

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CAMPUS DO SERTÃO

AMANDA DE SOUZA LISBOA

**REVISÃO SISTEMÁTICA SIMPLIFICADA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS
GERADOS DEVIDO A DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Delmiro Gouveia – AL

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CAMPUS DO SERTÃO

AMANDA DE SOUZA LISBOA

**REVISÃO SISTEMÁTICA SIMPLIFICADA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS
GERADOS DEVIDO A DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho apresentado como requisito parcial para conclusão de curso de graduação de bacharelado em Engenharia civil pela Universidade Federal de Alagoas.

Orientador: Antônio Pedro de Oliveira Netto

Delmiro Gouveia – AL

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

L769r Lisboa, Amanda de Souza

Revisão sistemática simplificada dos impactos ambientais gerados devido a deposição irregular de resíduos da construção civil / Amanda de Souza Lisboa. - 2022.

56 f. : il.

Orientação: Antonio Pedro de Oliveira Netto.
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2022.

1. Construção civil. 2. Resíduos da Construção e Demolição - RCD. 3. Resíduos sólidos urbanos. 4. Impactos ambientais. I. Oliveira Netto, Antonio Pedro. II. Título.

CDU: 628.4.043

Folha de Aprovação

AMANDA DE SOUZA LISBOA

Revisão sistemática simplificada dos impactos ambientais gerados devido a deposição irregular de resíduos da construção civil

Trabalho apresentado ao corpo docente da Universidade Federal de Alagoas, como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil apresentado em 26/12/2022.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO PEDRO DE OLIVEIRA NETTO
Data: 28/12/2022 20:41:36-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Orientador: Prof. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto
(Universidade Federal de Alagoas)

Documento assinado digitalmente
 ALEXANDRE NASCIMENTO DE LIMA
Data: 28/12/2022 09:03:49-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Examinador Interno: Prof. Me. Alexandre Nascimento de Lima
(Universidade Federal de Alagoas)

WENDELL JOSE SOARES Assinado de forma digital por WENDELL
DOS SANTOS:08490912416 JOSE SOARES DOS
Dados: 2022.12.27 17:18:37 - 03'00'

Examinador Interno: Prof. Me. Wendell José Soares dos Santos
(Universidade Federal de Alagoas)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que fizeram e fazem parte da minha caminhada!

AGRADECIMENTOS

A UFAL pela excelência e ensino.

Ao professor DR. Antônio Pedro de Oliveira Netto pela orientação e dedicação prestada.

A todos os mestres e professores que fizeram parte da minha formação.

A minha família e amigos por todo o apoio prestado e créditos depositados na minha capacidade.

RESUMO

A indústria de construção civil no Brasil é reconhecida por gerar benefícios como desenvolvimentos econômicos. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), O Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil cresceu 9,7% em 2021, após registrar uma queda de 6,3% no ano de 2020. O aumento da atividade de construção traz como consequência o alto consumo de matéria prima e a geração de resíduos provindos de construção, reformas, reparos e demolição, também conhecidos como RCDs, que costumam ser compostos por: blocos cerâmicos, concreto, madeiras, compensados tijolos, argamassa e gesso. Em situações as quais não são descartados corretamente, esses resíduos acarretam em impactos negativos ao meio ambiente. Para este estudo foi realizada uma revisão da literatura que incluiu a análise de publicações nacionais e internacional mais relevantes e atuais sobre a disposição dos resíduos da construção civil e seus principais impactos e técnicas de controle, possibilitando reflexão e síntese do conhecimento sobre o tema, bem como proposição de sua aplicabilidade. Dentre as principais observações, destacam-se a elevada concentração de RCDs nas mesmas áreas de descarte de resíduos sólidos urbanos, aumentando os prejuízos a saúde pública e ao saneamento ambiental devido ao aparecimento de vetores de doenças, contaminação do solo e riscos de contaminação de aquíferos, especialmente em períodos chuvosos, por carreamento ou infiltração. Sendo assim, torna-se de grande relevância o investimento em treinamento de mão de obra para diminuição das perdas dentro dos canteiros, além do incentivo à práticas de reaproveitamento.

Palavras-chave: Impactos Ambientais dos RCDs. Reuso e Reciclagem, Resíduos de Construção e Demolição.

