed earth. Construction and Building Materials, v. 102, p. 471–477.	Sri Lanka	13	4	3,3	Reciclagem
355	Li, Z., Yan, S., Liu, L., Dai, B., & Dong, W. (2019). Long-term deformation analysis of recycled construction waste subgrade filler. Advances in Civil Engineering, v. 2019, p. 1–14.	China	1	1	1,0	Reciclagem
356	Seethapathy, S., & Henderson, J. H. (2017). Management of construction waste in nuclear and thermal power plant projects in India. Journal of Construction in Developing Countries, v. 22, n. 1, p. 19–46.	Índia	1	3	0,3	Gestão e gerenciamento
357	Chen, J., Su, Y., Si, H., & Chen, J. (2018). Managerial areas of construction and demolition waste: a scientometric review. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 15, n. 11, p. 2350.	China	12	2	6,0	Gestão e gerenciamento
358	Hao, J. L., Hill, M. J., & Shen, L. Y. (2008). Managing construction waste on-site through system dynamics modelling: the case of Hong Kong. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 15, n. 2, p. 103–113.	Hong Kong	87	12	7,3	Gestão e gerenciamento
359	Madi, N., & Srour, I. (2019). Managing emergency construction and demolition waste in Syria using GIS. Resources, Conservation and Recycling, v. 141, p. 163–175.	Líbano	4	1	4,0	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
360	Nasrullah, M., Vainikka, P., Hannula, J., Hurme, M., & Kärki, J. (2014). Mass, energy and material balances of SRF production process. Part 2: SRF produced from construction and demolition waste. Waste Management, v. 34, n. 11, p. 2163–2170.	Finlândia	13	6	2,2	Reciclagem
361	Ledesma, E. F., Jiménez, J. R., Ayuso, J., Fernández, J. M., & de Brito, J. (2015). Maximum feasible use of recycled sand from construction and demolition waste for eco-mortar production – part-I: ceramic masonry waste. Journal of Cleaner Production, v. 87, p. 692–706.	Espanha; Portugal	61	5	12,2	Reciclagem
362	Li, Z., Shen, G. Q., & Alshawi, M. (2014). Measuring the impact of prefabrication on construction waste reduction: an empirical study in China. Resources, Conservation and Recycling, v. 91, p. 27–39.	Hong Kong; Reino Unido	63	6	10,5	Redução
363	Alexandridou, C., Angelopoulos, G. N., & Coutelieris, F. A. (2018). Mechanical and durability performance of concrete produced with recycled aggregates from Greek construction and demolition waste plants. Journal of Cleaner Production, v. 176, p. 745–757.	Grécia	29	2	14,5	Reciclagem
364	Juan-Valdés, A., Rodríguez-Robles, D., García-González, J., Guerra-Romero, M. I., & Morán-del Pozo, J. M. (2018). Mechanical and microstructural characterization of non-structural precast concrete made with recycled mixed ceramic aggregates from construction and demolition wastes. Journal of Cleaner Production, v. 180, p. 482–493.	Espanha	12	2	6,0	Reciclagem
365	Galan, J. J., Silva, L. M., Pérez, I., & Pasandín, A. R. (2019). Mechanical behavior of hot-mix asphalt made with recycled concrete aggregates from construction and demolition waste: a design of experiments approach. Sustainability, v. 11, n. 13, p. 3730.	Espanha; Portugal	3	1	3,0	Reciclagem
366	Santiago, E. Q. R., Lima, P. R. L., Leite, M. B., & Toledo Filho, R. D. (2009). Mechanical behavior of recycled lightweight concrete using EVA waste and CDW under moderate temperature. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 2, n. 3, p. 211–221.	Brasil	20	11	1,8	Reciclagem
367	Bravo, M., de Brito, J., Pontes, J., & Evangelista, L. (2015). Mechanical performance of concrete made with aggregates from construction and demolition waste recycling plants. Journal of Cleaner Production, v. 99, p. 59–74.	Portugal	144	5	28,8	Reciclagem
368	Colangelo, F., & Cioffi, R. (2017). Mechanical properties and durability of mortar containing fine fraction of demolition wastes produced by selective demolition in South Italy. Composites Part B: Engineering, v. 115, p. 43–50.	Itália	52	3	17,3	Reciclagem
369	Wang, W., Zhao, L., Liu, Y., & Li, Z. (2014). Mechanical properties and stress–strain relationship in axial compression for concrete with added glazed hollow beads and construction waste. Construction and Building Materials, v. 71, p. 425–434.	China	19	6	3,2	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
370	Xiao, J., Ma, Z., Sui, T., Akbarnezhad, A., & Duan, Z. (2018). Mechanical properties of concrete mixed with recycled powder produced from construction and demolition waste. Journal of Cleaner Production, v. 188, p. 720–731.	China; Austrália	18	2	9,0	Reciclagem
371	Lam, P. T. I., Yu, A. T. W., Wu, Z., & Poon, C. S. (2019). Methodology for upstream estimation of construction waste for new building projects. Journal of Cleaner Production, v. 230, p. 1003-1012.	China; Hong Kong	0	1	0,0	Outros = Geração
372	Erdem, S., Gürbüz, E., & Uysal, M. (2018). Micro-mechanical analysis and X-ray computed tomography quantification of damage in concrete with industrial by-products and construction waste. Journal of Cleaner Production, v. 189, p. 933–940.	Turquia	9	2	4,5	Reciclagem
373	Bravo, M., Silva, A. S., de Brito, J., & Evangelista, L. (2015). Microstructure of concrete with aggregates from construction and demolition waste recycling plants. Microscopy and Microanalysis, v. 22, n. 1, p. 149–167.	Portugal	14	5	2,8	Reciclagem
374	Xuan, D. X., Houben, L. J. M., Molenaar, A. A. A., & Shui, Z. H. (2011). Mixture optimization of cement treated demolition waste with recycled masonry and concrete. Materials and Structures, v. 45, n. 1-2, p. 143–151.	Países Baixos; China	31	9	3,4	Reciclagem
375	Wen, H., Wu, J.-J., Zou, J.-L., Luo, X., Zhang, M., & Gu, C. (2016). Model tests on the retaining walls constructed from geobags filled with construction waste. Advances in Materials Science and Engineering, v. 2016, p. 1–13.	China	6	4	1,5	Reciclagem
376	Doan, D. T., & Chinda, T. (2016). Modeling construction and demolition waste recycling program in Bangkok: benefit and cost analysis. Journal of Construction Engineering and Management, v. 142, n. 12, p. 05016015.	Tailândia	19	4	4,8	Reciclagem
377	Baldwin, A. N., Shen, L. Y., Poon, C. S., Austin, S. A., & Wong, I. (2008). Modelling design information to evaluate pre-fabricated and pre-cast design solutions for reducing construction waste in high rise residential buildings. Automation in Construction, v. 17, n. 3, p. 333–341.	Hong Kong; Reino Unido	53	12	4,4	Redução
378	Fu, P., Li, H., Wang, X., Luo, J., Zhan, S., & Zuo, C. (2017). Multiobjective location model design based on government subsidy in the recycling of CDW. Mathematical Problems in Engineering, v. 2017, p. 1–9.	China	4	3	1,3	Reciclagem
379	Oliveira, M. L. S., Izquierdo, M., Querol, X., Lieberman, R. N., Saikia, B. K., & Silva, L. F. O. (2019). Nanoparticles from construction wastes: a problem to health and the environment. Journal of Cleaner Production, v. 219, p. 236-243.	Colômbia; Brasil; Espanha; índia	4	1	4,0	Disposição final
380	Cha, G.-W., Kim, Y.-C., Moon, H. J., & Hong, W.-H. (2017). New approach for forecasting demolition waste generation using Chi-squared Automatic Interaction Detection (CHAID) method. Journal of Cleaner Production, v. 168, p. 375–385.	Coréia do Sul	11	3	3,7	Outros = Geração
381	Piñeiro, S. R., del Río Merino, M., & García, C. P. (2015). New plaster composite with mineral wool fibres from CDW recycling. Advances in Materials Science and Engineering, v. 2015, p. 1–9.	Espanha	18	5	3,6	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
382	Villoria Sáez, P., Porras-Amores, C., & del Río Merino, M. (2015). New quantification proposal for construction waste generation in new residential constructions. Journal of Cleaner Production, v. 102, p. 58–65.	Espanha	25	5	5,0	Outros = Geração
383	Gómez-Meijide, B., & Pérez, I. (2015). Nonlinear elastic behavior of bitumen emulsion-stabilized materials with C&D waste aggregates. Construction and Building Materials, v. 98, p. 853–863.	Espanha	10	5	2,0	Reciclagem
384	Lu, W. S., & Yuan, H. P. (2012). Off-site sorting of construction waste: what can we learn from Hong Kong? Resources, Conservation and Recycling, v. 69, p. 100–108.	Hong Kong; China	40	8	5,0	Outros = Triagem
385	Angulo, S. C., Carrijo, P. M., Figueiredo, A. D., Chaves, A. P., & John, V. M. (2009). On the classification of mixed construction and demolition waste aggregate by porosity and its impact on the mechanical performance of concrete. Materials and Structures, v. 43, n. 4, p. 519–528.	Brasil	73	11	6,6	Reciclagem
386	Tam, V. W. Y., Kotrayothar, D., & Loo, Y.-C. (2009). On the prevailing construction waste recycling practices: a South East Queensland study. Waste Management & Research, v. 27, n. 2, p. 167–174.	Austrália	32	11	2,9	Reciclagem
387	Qiu, Y., Zhao, X., & Zhang, X. (2019). Optimal routing for safe construction and demolition waste transportation: a CVaR criterion and big data analytics approach. Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette, v. 26, n. 4, p. 1128-1135.	China	0	1	0,0	Outros = Transporte
388	Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Bilal, M., Alaka, H. A., & Owolabi, H. A. (2017). Optimising material procurement for construction waste minimization: an exploration of success factors. Sustainable Materials and Technologies, v. 11, p. 38–46.	Reino Unido	21	3	7,0	Redução
389	Liu, J., Xiao, Y., Wang, D., & Pang, Y. (2019). Optimization of site selection for construction and demolition waste recycling plant using genetic algorithm. Neural Computing and Applications, v. 31, n. 1, p. 233-245.	China	1	1	1,0	Reciclagem