ABSTRACT

The construction industry in Brazil is recognized for generating benefits as economic developments. According to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Gross Domestic Product (GDP) of civil construction grew 9.7% in 2021, after recording a 6.3% drop in 2020. The increase in construction activity brings as a consequence the high consumption of raw materials and the generation of waste from construction, renovations, repairs and demolition, also known as RCDs, which are usually composed of: ceramic blocks, concrete, wood, plywood bricks, mortar and plaster. In situations that are not disposed of correctly, these residues have negative impacts on the environment. For this study, a literature review was conducted that included the analysis of national and international publications more relevant and current on the disposal of civil construction residues and their main impacts and control techniques, enabling reflection and synthesis of knowledge on the subject, as well as proposition of its applicability in our context. Among the main observations, we highlight the high concentration of RCDs in the same areas of disposal of municipal solid waste, increasing the damage to public health and environmental sanitation due to the appearance of disease vectors, soil contamination and risks of aquifer contamination, especially in rainy periods, by transport or infiltration. Thus, it becomes of great importance the investment in labor training to reduce losses within construction sites, in addition to encouraging reuse practices.

Keywords: Environmental Impacts of RCDs. Reuse and Recycling, Construction Waste and Demolition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA COM O QUANTITATIVO DE ARTIGOS
DESDE O LEVANTAMENTO ATÉ A SELEÇÃO FINAL. ----- 29

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PORCENTAGEM DAS ATIVIDADES QUE DÃO ORIGEM AOS RCD’S NO BRASIL.....	24
GRÁFICO 2 - COLETA DE RCD POR REGIÕES E PELO BRASIL (T/ANO)	24
GRÁFICO 3 - COLETA DE RCD PELOS MUNICÍPIOS PELAS REGIÕES (KG/HAB/ANO)	25
GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DAS PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS PUBLICADAS NACIONAL E INTERNACIONALMENTE	30
GRÁFICO 5 – DISTRIBUIÇÃO DAS PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS DISTRIBUIDAS POR REGIÕES GEOGRAFICAS DO BRASIL.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - LEVANTAMENTO SOBRE A COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO EM ALGUMAS CIDADES BRASILEIRAS.....	26
TABELA 2 - A REPRESENTAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE RCD PARA ALGUNS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.	27
TABELA 3 – COMPOSIÇÃO TOTAL DE ARTIGOS ANALISADOS	31

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - COM A CLASSIFICAÇÃO E EXEMPLIFICAÇÃO DOS RCD'S --
----- 22

QUADRO 2 - REPRESENTAÇÃO SISTEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS
DOS ARTIGOS ANALISADOS REFERENTES A ANÁLISE DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS DEVIDO A DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL ----- 32

QUADRO 3 - VETORES RELACIONADOS A DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE
RESÍDUOS SÓLIDOS E DOENÇAS QUE POR ELES SÃO TRANSMITIDAS----
----- 39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

SciELO – Scientific Electronic Library Online

IBGE – Instituto Brasileira de Geografia e Estatística

SIENGE – Software da Indústria da Construção Civil

RMR – Região Metropolitana do Recife

RCC – Resíduos da Construção Civil

RCD - Resíduos da Construção e Demolição

CNI – Confederação Nacional da Indústria

PIB – Produto Interno Bruto

SINDUSCON-CE - (Sindicato da Indústria da Construção Civil no estado do Ceará)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. JUSTIFICATIVA	16
3. OBJETIVOS	17
3.1. OBJETIVOS GERAIS.....	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
4.1. CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNDO.....	18
4.2. CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL.....	18
4.3. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)	20
4.4. A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL E GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD'S).....	22
4.5. COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO.....	25
5. MÉTODOS	28
6. RESULTADOS	30
7. DISCUSSÕES	36
7.1. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RCD	36
7.2. IMPACTOS ENCONTRADOS NOS ARTIGOS ANALISADOS	38
7.2.1. Impactos nas condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.....	38
7.2.2. Impactos na saúde da população.....	39
7.2.3. Impactos nas atividades sociais e econômicas	39
7.3. PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	40
7.4. MEDIDAS COM O INTUITO DE DIMINUIR A GERAÇÃO E DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RCD'S	41
7.4.1. Medidas para a redução das perdas	41
7.4.2. Coleta e transporte.....	41
7.5. SUGESTÕES PARA A DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR RCD'S.....	42
7.5.1. Reciclagem.....	43
7.5.2. Planos de gerenciamento	45
7.6. APLICAÇÃO DE AGREGADO RECICLADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	45
7.7. BENEFÍCIOS AO MEIO AMBIENTE.....	45
7.8. BARREIRAS PARA A RECICLAGEM DE RCD'S NO BRASIL	46
7.9. INCENTIVOS PARA A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	46
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