390	Wang, X., Yu, R., Shui, Z., Song, Q., Liu, Z., Bao, M., Liu, Z., & Wu, S. (2019). Optimized treatment of recycled construction and demolition waste in developing sustainable Ultra-High Performance Concrete. Journal of Cleaner Production, v. 221, p. 805-816.	China	2	1	2,0	Reciclagem
391	Park, J., & Tucker, R. (2016). Overcoming barriers to the reuse of construction waste material in Australia: a review of the literature. International Journal of Construction Management, v. 17, n. 3, p. 228–237.	Austrália	22	4	5,5	Outros = Reutilização
392	Rodríguez-Robles, D., García-González, J., Juan-Valdés, A., Pozo, J. M. M.-D., & Guerra-Romero, M. I. (2014). Overview regarding construction and demolition waste in Spain. Environmental Technology, v. 36, n. 23, p. 3060–3070.	Espanha	16	6	2,7	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
393	Juan-Valdés, A., García-González, J., Rodríguez-Robles, D., Guerra-Romero, M., López Gayarre, F., De Belie, N., & Morán-del Pozo, J. (2018). Paving with precast concrete made with recycled mixed ceramic aggregates: a viable technical option for the valorization of Construction and Demolition Wastes (CDW). Materials, v. 12, n. 1, p. 24.	Espanha; Bélgica	2	2	1,0	Reciclagem
394	Hwang, B.-G., & Yeo, Z. B. (2011). Perception on benefits of construction waste management in the Singapore construction industry. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 18, n. 4, p. 394–406.	Singapura	50	9	5,6	Gestão e gerenciamento
395	Cabral, A. E. B., Schalch, V., Molin, D. C. C. D., & Ribeiro, J. L. D. (2012). Performance estimation for concretes made with recycled aggregates of construction and demolition waste of some Brazilian cities. Materials Research, v. 15, n. 6, p. 1037–1046.	Brasil	9	8	1,1	Reciclagem
396	Arisha, A. M., Gabr, A. R., El-Badawy, S. M., & Shwally, S. A. (2018). Performance evaluation of construction and demolition waste materials for pavement construction in Egypt. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 30, n. 2, p. 04017270.	Egito	7	2	3,5	Reciclagem
397	Wei, Y., Chai, J., Qin, Y., Xu, Z., & Zhang, X. (2019). Performance evaluation of green-concrete pavement material containing selected C&D waste and FA in cold regions. Journal of Material Cycles and Waste Management.	China	0	1	0,0	Reciclagem
398	Fatemi, S., & Imaninasab, R. (2016). Performance evaluation of recycled asphalt mixtures by construction and demolition waste materials. Construction and Building Materials, v. 120, p. 450–456.	Irã	24	4	6,0	Reciclagem
399	Silva, R. V., de Brito, J., & Dhir, R. K. (2016). Performance of cementitious renderings and masonry mortars containing recycled aggregates from construction and demolition wastes. Construction and Building Materials, v. 105, p. 400–415.	Portugal; Reino Unido	53	4	13,3	Reciclagem
400	Katz, A., & Kulisch, D. (2017). Performance of mortars containing recycled fine aggregate from construction and demolition waste. Materials and Structures, v. 50, n. 4, p. 199.	Israel	5	3	1,7	Reciclagem
401	Santos, E. C. G., Palmeira, E. M., & Bathurst, R. J. (2014). Performance of two geosynthetic reinforced walls with recycled construction waste backfill and constructed on collapsible ground. Geosynthetics International, v. 21, n. 4, p. 256–269.	Brasil; Canadá	28	6	4,7	Reciclagem
402	Azam, A. M., Cameron, D. A., & Rahman, M. M. (2015). Permanent strain of unsaturated unbound granular materials from construction and demolition waste. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 27, n. 3, p. 04014125.	Austrália	17	5	3,4	Reciclagem
403	Chidiroglou, I., Goodwin, A., Laycock, L., & O'Flaherty, F. (2008). Physical properties of demolition waste material. Proceedings of the Institution of Civil Engineering Journal Construction Materials, v. 161, n. 3, p. 97-103.	Chipre; Reino Unido	12	12	1,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
404	Rodrigues, F., Carvalho, M. T., Evangelista, L., & de Brito, J. (2013). Physical–chemical and mineralogical characterization of fine aggregates from construction and demolition waste recycling plants. Journal of Cleaner Production, v. 52, p. 438–445.	Portugal	129	7	18,4	Reciclagem
405	Aguilar-Penagos, A., Gómez-Soberón, J., & Rojas-Valencia, M. (2017). Physicochemical, mineralogical and microscopic evaluation of sustainable bricks manufactured with construction wastes. Applied Sciences, v. 7, n. 10, p. 1012.	México; Espanha	9	3	3,0	Reciclagem
406	Srour, I. M., Chehab, G. R., El-Fadel, M., & Tamraz, S. (2013). Pilot-based assessment of the economics of recycling construction demolition waste. Waste Management & Research, v. 31, n. 11, p. 1170–1179.	Líbano	26	7	3,7	Reciclagem
407	Ajayi, S. O., & Oyedele, L. O. (2017). Policy imperatives for diverting construction waste from landfill: experts' recommendations for UK policy expansion. Journal of Cleaner Production, v. 147, p. 57–65.	Reino Unido	20	3	6,7	Gestão e gerenciamento
408	Huang, S., Zhao, X., Sun, Y., Ma, J., Gao, X., Xie, T., Xu, D., Yu, Y., & Zhao, Y. (2017). Pollution of hazardous substances in industrial construction and demolition wastes and their multi-path risk within an abandoned pesticide manufacturing plant. Frontiers of Environmental Science & Engineering, v. 11, n. 1, p. 12.	China	10	3	3,3	Outros = Geração
409	Gao, Y., Yin, Y., Li, B., He, K., & Wang, X. (2019). Post-failure behavior analysis of the Shenzhen "12.20" CDW landfill landslide. Waste Management, v. 83, p. 171–183.	China	2	1	2,0	Disposição final
410	Luhar, S., & Luhar, I. (2019). Potential application of E-wastes in construction industry: a review. Construction and Building Materials, v. 203, p. 222-240.	Índia	8	1	8,0	Reciclagem
411	Dantas, A. T. A., Batista Leite, M., & Nagahama, K. J. (2013). Prediction of compressive strength of concrete containing construction and demolition waste using artificial neural networks. Construction and Building Materials, v. 38, p. 717–722.	Brasil	65	7	9,3	Reciclagem
412	Yu, B., Wang, J. Y., Li, J., Zhang, J., Lai, Y., & Xu, X. (2019). Prediction of large-scale demolition waste generation during urban renewal: a hybrid trilogy method. Waste Management, v. 89, p. 1–9.	China; Austrália	3	1	3,0	Outros = Geração
413	Tam, V. W. Y., & Hao, J. J. L. (2014). Prefabrication as a mean of minimizing construction waste on site. International Journal of Construction Management, v. 14, n. 2, p. 113–121.	Austrália; Canadá	34	6	5,7	Redução
414	Raja Shekhara, M. R., & Reshma, E. K. (2018). Preliminary investigations for policy framework to regulate the utilisation of residual strength of demolition waste aggregate in cement concrete mix. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, v. 8, n. 3, p. 678-684.	Índia	0	2	0,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
415	Kourmpanis, B., Papadopoulos, A., Moustakas, K., Stylianou, M., Haralambous, K. J., & Loizidou, M. (2008). Preliminary study for the management of construction and demolition waste. Waste Management & Research, v. 26, n. 3, p. 267–275.	Grécia	113	12	9,4	Gestão e gerenciamento
416	Li, D., Peng, Y., Guo, C., & Tan, R. (2019). Pricing strategy of construction and demolition waste considering retailer fairness concerns under a governmental regulation environment. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 16, n. 20, p. 3896.	China	0	1	0,0	Reciclagem
417	Mahpour, A. (2018). Prioritizing barriers to adopt circular economy in construction and demolition waste management. Resources, Conservation and Recycling, v. 134, p. 216–227.	Irã	18	2	9,0	Gestão e gerenciamento
418	Bao, Z., Lu, W. S., Chi, B., Yuan, H. P., & Hao, J. (2019). Procurement innovation for a circular economy of construction and demolition waste: lessons learnt from Suzhou, China. Waste Management, v. 99, p. 12–21.	Hong Kong; China	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
419	Ulsen, C., Kahn, H., Hawlitschek, G., Masini, E. A., Angulo, S. C., & John, V. M. (2013). Production of recycled sand from construction and demolition waste. Construction and Building Materials, v. 40, p. 1168–1173.	Brasil	66	7	9,4	Reciclagem
420	Silva, R. V., de Brito, J., & Dhir, R. K. (2014). Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. Construction and Building Materials, v. 65, p. 201–217.	Portugal; Reino Unido	427	6	71,2	Reciclagem
421	Ahmed, S. F. U. (2013). Properties of concrete containing construction and demolition wastes and fly ash. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 25, n. 12, p. 1864–1870.	Austrália	38	7	5,4	Reciclagem
422	Rodríguez, C., Miñano, I., Aguilar, M., Ortega, J., Parra, C., & Sánchez, I. (2017). Properties of concrete paving blocks and hollow tiles with recycled aggregate from construction and demolition wastes. Materials, v. 10, n. 12, p. 1374.	Espanha	6	3	2,0	Reciclagem
423	Akinyemi, B., & Omoniyi, T. (2018). Properties of latex polymer modified mortars reinforced withwaste bamboo fibers from construction waste. Buildings, v. 8, n. 11, p. 149.	Nigéria	0	2	0,0	Reciclagem
424	Li, Z., Liu, L., Yan, S., Zhang, M., & Xie, Y. (2019). Properties of microscopic particle morphology and particle contact of renewable construction waste mixtures. Construction and Building Materials, v. 207, p. 190-205.	China	3	1	3,0	Reciclagem
425	Martín, D., Flores-Alés, V., & Aparicio, P. (2019). Proposed methodology to evaluate CO2 capture using construction and demolition waste. Minerals, v. 9, n. 10, p. 612.	Espanha	0	1	0,0	Reciclagem
426	Asgari, A., Ghorbanian, T., Yousefi, N., Dadashzadeh, D., Khalili, F., Bagheri, A., Raei, M., & Mahvi, A. H. (2017). Quality and quantity of construction and demolition waste in Tehran. Journal of Environmental Health Science and Engineering, v. 15, n. 1, p. 14.	Irã	14	3	4,7	Outros = Geração

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
427	Di Maria, F., Bianconi, F., Micale, C., Baglioni, S., & Marionni, M. (2016). Quality assessment for recycling aggregates from construction and demolition waste: an image-based approach for particle size estimation. Waste Management, v. 48, p. 344–352.	Itália	15	4	3,8	Reciclagem
428	Rodríguez-Robles, D., García-González, J., Juan-Valdés, A., Morán-del Pozo, J., & Guerra-Romero, M. (2014). Quality assessment of mixed and ceramic recycled aggregates from construction and demolition wastes in the concrete manufacture according to the Spanish standard. Materials, v. 7, n. 8, p.5843–5857.	Espanha	7	6	1,2	Reciclagem
429	Wu, H., Duan, H., Wang, J. Y., Wang, T., & Wang, X. (2015). Quantification of carbon emission of construction waste by using streamlined LCA: a case study of Shenzhen, China. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 17, n. 4, p. 637–645.	China	21	5	4,2	Gestão e gerenciamento
430	Won, J., Cheng, J. C. P., & Lee, G. (2016). Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: case studies in South Korea. Waste Management, v. 49, p. 170–180.	Hong Kong; Coréia do Sul	57	4	14,3	Outros = Não geração
431	Wu, Z., Yu, A. T. W., Shen, L., & Liu, G. (2014). Quantifying construction and demolition waste: an analytical review. Waste Management, v. 34, n. 9, p. 1683–1692.	Hong Kong; China	157	6	26,2	Outros = Geração
432	Poon, C. S., Yu, A. T. W., Wong, A., & Yip, R. (2013). Quantifying the impact of construction waste charging scheme on construction waste management in Hong Kong. Journal of Construction Engineering and Management, v. 139, n. 5, p. 466–479.	Hong Kong	63	7	9,0	Disposição final
433	Ansari, M., & Ehrampoush, M. H. (2018). Quantitative and qualitative analysis of construction and demolition waste in Yazd city, Iran. Data in Brief, v. 21, p. 2622-2626.	Irã	0	2	0,0	Outros = Geração
434	Zhang, J., Wang, J., Li, X., Zhou, T., & Guo, Y. (2018). Rapid-hardening controlled low strength materials made of recycled fine aggregate from construction and demolition waste. Construction and Building Materials, v. 173, p. 81–89.	China	7	2	3,5	Reciclagem
435	Tam, V. W. Y. (2011). Rate of reusable and recyclable waste in construction. The Open Waste Management Journal, v. 4, p. 28-32.	Austrália	30	9	3,3	Gestão e gerenciamento
436	Barbudo, A., Ayuso, J., Lozano, A., Cabrera, M., & López-Uceda, A. (2018). Recommendations for the management of construction and demolition waste in treatment plants. Proceedings, v. 2, n. 20, p. 1278.	Espanha	1	2	0,5	Reciclagem
437	Behera, M., Bhattacharyya, S. K., Minocha, A. K., Deoliya, R., & Maiti, S. (2014). Recycled aggregate from C&D waste & its use in concrete – a breakthrough towards sustainability in construction sector: a review. Construction and Building Materials, v. 68, p. 501–516.	Índia	348	6	58,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
438	Ferriz-Papi, J. A., & Thomas, S. (2017). Recycled aggregates from construction and demolition waste in the production of concrete blocks. World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 11, n. 10, p. 1338-1343.	Reino Unido	4	3	1,3	Reciclagem
439	Leiva, C., Solís-Guzmán, J., Marrero, M., & Arenas, C. G. (2013). Recycled blocks with improved sound and fire insulation containing construction and demolition waste. Waste Management, v. 33, n. 3, p. 663–671.	Espanha	41	7	5,9	Reciclagem
440	Cavalline, T. L., & Weggel, D. C. (2013). Recycled brick masonry aggregate concrete: use of brick masonry from construction and demolition waste as recycled aggregate in concrete. Structural Survey, v. 31, n. 3, p. 160–180.	Estados Unidos	22	7	3,1	Reciclagem
441	Gómez-Meijide, B., Pérez, I., & Pasandín, A. R. (2016). Recycled construction and demolition waste in cold asphalt mixtures: evolutionary properties. Journal of Cleaner Production, v. 112, p. 588–598.	Espanha	34	4	8,5	Reciclagem
442	Vieira, C. S., Pereira, P. M., & Lopes, M. de L. (2016). Recycled construction and demolition wastes as filling material for geosynthetic reinforced structures. Interface properties. Journal of Cleaner Production, v. 124, p. 299–311.	Portugal	20	4	5,0	Reciclagem
443	Lima, P. R. L., Leite, M. B., & Santiago, E. Q. R. (2010). Recycled lightweight concrete made from footwear industry waste and CDW. Waste Management, v. 30, n. 6, p. 1107–1113.	Brasil	42	10	4,2	Reciclagem
444	Arulrajah, A., Yaghoubi, E., Wong, Y. C., & Horpibulsuk, S. (2017). Recycled plastic granules and demolition wastes as construction materials: resilient moduli and strength characteristics. Construction and Building Materials, v. 147, p. 639–647.	Austrália; Tailândia	29	3	9,7	Reciclagem
445	Silva, J., de Brito, J., & Veiga, R. (2010). Recycled red-clay ceramic construction and demolition waste for mortars production. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 22, n. 3, p. 236–244.	Portugal	74	10	7,4	Reciclagem
446	Chen, Z., Xu, J., Chen, Y., & Lui, E. M. (2016). Recycling and reuse of construction and demolition waste in concrete-filled steel tubes: a review. Construction and Building Materials, v. 126, p. 641–660.	China; Estados Unidos	40	4	10,0	Reciclagem
447	Wimalasena, B. A. D. S., Madanayake, H. L. S. P., Weerasinghe, I. P. T. R., Ruwanpura, J. Y., & Hettiaratchi, J. P. A. (2010). Recycling as a construction waste management technique. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management, v. 163, n. 2, p. 49–58.	Canadá	6	10	0,6	Reciclagem
448	Guignot, S., Touzé, S., Von der Weid, F., Ménard, Y., & Villeneuve, J. (2015). Recycling construction and demolition wastes as building materials: a life cycle assessment. Journal of Industrial Ecology, v. 19, n. 6, p. 1030–1043.	França; Suíça	15	5	3,0	Reciclagem
449	Contreras, M., Teixeira, S. R., Lucas, M. C., Lima, L. C. N., Cardoso, D. S. L., da Silva, G. A. C., Gregório, G. C., de Souza, A. E., & dos Santos, A. (2016). Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study). Construction and Building Materials, v. 123, p. 594–600.	Espanha; Brasil	31	4	7,8	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
450	Domínguez, A., Domínguez, M. I., Ivanova, S., Centeno, M. A., & Odriozola, J. A. (2016). Recycling of construction and demolition waste generated by building infrastructure for the production of glassy materials. Ceramics International, v. 42, n. 14, p. 15217–15223.	Espanha	25	4	6,3	Reciclagem
451	Prošek, Z., Tesárek, P., Trejbal, J., & Horová, T. (2019). Recycling of construction waste using high-speed milling process: determination of waste concrete. Acta Polytechnica CTU Proceedings, v. 22, p. 88–93.	República Tcheca	0	1	0,0	Reciclagem
452	Rojas-Valencia, M. N., & Aquino, E. (2017). Recycling of construction wastes for manufacturing sustainable bricks. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials, p. 1–8.	México	1	3	0,3	Reciclagem
453	Soutsos, M. N., & Fulton, M. C. (2016). Recycling of demolition waste in Merseyside. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials, v. 169, n. 2, p. 54–66.	Reino Unido	2	4	0,5	Reciclagem
454	Chen, Q., Zhang, Q., Qi, C., Fourie, A., & Xiao, C. (2018). Recycling phosphogypsum and construction demolition waste for cemented paste backfill and its environmental impact. Journal of Cleaner Production, v. 186, p. 418–429.	China; Austrália	60	2	30,0	Reciclagem
455	Tavira, J., Jiménez, J. R., Ayuso, J., López-Uceda, A., & Ledesma, E. F. (2018). Recycling screening waste and recycled mixed aggregates from construction and demolition waste in paved bike lanes. Journal of Cleaner Production, v. 190, p. 211–220.	Espanha	8	2	4,0	Reciclagem
456	Lockrey, S., Nguyen, H., Crossin, E., & Verghese, K. (2016). Recycling the construction and demolition waste in Vietnam: opportunities and challenges in practice. Journal of Cleaner Production, v. 133, p. 757–766.	Austrália; Vietnã	44	4	11,0	Reciclagem
457	Villoria Sáez, P., Báez, A. G., Navarro, J. G., & del Río Merino, M. (2014). Redefining construction and demolition waste management systems: best practices on civil engineering works. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, v. 9, n. 3, p. 171-179.	Espanha	0	6	0,0	Gestão e gerenciamento
458	del Río Merino, M., Villoria Sáez, P., Longobardi, I., Astorqui, J. S. C., & Porras-Amores, C. (2019). Redesigning lightweight gypsum with mixes of polystyrene waste from construction and demolition waste. Journal of Cleaner Production, v. 220, p. 144-151.	Espanha; Itália	3	1	3,0	Reciclagem
459	de Magalhães, R. F., Danilevicz, A. M. F., & Saurin, T. A. (2017). Reducing construction waste: a study of urban infrastructure projects. Waste Management, v. 67, p. 265–277.	Brasil	20	3	6,7	Redução
460	Mahdi, M. M., & Ali, N. S. (2019). Reducing waste of construction materials in civil engineering projects in Iraq. Journal of Pure and Applied Sciences, v. 31, p. 257-263.	Iraque	0	1	0,0	Redução