No início do século XX, o Brasil era um país com população predominantemente rural e economia agrícola voltada para a exportação. O processo de industrialização ocorrido em 1950 intensificou o êxodo rural, gerando a aceleração do processo de urbanização. (MARICATO, 2014)

Os resíduos de construção e demolição (RCD), popularmente conhecidos como entulhos, são gerados em demolições, ampliações, reformas, novas construções e obras de saneamentos básicos, no setor da construção civil. Constituem parte dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), (MARQUES NETO, 2005).

A função da construção civil é transformar o ambiente natural em um ambiente construído, adequado ao desenvolvimento das mais diversas atividades. (JOHN, 2000).

A elevada geração de RCD e sua destinação final quando feita de forma inadequada, podem gerar impactos negativos ao meio ambiente, como: comprometimento de qualidade do ar, comprometimento da paisagem local, obstrução de vias e logradouros públicos, proliferação de vetores e assoreamento de córregos e rios, além de entre outros, o custo com limpeza. (PINTO, 1999).

Dados Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005) apontam que, no Brasil, os RCD's representam cerca de 50% a 70% da massa de resíduos sólidos gerados nos centros urbanos.

Esses resíduos possuem elevada chance de reciclagem e reuso, logo devem ser discutidos de forma técnica. Desenvolver formas mais sustentáveis de consumo diminuirá os desperdícios e também a necessidade de extração de matéria prima, diminuindo os impactos ambientais visto que é na extração de materiais que inicia os impactos ao meio ambiente.

Para tanto, o presente trabalho analisou os trabalhos de alguns autores voltados ao tema bem como dados fornecidos por órgãos como ABRELPE com o intuito de apresentar quanto RCD é produzido, quais materiais compõem a maior parte desses resíduos, os impactos que esses resíduos podem gerar quando depositos irregularmente, quais alternativas são sugeridas, dando maior relevância aos impactos e sugestões que mais se repetiram nos artigos e dados aqui apresentados.

2. JUSTIFICATIVA

Os resíduos de construção e demolição compõe entre 50% a 70% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), logo é responsável pela maior parte dos impactos causados ao meio ambiente. Alguns elementos como o concreto e argamassa constituem mais da metade dos RCD, e são elementos com possibilidade de reciclagem, gerando a diminuição de necessidade de extração de matéria prima, desperdício, e consequentemente despesas econômicas, tanto devido a não necessidade de transporte e aquisição de elementos naturais, como também a diminuição dos gastos com limpeza urbana.

Portanto, conhecer os impactos gerados e entender mais sobre alternativas como reciclagem e reuso, trará benefícios ao meio ambiente e consequentemente ao ser humano.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS GERAIS

Esse trabalho tem como objetivo trazer uma revisão bibliográfica sobre estudos voltados aos impactos ambientais causados devido a deposição irregular de resíduos da construção civil

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentre aos objetivos específicos, destacam-se:

- Levantamento através de consulta a base de dados CAPES e SciELO, entre julho e outubro de 2022, utilizando como critério de elegibilidade artigos nacionais e internacionais publicados, sobre a temática, nos últimos cinco anos;
- Investigar as alternativas de reciclagem e reutilização dos RCD's para a diminuição desses impactos e a participação dos órgãos competentes.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNDO

A construção civil é condição essencial e necessária para o Desenvolvimento socioeconômico. Construções de pontes, túneis, estradas, canais de Navegação, obras de saneamento, possibilitaram a interação entre pessoas que antes viviam em regiões isoladas e distantes, permitindo a civilização evoluir, com trocas Culturais e ampliando a possibilidade de moradia em locais antes de difícil acesso, ou até mesmo desconhecidos.