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
461	Mendis, D., Hewage, K. N., & Wrzesniewski, J. (2013). Reduction of construction wastes by improving construction contract management: a multinational evaluation. Waste Management & Research, v. 31, n. 10, p. 1062–1069.	Canadá	5	7	0,7	Redução
462	Kumar, P., & Reddy, M. R. (2008). Reinforced embankments and sub base using demolition waste. Journal of Scientific and Industrial Research, v. 67, n. 5, p. 386-391.	Índia	5	12	0,4	Reciclagem
463	Jesus, S., Maia, C., Brazão Farinha, C., de Brito, J., & Veiga, R. (2019). Rendering mortars with incorporation of very fine aggregates from construction and demolition waste. Construction and Building Materials, v. 229, p. 116844.	Portugal	0	1	0,0	Reciclagem
464	Smical, I., Filip-Văcărescu, F., Danku, G., & Paşca, V. (2015). Research on recycling of hardened mortar from construction and demolition waste. Journal of Applied Engineering Sciences, v. 5, n. 2, p. 81–86.	Romênia	0	5	0,0	Reciclagem
465	Rubio de Hita, P., Pérez Gálvez, F., Morales Conde, M. J., & Rodríguez Liñán, C. (2017). Reuse of ceramic demolition waste in the reconstruction of planked timber floor slabs. The Open Construction & Building Technology Journal, v. 11, p. 124-135.	Espanha	3	3	1,0	Reciclagem
466	Klepa, R. B., Medeiros, M. F., Franco, M. A. C., Tamberg, E. T., Farias, T. M. B., Paschoalin Filho, J. A., Berssaneti, F. T., & Santana, J. C. C. (2018). Reuse of construction waste to produce thermoluminescent sensor for use in highway traffic control. Journal of Cleaner Production, v. 209, p. 250-258.	Brasil	4	2	2,0	Reciclagem
467	Xu, J., Shi, Y., & Zhao, S. (2019). Reverse logistics network-based multiperiod optimization for construction and demolition waste disposal. Journal of Construction Engineering and Management, v. 145, n. 2, p. 04018124.	China	4	1	4,0	Gestão e gerenciamento
468	Medina, C., Banfill, P. F. G., Sánchez de Rojas, M. I., & Frías, M. (2013). Rheological and calorimetric behaviour of cements blended with containing ceramic sanitary ware and construction/demolition waste. Construction and Building Materials, v. 40, p. 822–831.	Espanha; Reino Unido	62	7	8,9	Reciclagem
469	López-Uceda, A., Galvín, A. P., Ayuso, J., Jiménez, J. R., Vanwalleghem, T., & Peña, A. (2018). Risk assessment by percolation leaching tests of extensive green roofs with fine fraction of mixed recycled aggregates from construction and demolition waste. Environmental Science and Pollution Research, v. 25, n. 36, p. 36024-36034.	Espanha	4	2	2,0	Reciclagem
470	Jin, R., Yuan, H. P., & Chen, Q. (2019). Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. Resources, Conservation and Recycling, v. 140, p. 175–188.	Reino Unido; China; Estados Unidos	18	1	18,0	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
471	Araiza-Aguilar, J. A., Gutiérrez-Palacios, C., Rojas-Valencia, M. N., Nájera-Aguilar, H. A., Gutiérrez-Hernández, R. F., & Aguilar-Vera, R. A. (2019). Selection of sites for the treatment and the final disposal of construction and demolition waste, using two approaches: an analysis for Mexico City. Sustainability, v. 11, n. 15, p. 4077.	México	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
472	Mercader-Moyano, P., & Ramírez-de-Arellano-Agudo, A. (2013). Selective classification and quantification model of C&D waste from material resources consumed in residential building construction. Waste Management & Research, v. 31, n. 5, p. 458–474.	Espanha	47	7	6,7	Outros = Geração
473	Ulsen, C., Kahn, H., Hawlitschek, G., Masini, E. A., & Angulo, S. C. (2013). Separability studies of construction and demolition waste recycled sand. Waste Management, v. 33, n. 3, p. 656–662.	Brasil	45	7	6,4	Reciclagem
474	Hu, K., Chen, Y., Naz, F., Zeng, C., & Cao, S. (2019). Separation studies of concrete and brick from construction and demolition waste. Waste Management, v. 85, p. 396–404.	China	0	1	0,0	Reciclagem
475	Bakchan, A., Faust, K. M., & Leite, F. (2019). Seven-dimensional automated construction waste quantification and management framework: Integration with project and site planning. Resources, Conservation and Recycling, v. 146, p. 462–474.	Estados Unidos	3	1	3,0	Gestão e gerenciamento
476	Su, H., Wang, J., Jiang, X., & Tan, Y. (2014). Shaking table test on building in masonry structure with construction waste recycled brick. World Journal of Engineering, v. 11, n. 4, p. 357-364.	China	1	6	0,2	Reciclagem
477	Bassani, M., Riviera, P. P., & Tefa, L. (2017). Short-term and long-term effects of cement kiln dust stabilization of construction and demolition waste. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 29, n. 5, p. 04016286.	Itália	11	3	3,7	Reciclagem
478	Bravo, M., de Brito, J., Pontes, J., & Evangelista, L. (2017). Shrinkage and creep performance of concrete with recycled aggregates from CDW plants. Magazine of Concrete Research, v. 69, n. 19, p. 974–995.	Portugal; Noruega	15	3	5,0	Reciclagem
479	Xuan, D. X., Molenaar, A. A. A., & Houben, L. J. M. (2016). Shrinkage cracking of cement treated demolition waste as a road base. Materials and Structures, v. 49, n. 1-2, p. 631–640.	Hong Kong; Países Baixos	15	4	3,8	Reciclagem
480	Ye, G., Yuan, H. P., Shen, L., & Wang, H. (2012). Simulating effects of management measures on the improvement of the environmental performance of construction waste management. Resources, Conservation and Recycling, v. 62, p. 56–63.	China; Hong Kong	39	8	4,9	Gestão e gerenciamento
481	Shi, Q., Ren, H., Ma, X., & Xiao, Y. (2019). Site selection of construction waste recycling plant. Journal of Cleaner Production, v. 227, p. 532-542.	China	0	1	0,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
482	Henzinger, C., & Heyer, D. (2018). Soil improvement using recycled aggregates from demolition waste. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Ground Improvement, v. 171, n. 2, p. 74–81.	Alemanha	2	2	1,0	Reciclagem
483	Butera, S., Trapp, S., Astrup, T. F., & Christensen, T. H. (2015). Soil retention of hexavalent chromium released from construction and demolition waste in a road-base-application scenario. Journal of Hazardous Materials, v. 298, p. 361–367.	Dinamarca	12	5	2,4	Reciclagem
484	Zanna, C. D., Fernandes, F., & Gasparine, J. C. (2017). Solid construction waste management in large civil construction companies through use of specific software - case study. Acta Scientiarum: Technology, v. 39, n. 2, p. 169-176.	Brasil	6	3	2,0	Gestão e gerenciamento
485	Huang, S., Zhao, X., Sun, Y., Ma, J., Gao, X., Xie, T., Xu, D., Yu, Y., & Zhao, Y. (2016). Spatial distribution of organic pollutants in industrial construction and demolition waste and their mutual interaction on an abandoned pesticide manufacturing plant. Environmental Science: Processes & Impacts, v. 18, n. 4, p. 482–492.	China	7	4	1,8	Outros = Geração
486	Staunton, J., Williams, C. D., Morrison, L., Henry, T., Fleming, G. T. A., & Gormally, M. J. (2015). Spatio-temporal distribution of Construction and Demolition (C&D) waste disposal on wetlands: a case study. Land Use Policy, v. 49, p. 43–52.	Irlanda	9	5	1,8	Disposição final
487	Cristelo, N., Fernández-Jiménez, A., Vieira, C., Miranda, T., & Palomo, Á. (2018). Stabilisation of construction and demolition waste with a high fines content using alkali activated fly ash. Construction and Building Materials, v. 170, p. 26–39.	Portugal; Espanha	12	2	6,0	Reciclagem
488	Lu, W. S., Peng, Y., Webster, C., & Zuo, J. (2015). Stakeholders' willingness to pay for enhanced construction waste management: a Hong Kong study. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 47, p. 233–240.	Hong Kong; China; Austrália	38	5	7,6	Gestão e gerenciamento
489	Wu, H., Zuo, J., Zillante, G., Wang, J. Y., & Yuan, H. P. (2019). Status quo and future directions of construction and demolition waste research: a critical review. Journal of Cleaner Production, v. 240, p. 118163.	Austrália; China	2	1	2,0	Outros = Diversos
490	Gómez-Meijide, B., Pérez, I., Airey, G., & Thom, N. (2015). Stiffness of cold asphalt mixtures with recycled aggregates from construction and demolition waste. Construction and Building Materials, v. 77, p. 168–178.	Espanha; Reino Unido	26	5	5,2	Reciclagem
491	Ling, F. Y. Y., & Nguyen, D. S. A. (2013). Strategies for construction waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam. Built Environment Project and Asset Management, v. 3, n. 1, p. 141–156.	Singapura	33	7	4,7	Gestão e gerenciamento
492	Esa, M. R., Halog, A., & Rigamonti, L. (2017). Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia. Resources, Conservation and Recycling, v. 120, p. 219–229.	Austrália; Malásia; Itália	42	3	14,0	Redução
493	Mercado Burciaga, U., Villoria Sáez, P., & Hernández Ayón, F. J. (2019). Strategies to reduce CO2 emissions in housing building by means of CDW. Emerging Science Journal, v. 3, n. 5, p. 274-284.	México; Espanha	0	1	0,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
494	Pérez, I., Pasandín, A. R., & Gallego, J. (2012). Stripping in hot mix asphalt produced by aggregates from construction and demolition waste. Waste Management & Research, v. 30, n. 1, p. 3–11.	Espanha	35	8	4,4	Reciclagem
495	Zheng, Y., Zhao, Y., Bai, J., & Lin, S. (2019). Suspension stability of waterborne coating slurry prepared using construction and demolition waste. Construction and Building Materials, v. 207, p. 41–47.	China	1	1	1,0	Reciclagem
496	Rajhans, P., Panda, S. K., & Nayak, S. (2018). Sustainability on durability of self compacting concrete from C&D waste by improving porosity and hydrated compounds: a microstructural investigation. Construction and Building Materials, v. 174, p. 559–575.	Índia	8	2	4,0	Reciclagem
497	Rojas-Valencia, M. N., & Bolaños, E. A. (2016). Sustainable adobe bricks with construction wastes. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management, v. 169, n. 4, p. 158–165.	México	2	4	0,5	Reciclagem
498	Gyurkó, Z., Jankus, B., Fenyvesi, O., & Nemes, R. (2019). Sustainable applications for utilization the construction waste of aerated concrete. Journal of Cleaner Production, v. 230, p. 430-444.	Hungria	3	1	3,0	Reciclagem
499	Elchalakani, M., & Elgaali, E. (2012). Sustainable concrete made of construction and demolition wastes using recycled wastewater in the UAE. Journal of Advanced Concrete Technology, v. 10, n. 3, p. 110–125.	Emirados Árabes Unidos	17	8	2,1	Reciclagem
500	del Río Merino, M., Gracia, P. I., & Azevedo, I. S. W. (2009). Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. Waste Management & Research, v. 28, n. 2, p. 118–129.	Espanha	131	11	11,9	Reciclagem
501	Rahimi, M., & Ghezavati, V. (2018). Sustainable multi-period reverse logistics network design and planning under uncertainty utilizing conditional value at risk (CVaR) for recycling construction and demolition waste. Journal of Cleaner Production, v. 172, p. 1567–1581.	Irã	30	2	15,0	Reciclagem
502	Abreu, S. C. (2016). Sustainable production: use of construction waste in the manufacture of anchor bars. Revista Geama, v. 2, n. 4, p. 446-455.	Brasil	0	4	0,0	Reciclagem
503	Rajhans, P., Panda, S. K., & Nayak, S. (2018). Sustainable self compacting concrete from C&D waste by improving the microstructures of concrete ITZ. Construction and Building Materials, v. 163, p. 557–570.	Índia	16	2	8,0	Reciclagem
504	Seco, A., Omer, J., Marcelino, S., Espuelas, S., & Prieto, E. (2018). Sustainable unfired bricks manufacturing from construction and demolition wastes. Construction and Building Materials, v. 167, p. 154–165.	Espanha; Reino Unido	6	2	3,0	Reciclagem
505	Balakrishnan, K., Olutoye, M. A., & Hameed, B. H. (2013). Synthesis of methyl esters from waste cooking oil using construction waste material as solid base catalyst. Bioresource Technology, v. 128, p. 788–791.	Malásia	36	7	5,1	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
506	Au, L. S., Ahn, S., & Kim, T. W. (2018). System dynamic analysis of impacts of government charges on disposal of construction and demolition waste: a Hong Kong case study. Sustainability, v. 10, n. 4, p. 1077	Hong Kong; Austrália; Coréia do Sul	5	2	2,5	Disposição final
507	Tam, V. W. Y., Li, J. R., & Cai, H. (2014). System dynamic modeling on construction waste management in Shenzhen, China. Waste Management & Research, v. 32, n. 5, p. 441–453.	Austrália; China	29	6	4,8	Gestão e gerenciamento
508	Ding, Z., Gong, W., Li, S., & Wu, Z. (2018). System dynamics versus agent-based modeling: a review of complexity simulation in construction waste management. Sustainability, v. 10, n. 7, p. 2484.	China	11	2	5,5	Gestão e gerenciamento
509	Zhan, L., Zhang, Z., Chen, Y., Chen, R., Zhang, S., Liu, J., & Li, A. (2018). The 2015 Shenzhen catastrophic landslide in a construction waste dump: reconstitution of dump structure and failure mechanisms via geotechnical investigations. Engineering Geology, v. 238, p. 15–26.	China	17	2	8,5	Disposição final
510	Jelić, I., Šljivić-Ivanović, M., Dimović, S., Antonijević, D., Jović, M., Mirković, M., & Smičiklas, I. (2018). The applicability of construction and demolition waste components for radionuclide sorption. Journal of Cleaner Production, v. 171, p. 322–332.	Sérvia	15	2	7,5	Reciclagem
511	Bilal, M., Oyedele, L. O., Munir, K., Ajayi, S. O., Akinade, O. O., Owolabi, H. A., & Alaka, H. A. (2017). The application of web of data technologies in building materials information modelling for construction waste analytics. Sustainable Materials and Technologies, v. 11, p. 28–37.	Reino Unido	7	3	2,3	Outros = Geração
512	Chen, Y., & Zhou, Y. (2019). The contents and release behavior of heavy metals in construction and demolition waste used in freeway construction. Environmental Science and Pollution Research.	China	0	1	0,0	Reciclagem
513	Saidu, I., & Shakantu, W. (2016). The contributions of construction material waste to project cost overruns in Abuja, Nigeria. Acta Structilia, v. 23, n. 1, p. 99-113.	África do Sul	13	4	3,3	Outros = Custos
514	Galvín, A. P., Ayuso, J., García, I., Jiménez, J. R., & Gutiérrez, F. (2014). The effect of compaction on the leaching and pollutant emission time of recycled aggregates from construction and demolition waste. Journal of Cleaner Production, v. 83, p. 294–304.	Espanha	27	6	4,5	Reciclagem
515	Hyvärinen, M., Ronkanen, M., & Kärki, T. (2019). The effect of the use of construction and demolition waste on the mechanical and moisture properties of a wood-plastic composite. Composite Structures, v. 210, p. 321–326.	Finlândia	3	1	3,0	Reciclagem
516	Hao, J. L., Hills, M. J., & Tam, V. W. Y. (2008). The effectiveness of Hong Kong's construction waste disposal charging scheme. Waste Management & Research, v. 26, n. 6, p. 553–558.	Hong Kong; Austrália	92	12	7,7	Disposição final