Os pré-históricos usavam as cavernas para se abrigar e se proteger de ataques de animais. Passando-se o tempo, com a evolução dos povos, os humanos começaram a se separar, formando grupos e também a se proteger de outros humanos, esse processo foi responsável pelo surgimento das cidades (JOSEGE, 2021). Na idade média, a construção de catedrais, igrejas e castelos, promoveu avanço na construção civil, mas foi durante a revolução industrial, devido ao incremento do ferro e do aço, que a construção civil teve um forte avanço. No século XVIII, a utilização do aço como elemento estrutural teve início na Inglaterra, através da construção de uma ponte metálica sobre o Rio Severn. Embora o material possuía um custo elevado, sua resistência permitiu a construção de uma estrutura de maior extensão (STEELGROUP, 2019).

4.2. CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

O primeiro registro sobre construção civil no Brasil, foi nomeado como Declaração de Obras, escrito por Frei Bernardo de São Bento, onde, era descrito uma reforma do próprio Frei, em um mosteiro no Rio de Janeiro, a partir desse momento, a construção civil no Brasil, voltou-se a construção de igrejas e fortificações (JOSEGE, 2021).

A construção de Brasília foi de grande importância para evolução da construção civil no país, visto que se investiu em construção de rodovias, edificações, casas escolas e hospitais, havendo o desenvolvimento de áreas rurais que começaram a se desenvolver, devido a facilidade de acesso aos centros urbanos com as melhoras nos meios de transporte, dando origem a novos centros urbanos, pois grande parte da

população começou a migrar para cidades em busca de melhores oportunidades de empregos e desenvolvimento(SILVA, 2022).

Com o aumento da migração de trabalhadores para Brasília, em busca de emprego, aumentou a necessidade de ampliação e crescimento das cidades, o que acarretou em maior necessidade de extração de matéria prima, logo, ocorreu uma maior produção de RCD (Resíduos de construção e demolição). De acordo

com a (ABRELPE,2022), os RCD's constituem mais de 50% dos RSU (Resíduos Sólidos Urbanos), gerando preocupação com questão como impactos causados no meio ambiente, trazendo a conscientização da necessidade de desenvolver propostas que visem minimizar esses impactos. Atualmente, a

construção civil no Brasil, está em crescimento, De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2022), o nível para quadrimestre de atividades e empregados do setor de construção, foi o maior já registrado nos últimos 10 anos, mostrando que o mercado da construção civil está em ascensão.

Embora a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) tenha previsto uma desaceleração no crescimento da construção civil em 2022, o índice permanece positivo, em torno de 2%. Comparado ao ano de 2021, que alcançou 7,6%, a CBIC afirma que a construção civil continua animada com seu alcance (SEBRAE, 2022).

As tendências atuais de mercado, trazem a tona a necessidade de acrescentar conceitos e princípios mais sustentáveis como prioridades para os projetos em 2022, devido a necessidade de preservação do meio ambiente e a maior aprovação de consumidores para empresas que utilizem tecnologias com maiores práticas de sustentabilidade voltadas a construção onde sejam adotadas práticas sustentáveis em todos os âmbitos, podendo citar como exemplo a economia de energia, menor consumo de matéria prima, e quando possível a utilização de material reciclável, segundo o relatório 'A Ascensão da Mídia Sustentável' divulgado pela Microsoft Advertising e a Dentsu.

4.3. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

A resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em seu artigo 2º traz a seguinte definição para os resíduos da construção civil: 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. (CONAMA, 2002).

A ABRECON (Agência Brasileira de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil) classifica os resíduos da construção civil como entulho de construção e entulho de demolição, sendo o primeiro formado por fragmentos e sobras de materiais e o segundo apenas por fragmentos.

Os Resíduos da Construção e Demolição ou Resíduos da Construção Civil, é todos resíduos gerado no processo construtivo de reforma, escavação ou demolição. Composto por fragmentos de tijolos, concreto, argamassa, aço madeira e outros elementos da construção civil. Não costumam ser de alta periculosidade, porém possuem volumes excessivos não permitindo que sejam destinados a aterros sanitários, devido a consequência de diminuição da vida útil dos mesmos, e quando depositos em locais inapropriados, são responsáveis pela degradação do meio ambiente.