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
517	Cha, G.-W., Kim, Y.-C., Moon, H. J., & Hong, W.-H. (2017). The effects of data collection method and monitoring of workers' behavior on the generation of demolition waste. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 14, n. 10, p. 1216.	Coréia do Sul	2	3	0,7	Outros = Geração
518	Lu, W. S., Chen, X., Peng, Y., & Liu, X. (2018). The effects of green building on construction waste minimization: Triangulating "big data" with "thick data." Waste Management, v. 79, p. 142–152.	Hong Kong; China	8	2	4,0	Redução
519	Sobotka, A., Sagan, J., & Radziejowska, A. (2019). The estimated quantities of building demolition waste. Archives of Civil Engineering, v. 65, n. 1, p. 49-63.	Polônia	0	1	0,0	Outros = Geração
520	Yuan, H. P., Lu, W. S., & Hao, J. J. (2013). The evolution of construction waste sorting on-site. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 20, p. 483–490.	China; Hong Kong; Canadá	71	7	10,1	Outros = Triagem
521	Rodríguez, C., Parra, C., Casado, G., Miñano, I., Albaladejo, F., Benito, F., & Sánchez, I. (2016). The incorporation of construction and demolition wastes as recycled mixed aggregates in non-structural concrete precast pieces. Journal of Cleaner Production, v. 127, p. 152–161.	Espanha	38	4	9,5	Reciclagem
522	Finoženok, O., Žurauskienė, R., & Žurauskas, R. (2013). The influence of crushed concrete demolition waste aggregates on the hardening process of concrete mixtures. Materials Science, v. 19, n. 1, p. 96-102.	Lituânia	2	7	0,3	Reciclagem
523	Pavón, E., Martínez, I., & Etxeberria, M. (2014). The production of construction and demolition waste material and the use of recycled aggregates in Havana, Cuba. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, v. 71, p. 167-178.	Brasil; Cuba; Espanha	8	6	1,3	Reciclagem
524	Ferreira, R. L. S., Anjos, M. A. S., Nóbrega, A. K. C., Pereira, J. E. S., & Ledesma, E. F. (2019). The role of powder content of the recycled aggregates of CDW in the behaviour of rendering mortars. Construction and Building Materials, v. 208, p. 601–612.	Brasil; Espanha	3	1	3,0	Reciclagem
525	Guo, D., & Huang, L. (2019). The state of the art of material flow analysis research based on construction and demolition waste recycling and disposal. Buildings, v. 9, n. 10, p. 207.	Noruega	0	1	0,0	Gestão e gerenciamento
526	Torrentó, C., Audí-Miró, C., Bordeleau, G., Marchesi, M., Rosell, M., Otero, N., & Soler, A. (2014). The use of alkaline hydrolysis as a novel strategy for chloroform remediation: the feasibility of using construction wastes and evaluation of carbon isotopic fractionation. Environmental Science & Technology, v. 48, n. 3, p. 1869–1877.	Espanha; Canadá	16	6	2,7	Reciclagem
527	Kim, J., Tae, S., & Kim, R. (2018). Theoretical study on the production of environment-friendly recycled cement using inorganic construction wastes as secondary materials in South Korea. Sustainability, v. 10, p. 4449.	Coréia do Sul	3	2	1,5	Reciclagem
528	Bravo, M., de Brito, J., & Evangelista, L. (2017). Thermal performance of concrete with recycled aggregates from CDW plants. Applied Sciences, v. 7, n. 7, p. 740.	Portugal; Noruega	7	3	2,3	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
529	Callejas, I. J. A., Durante, L. C., & de Oliveira, A. S. (2017). Thermal resistance and conductivity of recycled construction and demolition waste (RCDW) concrete blocks. REM - International Engineering Journal, v. 70, n. 2, p. 167–173.	Brasil	5	3	1,7	Reciclagem
530	Skouras, E. D., & Burganos, V. N. (2016). Three-dimensional simulation of the effects of demolition waste recycling into rotary cement kilns. Industrial & Engineering Chemistry Research, v. 56, n. 1, p. 301–310.	Grécia	1	4	0,3	Reciclagem
531	Yang, Y., Zhang, L., Zhao, Y. Q., Wang, S. P., Guo, X. C., Guo, Y., Wang, L., Ren, Y. X., & Wang, X. C. (2011). Towards the development of a novel construction solid waste (CSW) based constructed wetland system for tertiary treatment of secondary sewage effluents. Journal of Environmental Science and Health, Part A, v. 46, n. 7, p. 758–763.	China; Irlanda	9	9	1,0	Reciclagem
532	Yuan, H. P., & Shen, L. (2011). Trend of the research on construction and demolition waste management. Waste Management, v. 31, n. 4, p. 670–679.	Hong Kong	320	9	35,6	Gestão e gerenciamento
533	Hobbs, G., Adams, K., & Blackwell, M. (2011). Understanding and predicting construction waste. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management, v. 164, n. 4, p. 239–245.	Reino Unido	7	9	0,8	Outros = Geração
534	Yuan, H. P., Wu, H., & Zuo, J. (2018). Understanding factors influencing project managers' behavioral intentions to reduce waste in construction projects. Journal of Management in Engineering, v. 34, n. 6, p. 04018031.	China; Austrália	7	2	3,5	Redução
535	Chong, W. K., & Hermreck, C. (2010). Understanding transportation energy and technical metabolism of construction waste recycling. Resources, Conservation and Recycling, v. 54, n. 9, p. 579–590.	Estados Unidos	41	10	4,1	Reciclagem
536	Vegas, I., Broos, K., Nielsen, P., Lambertz, O., & Lisbona, A. (2015). Upgrading the quality of mixed recycled aggregates from construction and demolition waste by using near-infrared sorting technology. Construction and Building Materials, v. 75, p. 121–128.	Espanha; Bélgica; Alemanha	40	5	8,0	Reciclagem
537	Yang, H., Xia, J., Thompson, J. R., & Flower, R. J. (2017). Urban construction and demolition waste and landfill failure in Shenzhen, China. Waste Management, v. 63, p. 393–396.	China; Noruega; Reino Unido	33	3	11,0	Disposição final
538	Ambrós, W. M., Sampaio, C. H., Cazacliu, B. G., Miltzarek, G. L., & Miranda, L. R. (2017). Usage of air jigging for multi-component separation of construction and demolition waste. Waste Management, v. 60, p. 75–83.	Brasil; França	5	3	1,7	Reciclagem
539	Zhang, J., Gu, F., & Zhang, Y. (2019). Use of building-related construction and demolition wastes in highway embankment: Laboratory and field evaluations. Journal of Cleaner Production, v. 230, p. 1051-1060.	China; Estados Unidos; Reino Unido	12	1	12,0	Reciclagem
540	Asensio, E., Medina, C., Frías, M., & Sánchez de Rojas, M. I. (2018). Use of clay-based construction and demolition waste as additions in the design of new low and very low heat of hydration cements. Materials and Structures, v. 51, n. 4, p. 101.	Espanha	3	2	1,5	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
541	Keskisaari, A., Butylina, S., & Kärki, T. (2016). Use of construction and demolition wastes as mineral fillers in hybrid wood-polymer composites. Journal of Applied Polymer Science, v. 133, n. 19, p. 43412.	Finlândia	12	4	3,0	Reciclagem
542	Meira, L. H. R., & Calheiros, H. C. (2013). Use of construction waste in the removal of hydrogen sulfide. Labor E Engenho, v. 7, n. 4, p. 47-56.	Brasil	0	7	0,0	Reciclagem
543	Hincapié, I., Caballero-Guzman, A., Hiltbrunner, D., & Nowack, B. (2015). Use of engineered nanomaterials in the construction industry with specific emphasis on paints and their flows in construction and demolition waste in Switzerland. Waste Management, v. 43, p. 398–406.	Suíça	30	5	6,0	Gestão e gerenciamento
544	Jiménez, J. R., Ayuso, J., Galvín, A. P., López, M., & Agrela, F. (2012). Use of mixed recycled aggregates with a low embodied energy from non-selected CDW in unpaved rural roads. Construction and Building Materials, v. 34, p. 34–43.	Espanha	62	8	7,8	Reciclagem
545	Massoudinejad, M., Amanidaz, N., Santos, R. M., & Bakhshoodeh, R. (2019). Use of municipal, agricultural, industrial, construction and demolition waste in thermal and sound building insulation materials: a review article. Journal of Environmental Health Science and Engineering, p. 1-16.	Irã; Canadá; Austrália	0	1	0,0	Reciclagem
546	Silva, R. V., de Brito, J., & Dhir, R. K. (2019). Use of recycled aggregates arising from construction and demolition waste in new construction applications. Journal of Cleaner Production, v. 236, p. 117629.	Portugal; Reino Unido	1	1	1,0	Reciclagem
547	Cardoso, R., Silva, R. V., de Brito, J., & Dhir, R. K. (2016). Use of recycled aggregates from construction and demolition waste in geotechnical applications: a literature review. Waste Management, v. 49, p. 131–145.	Portugal; Reino Unido	94	4	23,5	Reciclagem
548	Ossa, A., García, J. L., & Botero, E. (2016). Use of recycled construction and demolition waste (CDW) aggregates: a sustainable alternative for the pavement construction industry. Journal of Cleaner Production, v. 135, p. 379–386.	México	63	4	15,8	Reciclagem
549	Herrador, R., Pérez, P., Garach, L., & Ordóñez, J. (2012). Use of recycled construction and demolition waste aggregate for road course surfacing. Journal of Transportation Engineering, v. 138, n. 2, p. 182–190.	Espanha	74	8	9,3	Reciclagem
550	Kleemann, F., Lehner, H., Szczypińska, A., Lederer, J., & Fellner, J. (2017). Using change detection data to assess amount and composition of demolition waste from buildings in Vienna. Resources, Conservation and Recycling, v. 123, p. 37–46.	Áustria	20	3	6,7	Outros = Geração
551	Koçak, B., & Paksoy, H. (2019). Using demolition wastes from urban regeneration as sensible thermal energy storage material. International Journal of Energy Research, v. 43, n. 12, p. 6454-6460.	Turquia	1	1	1,0	Reciclagem
552	AlZaghrini, N., Srour, F. J., & Srour, I. (2019). Using GIS and optimization to manage construction and demolition waste: the case of abandoned quarries in Lebanon. Waste Management, v. 95, p. 139–149.	Líbano	1	1	1,0	Gestão e gerenciamento