De acordo com o artigo Três da resolução 307/2002 do CONAMA, os resíduos de construção e demolição (RCD's), são classificados como:

- I. Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a. De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

- b. De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c. De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- II. Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como:
- Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso. O gesso foi enquadrado a partir de 2011, por iniciativa da Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall, que a partir de algumas pesquisas com parceria com indústria cimentícia, comprovou que o material tem possibilidades de reaproveitamento no setor.
- III. Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- IV. 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;

O **QUADRO 1**, traz a descrição dos RCD's e os exemplos dos resíduos de acordo com a classificação indicada:

QUADRO 1 - COM A CLASSIFICAÇÃO E EXEMPLIFICAÇÃO DOS RCD'S

CLASSE	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO	EXEMPLO
A	Materiais que podem ser reciclados ou reutilizados como agregado em obras de infraestrutura, edificações e canteiros de obras.	Tijolos, telhas e revestimentos cerâmicos; blocos e tubos de concreto e argamassa.
B	Materiais que poder ser reciclados e ganhar outras destinações	Vidro, gesso, madeira, plástico, papelão e outros.
C	Itens para o qual não existe ou não é viável aplicação econômica para recuperação ou reciclagem	Estopas, lixas, panos e pincéis desde que não tenham contato com substâncias que o classifique como D
D	Aqueles compostos ou em contato de materiais/substâncias nocivos à saúde	Solvente e tintas; telhas e materiais de amianto; entulho de reformas em clínicas e instalações industriais que possam estar contaminados

4.4. A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL E GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD'S)

Como sabemos esses resíduos costumam ser compostos de materiais de baixa periculosidade, tendo entre os impactos, o grande volume gerado. Porém, não é incomum, encontrar nesses resíduos, materiais orgânicos, produtos perigosos, além de elementos como plástico, de algumas embalagens que podem contribuir para a proliferação de vetores devido ao acúmulo de água, aumentando assim a proliferação de doenças. O resíduo de construção civil ou “entulho” é composto por um conjunto de pedaços, elementos que são desperdiçados na construção reformam ou demolição de estruturas, como também por pedaços de concreto, sobras de argamassa, tijolos, aços e madeira entre outros (HAMASSAKI, 2000).

(CARDOSO, 2022) define as principais causas de geração de resíduos sólidos como sendo:

- Reformas de construções previamente existentes
- Demolições de construções previamente existentes;
- Produção além do necessário

De acordo com (CARDOSO, 2022), as principais causas de geração de resíduos sólidos são:

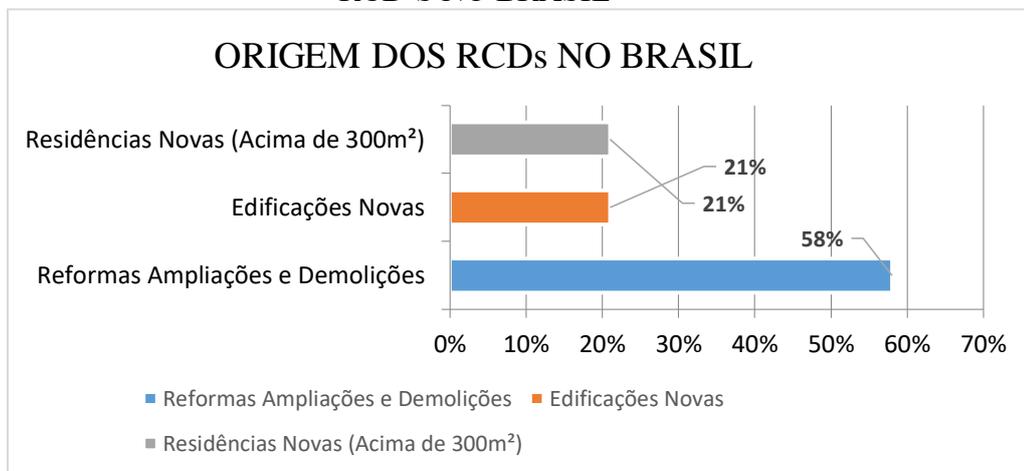
1. Reforma de construções existentes;
2. Demolição de construções existentes;
3. Produção além do necessário, como preparo de argamassa acima do que será utilizado no dia;
4. Perdas de seguimentos, quando materiais como tijolos ou peças de cerâmica são eventualmente quebrados;
5. Defeitos na construção que acarretem a necessidade de demolição e reconstrução;
6. Uso de materiais como concreto pré-moldado, que apresenta menor vida útil;
7. Serviços de construção ou bens de construção de baixa qualidade que pode acarretar em perdas materiais;
8. Desorganização da urbanização que pode resultar em construções errôneas havendo a necessidade de adaptações e reformas;
9. Aumento do potencial econômico da população ocasionando a facilidade de desenvolvimento da construção civil;
10. Desastres provocados pelo ser humano e desastres naturais