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
553	Yılmaz, T., Ercikdi, B., & Deveci, H. (2018). Utilisation of construction and demolition waste as cemented paste backfill material for underground mine openings. Journal of Environmental Management, v. 222, p. 250–259.	Turquia	16	2	8,0	Reciclagem
554	Jiménez, J. R., Ayuso, J., Agrela, F., López, M., & Galvín, A. P. (2012). Utilisation of unbound recycled aggregates from selected CDW in unpaved rural roads. Resources, Conservation and Recycling, v. 58, p. 88–97.	Espanha	95	8	11,9	Reciclagem
555	Xue, C., Shen, A., Guo, Y., & He, T. (2016). Utilization of construction waste composite powder materials as cementitious materials in small-scale prefabricated concrete. Advances in Materials Science and Engineering, v. 2016, p. 1-11.	China	3	4	0,8	Reciclagem
556	Adekunle, A. A., Abimbola, K. R., & Familusi, A. O. (2017). Utilization of construction waste tiles as a replacement for fine aggregates in concrete. Engineering, Technology & Applied Science Research, v. 7, n. 5, p. 1930-1933.	Nigéria	2	3	0,7	Reciclagem
557	Antunes, M. L. P., Botignon de Sá, A., Oliveira, P. S., & Rangel, E. C. (2019). Utilization of gypsum from construction and demolition waste in Portland cement mortar. Cerâmica, v. 65, p. 1–6.	Brasil	0	1	0,0	Reciclagem
558	Perera, S., Arulrajah, A., Wong, Y. C., Horpibulsuk, S., & Maghool, F. (2019). Utilizing recycled PET blends with demolition wastes as construction materials. Construction and Building Materials, v. 221, p. 200–209.	Austrália; Tailândia	3	1	3,0	Reciclagem
559	Dos Reis, G. S., Cazacliu, B. G., Cothenet, A., & Torrenti, J.-M. (2019). Valorization of inert part of construction and demolition wastes for the production of fired bricks. Proceedings, v. 34, n. 1, p. 8.	Brasil; França	0	1	0,0	Reciclagem
560	Vilventhan, A., Ram, V. G., & Sugumaran, S. (2019). Value stream mapping for identification and assessment of material waste in construction: a case study. Waste Management & Research, v. 37, n. 8, p. 1-11.	Índia	0	1	0,0	Outros = Geração
561	Wang, L., Chen, S. S., Tsang, D. C. W., Poon, C. S., & Shih, K. (2016). Value-added recycling of construction waste wood into noise and thermal insulating cement-bonded particleboards. Construction and Building Materials, v. 125, p. 316–325.	Hong Kong	56	4	14,0	Reciclagem
562	Li, Y., & Zhang, X. (2013). Web-based construction waste estimation system for building construction projects. Automation in Construction, v. 35, p. 142–156.	Hong Kong	45	7	6,4	Outros = Geração
563	Kjeldsen, P. (2008). What do C&D waste and end-of-life refrigerators have in common? Waste Management, v. 28, n. 11, p. 2031.	Dinamarca	3	12	0,3	Outros = Diversos
564	Li, J. R., Zuo, J., Guo, H., He, G., & Liu, H. (2018). Willingness to pay for higher construction waste landfill charge: a comparative study in Shenzhen and Qingdao, China. Waste Management, v. 81, p. 226–233.	China; Austrália	5	2	2,5	Disposição final
565	Yadav, N., Deo, S. V., & Ramtekkar, G. D. (2018). Workable and robust concrete using high volume construction and demolition waste in sub tropical climate. International Journal of Technology, v. 9, n. 3, p. 537-548.	Índia	0	2	0,0	Reciclagem