Para (TAVARES, 2007) as principais fontes geradoras de volumes significativos de RCD são:

- Reformas Ampliações e demolições: considerando atividades que raramente são formalizadas;
- Edificações Novas: tanto as térreas como as com vários pavimentos sendo consideradas construções formalizadas por possuírem áreas construídas superiores a 300 m² seja térrea ou de múltiplos pavimentos, são consideradas as construções formalizadas por ter áreas construídas superiores a 300m²;
- Residências Novas: São consideradas construções formalizadas, autoconstruídas e informais.

O **GRÁFICO 1**, traz as porcentagens relacionadas as atividades que geram os RCD's no Brasil. Grande parte desses resíduos são provenientes de atividades da construção civil não legalizada:

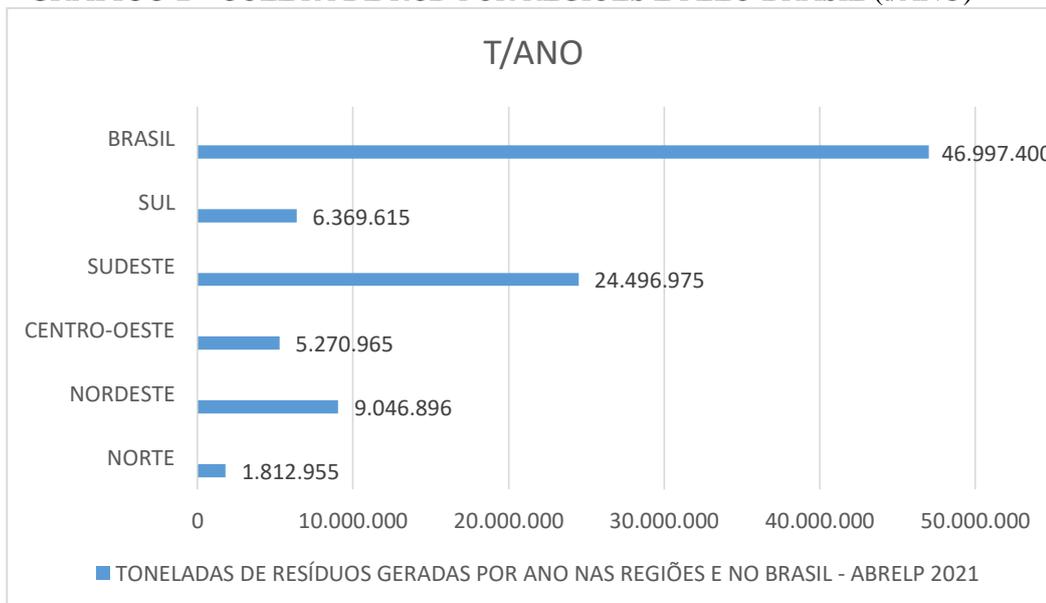
GRÁFICO 1 – PORCENTAGEM DAS ATIVIDADES QUE DÃO ORIGEM AOS RCD'S NO BRASIL



Fonte: Adaptado de (SILVA, 2014)

O **GRÁFICO 2** traz a quantidade total de RCD's de acordo com as regiões geográficas como também a quantidade total no Brasil.