	Referência	País e Região	Nº citações	Tempo (em anos)	Nº citações/ ano	Tópico de pesquisa
566	Wang, C., & Zhang, F.-S. (2013). Zeolite loaded ceramsite developed from construction and demolition waste. Materials Letters, v. 93, p. 380–382.	China	8	7	1,1	Reciclagem

APÊNDICE C – FICHA QUESTIONÁRIO PRÉ TESTE

UNILA	**FICHA DE INFORMAÇÕES MUNICÍPIOS** RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG-ECI)

CAPITAL:	RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES E CARGO/FUNÇÃO:

1) O município possui política pública de gestão e/ou gerenciamento dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) conforme disposto na Lei nº 12.305/10 e Resolução CONAMA nº 307/2002?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim. Em caso afirmativo, responda as questões de a) a e), especificando mês e ano de início da vigência das mesmas:
a) Possui legislação local voltada à gestão e/ou gerenciamento dos RCD?
( ) Não
( ) Sim. Qual? _____ mês/ano de início de vigência:_____
b) Possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD?
( ) Não
( ) Sim. Qual? _____ mês/ano de início de vigência_____
c) O município possui ação voltada ao RCD?
( ) Não
( ) Sim. Qual? _____
d) Há obrigatoriedade de apresentação do PGRCC (Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil) na aprovação dos projetos arquitetônicos?
( ) Não há/Desconheço.
( ) Sim, para obras acima de _____ metros quadrados.
e) Há obrigatoriedade de apresentação do Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil na emissão do CCO e/ou "Habite-se"?
( ) Não há/Desconheço
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique a legislação local que regulamenta: _____

2) De quem é a responsabilidade pela destinação final dos RCD dos pequenos geradores no seu município?
( ) Prefeitura
( ) Empresa terceirizada
( ) Gerador, faz o próprio transporte e/ou contrata caçambas

3) Há Parcerias Público-Privadas (PPP) para a gestão dos RCD?
( ) Sim
( ) Não
( ) Em estudo/processo de formalização

4) Qual o local utilizado pelo município para destinação final dos RCD?
( ) Aterro de inertes – RCD (Classe IIB)
( ) Aterro controlado
( ) Aterro sanitário – Resíduos sólidos (Classe IIA)
( ) Lixão
( ) Central de reciclagem
( ) Outro: _____ (favor descrever)

5) Esse local fica no mesmo município?
( ) Sim
( ) Não. Onde está localizado? _____

6) De quem é a responsabilidade pela administração desse local?
( ) Poder público
( ) Poder privado
( ) Poder público-privado

7) Mês e ano de início da operação desse local: _____

8) Volume/quantia mensal aproximado de RCD gerado no município: _____ m³ ou _____ kg

UNILA	**FICHA DE INFORMAÇÕES MUNICÍPIOS** RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG-ECI)

9) O sistema de coleta e/ou destinação final dos RCD do seu município envolve Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)?
( ) Não
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique o número de unidades e o nome do município onde está localizada essa área: _____

10) O local utilizado pelo município para destinação final dos RCD possui balança?
( ) Não
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique a quantidade mensal de RCC recebida: _____ kg

11) Há triagem/separação dos RCD nesse local?
( ) Sim
( ) Não

12) Esse local recebe qual Classe de RCD?
( ) Todas
( ) Classe A – RCD reutilizáveis ou recicláveis como agregados
( ) Classe B – RCD recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, etc.
( ) Classe C – RCD sem rotas de reciclagem
( ) Classe D – RCD perigosos como tintas, solventes, óleos, etc.

13) Em relação à questão anterior, no caso de algum tipo de RCD não aceito, qual é a destinação dada a esse resíduo?
( ) Aterro de inertes – RCD (Classe IIB)
( ) Pedreira abandonada
( ) Disposição em aterro controlado/lixão, juntamente com os resíduos sólidos urbanos
( ) Outro: _____ (favor descrever)

14) O local utilizado pelo município para destinação final dos RCD emprega qual processo para tratamento dos resíduos?
( ) Disposição no solo
( ) Incineração
( ) Reciclagem
( ) Outro: _____ (favor descrever)

15) No seu município há empresas transportadoras de RCD cadastradas?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique quantas: _____ e qual o tempo de operação da PRIMEIRA empresa cadastrada: _____ (em anos)

16) Essas empresas transportadoras de RCD são licenciadas?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim

17) O trajeto do RCD feito por essas empresas é monitorado?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim, especifique como: _____

18) Existe legislação local específica para o monitoramento do transporte do RCD?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim, especifique qual: _____

19) No seu município há empresas de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD cadastradas?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique quantas: _____ e qual o tempo de operação da PRIMEIRA empresa cadastrada: _____ (em anos)

20) Essas empresas de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD são licenciadas?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim

APÊNDICE D – FICHA QUESTIONÁRIO PÓS TESTE

UNILA	**FICHA DE INFORMAÇÕES MUNICÍPIOS** RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG-ECI)

CAPITAL:	RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES E CARGO/FUNÇÃO:

1) O município possui política pública de gestão e/ou gerenciamento dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) conforme disposto na Lei nº 12.305/10, Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações?
( ) Não
( ) Sim.
( ) Em elaboração. Em caso afirmativo, responda as questões de a) a e), especificando mês e ano de início da vigência da(s) mesma(s):
a) Possui legislação local voltada à gestão e/ou gerenciamento dos RCD?
( ) Não
( ) Sim. Qual? _____ mês/ano de início de vigência:_____
b) Possui Programa Municipal de Gerenciamento de RCD?
( ) Não
( ) Sim. Qual? _____ mês/ano de início de vigência_____
c) O município possui ação voltada ao RCD?
( ) Não
( ) Sim. Qual? _____
d) Há obrigatoriedade de apresentação do PGRCC (Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil) na aprovação dos projetos arquitetônicos?
( ) Não há/Desconheço.
( ) Sim, para obras acima de _____ metros quadrados.
e) Há obrigatoriedade de apresentação do Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (ou outro tipo de documento comprobatório) na emissão do CCO e/ou "Habite-se"?
( ) Não há/Desconheço
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique a legislação local que regulamenta: _____

2) De quem é a responsabilidade pela destinação final dos RCD dos pequenos geradores no seu município?
( ) Prefeitura
( ) Prefeitura, por meio de empresa terceirizada
( ) Gerador, faz o próprio transporte e/ou contrata caçambas

3) Há Parcerias Público-Privadas (PPP) para a gestão dos RCD?
( ) Sim
( ) Não
( ) Em estudo/processo de formalização

4) Qual o local utilizado pelo município para destinação final dos RCD?
( ) Aterro de inertes – RCD (Classe IIB)
( ) Aterro controlado
( ) Aterro sanitário – Resíduos sólidos (Classe IIA)
( ) Lixão
( ) Central de reciclagem
( ) Outro: _____ (favor descrever)

5) Esse local fica no mesmo município?
( ) Sim
( ) Não. Onde está localizado? _____

6) De quem é a responsabilidade pela administração desse local?
( ) Poder público
( ) Poder privado
( ) Poder público-privado

7) Mês e ano de início da operação desse local: _____

8) Volume/quantia mensal aproximado de RCD gerado no município: _____ m³ ou _____ kg

UNILA	**FICHA DE INFORMAÇÕES MUNICÍPIOS** RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG-ECI)

9) O sistema de coleta e/ou destinação final dos RCD do seu município envolve Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)?
( ) Não
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique o número de unidades e o nome do município onde está localizada essa área: _____

10) O local utilizado pelo município para destinação final dos RCD possui balança?
( ) Não
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique a quantidade mensal de RCD recebida: _____ m³ ou _____ kg

11) Há triagem/separação dos RCD nesse local?
( ) Sim
( ) Não

12) Esse local recebe qual Classe de RCD?
( ) Todas
( ) Classe A – RCD reutilizáveis ou recicláveis como agregados
( ) Classe B – RCD recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, etc.
( ) Classe C – RCD sem rotas de reciclagem
( ) Classe D – RCD perigosos como tintas, solventes, óleos, etc.

13) Em relação à questão anterior, no caso de algum tipo de RCD não aceito, qual é a destinação dada a esse resíduo?
( ) Aterro de inertes – RCD (Classe IIB)
( ) Pedreira abandonada
( ) Disposição em aterro controlado/lixão, juntamente com os resíduos sólidos urbanos
( ) Outro: _____ (favor descrever)

14) O local utilizado pelo município para destinação final dos RCD emprega qual processo para tratamento dos resíduos?
( ) Disposição no solo
( ) Incineração
( ) Reciclagem
( ) Outro: _____ (favor descrever)

15) No seu município há empresas transportadoras de RCD cadastradas?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique quantas: _____ e qual o tempo de operação da PRIMEIRA empresa cadastrada: _____ (em anos)

16) Essas empresas transportadoras de RCD são licenciadas?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim

17) O trajeto do RCD feito por essas empresas é monitorado?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim, especifique como: _____

18) Existe legislação local específica para o monitoramento do transporte do RCD?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim, especifique qual: _____

19) No seu município há empresas de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD cadastradas?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim. Em caso afirmativo, especifique quantas: _____ e qual o tempo de operação da PRIMEIRA empresa cadastrada: _____ (em anos)

20) Essas empresas de reciclagem e/ou reaproveitamento de RCD são licenciadas?
( ) Não
( ) Em elaboração
( ) Sim

APÊNDICE E – ENDEREÇOS ELETRÔNICOS DOS PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Aracaju/SE:
Plano intermunicipal: https://pt.scribd.com/document/349774292/Diagnostico-Grande-Aracaju-parte-1 **Estudo de regionalização:** https://www.semarh.se.gov.br/?page_id=8481%20target= **Plano estadual:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PERS%20SE%202014dez.pdf
Belém/PA:
Plano municipal: https://pt.scribd.com/doc/105211947/Plano-de-Gerenciamento-de-Residuos-Solidos-de-Belem-Para **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20PA%202013abr.pdf **Plano estadual:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PA%20PERGIS_VOL_1.pdf
Belo Horizonte/MG:
Plano municipal: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/slu/2018/documentos/versao_final_pmgirs-bh_mma.pdf **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20MG%202010set.pdf
Boa Vista/RR:
Plano municipal: https://www.boavista.rr.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MTAzODk%2C&C=MTAzODk%2C
Brasília/DF:
Plano municipal: http://www.so.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2018/03/PDGIRS.pdf
Campo Grande/MS:
Plano municipal: http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/downloads/plano-municipal-de-saneamento-basico-gestao-integrada-de-residuos-solidos/ **Estudo de regionalização:** https://drive.google.com/file/d/0BzIUS2cVA14ANnFvWmE0RTJSazQ/view **Plano estadual:** https://drive.google.com/file/d/0BzIUS2cVA14ANnFvWmE0RTJSazQ/view
Cuiabá/MT:
Plano municipal: http://www.cuiaba.mt.gov.br/storage/webdisco/2014/02/04/outros/ab208ed98c14d4f3df761b4543938ebe.pdf
Curitiba/PR:
Plano municipal: http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2017/00211737.pdf **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20PR%202013jun.pdf **Plano estadual:** http://www.residuossolidos.sema.pr.gov.br/modules/documentos/index.php?curent_dir=1194
Florianópolis/SC:
Plano municipal: http://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/pmgirs/arquivos/PMGIRS_CADERNO_1_CAPA%20e%20Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20Introdu%C3%A7%C3%A3o%20PMGIRS_Florian%C3%B3polis.pdf **Estudo de regionalização:** https://issuu.com/sustentavelsc/docs/gestaoresiduossolidos **Plano estadual:** http://www.sds.sc.gov.br/index.php/biblioteca/pastas-tematicas/meio-ambiente/pers-sc/596-pers-sc/file
Fortaleza/CE:
Plano municipal: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/plano_municipal_de_gesto_integrada_de_residuos_solidos_de_fortaleza.pdf **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20CE%202012abr.pdf **Plano estadual:** https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2018/12/Caderno-Banco-de-Dados.pdf
Goiânia/GO:
Plano municipal: https://drive.google.com/file/d/0B7PAiwx2QD8wMnl5UXVQbWlFZmc/view **Plano estadual:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PERS-GO%202017.pdf
João Pessoa/PB:
Plano municipal: http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/emlur/plano-municipal-de-residuos-solidos/ **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20PB.pdf **Plano estadual:** http://static.paraiba.pb.gov.br/2013/01/PLANO-ESTADUAL-VERSAO-PRELIMINAR.pdf
Maceió/AL:
Plano municipal: https://docs.wixstatic.com/ugd/33684d_ee840599ee6a402b803b40969e499e78.pdf **Estudo de regionalização:** http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/129_ext_arquivo.pdf

Maceió/AL:
Plano estadual: http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/205_ext_arquivo.pdf
Manaus/AM:
Plano municipal: http://semulsp.manaus.am.gov.br/wp-content/uploads/2015/11/Proposta-do-PMGIRS_09.11.2015..pdf **Estudo de regionalização:** http://meioambiente.am.gov.br/plano-estadual-de-residuos-solidos/ **Plano estadual:** http://meioambiente.am.gov.br/plano-estadual-de-residuos-solidos/
Natal/RN:
Plano municipal: https://www.natal.rn.gov.br/urbana/paginas/ctd-954.html **Estudo de regionalização:** http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/doc/DOC000000000020200.PDF **Plano estadual:** http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=152889&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Programas
Palmas/TO:
Plano municipal: https://www.palmas.to.gov.br/media/doc/arquivoservico/PMSB_Palmas_Volume_04_Residuos_Solidos_Versao_Final.pdf **Estudo de regionalização:** https://central3.to.gov.br/arquivo/401532/ **Plano estadual:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PERS-TO%202017.pdf
Porto Alegre/RS:
Plano municipal: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmlu/usu_doc/pmgirs_porto_alegre_volume_1.pdf **Estudo de regionalização:** http://www.pers.rs.gov.br/arquivos/ENGB-SEMA-PERS-RS-40-Final-rev01.pdf **Plano estadual:** http://www.pers.rs.gov.br/arquivos/ENGB-SEMA-PERS-RS-40-Final-rev01.pdf
Porto Velho/RO:
Estudo de regionalização: http://www.sedam.ro.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/CONVITE.pdf **Plano estadual:** http://www.sedam.ro.gov.br/plano-estadual-de-residuos-solidos-de-rondonia-pers-ro/
Recife/PE:
Plano intermunicipal: http://www.cidades.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=12899&folderId=134505&name=DLFE-340201.pdf **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20PE%202013abr.pdf **Plano estadual:** http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/PlanoResiduoSolido_FINAL_002.pdf
Rio Branco/AC:
Plano municipal: http://portalcgm.riobranco.ac.gov.br/portal/wp-content/uploads/2015/02/PLANO-MUNICIPAL-DE-GEST%C3%83O-INTEGRADA-DE-RES%C3%8DDUOS-S%C3%93LIDOS-DE-RIO-BRANCO.pdf **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20AC%202012jan.pdf **Plano estadual:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20AC%202012jan.pdf
Rio de Janeiro/RJ:
Plano municipal: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3035089/DLFE-247507.pdf/Plano_Gestao_Integrada_Residuos.pdf **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20RJ%202013ago.pdf **Plano estadual:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/RJ%20PERS_2013ago.pdf
Salvador/BA:
Estudo de regionalização: http://www.sedur.ba.gov.br/arquivos/File/DocumentoSinteseEstudoRegionalizacao.pdf
São Luís/MA:
Plano intermunicipal: https://pgirsmaranhao.wordpress.com/ **Plano estadual:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/MA%20PERS%20Vol%201_2012jul.pdf
São Paulo/SP:
Plano municipal: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf

São Paulo/SP:
Estudo de regionalização: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20SP%202014out_parte_003.pdf **Plano estadual:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20SP%202014out_parte_001.pdf
Teresina/PI:
Estudo de regionalização: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20PI%202011%201.pdf
Vitória/ES:
Plano municipal: http://sites.vitoria.es.gov.br/pmsb/wp-content/uploads/2015/08/produto-02_b1.pdf **Estudo de regionalização:** http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20ES.pdf **Plano estadual:** https://servicos.seama.es.gov.br/pers/Produto/Display/11