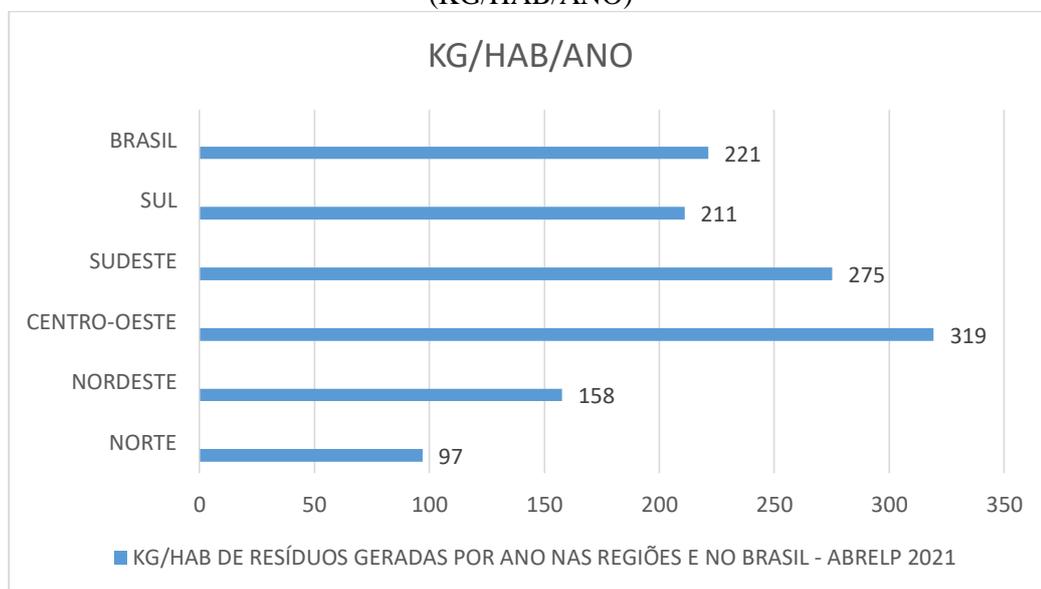
GRÁFICO 2 - COLETA DE RCD POR REGIÕES E PELO BRASIL (t/ANO)



Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2021)

O **GRÁFICO 3** traz a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados por habitantes nas regiões geográficas e pelo Brasil

GRÁFICO 3 - COLETA DE RCD PELOS MUNICÍPIOS PELAS REGIÕES (KG/HAB/ANO)



Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2021)

No ano de 2020, nos municípios brasileiros, foram coletados 47 milhões de toneladas de RCD, o que corresponde a mais de 50% da coleta total de RSU no país. A quantidade de RCD subiu 5,5% quando comparada ao ano anterior, sendo gerado aproximadamente 221,2 kg/Hab/ano.

52% dos resíduos de construção e demolição coletados, vieram da região Sudeste, quantidade que gira em torno de 24,5 milhões de toneladas. Com relação a coleta per capita, a região Centro-Oeste se destaca com cerca de 319/kg de RCD por Hab/ano.

4.5. COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO

O SINDUSCON-CE (Sindicado da indústria da construção civil no estado do ceara), fez um levantamento sobre a composição dos resíduos da construção em algumas cidades brasileiras, chegando aos seguintes resultados apresentados nas tabelas a seguir:

As tabelas 1 e 2, trazem os materiais que compõem os resíduos de construção e demolição e suas devidas porcentagens.

TABELA 1 - LEVANTAMENTO SOBRE A COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO EM ALGUMAS CIDADES BRASILEIRAS

	Argamassa (%)	Concreto (%)	Material Cerâmico (%)	Cerâmica polida (%)	Rochas e Solos (%)	Outros (%)
São Paulo – SP	25,2	8,2	29,6	N.D	32	5
Porto Alegre – RS	44,2	18,3	35,6	0,1	1,8	N.D
Ribeirão Preto – SP	37,4	21,1	20,8	2,5	17,7	0,5
Salvador – BA	53	53	9	5	27	6
Campina Grande- PB	28	10	34	1	9	18
Maceió – AL	27,82	18,65	48,15	3,06	N.D	2,32

Fonte: (BRITO FILHO, 1999) ;(LOVATO, 2007); (ZORDAN, 1997); (QUADROS: OLIVEIRA, 2001); (NOBREGA, 2002) ;(VIEIRA, 2003); N.D – NÃO DISPONIVEL.

TABELA 2 - A REPRESENTAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE RCD PARA ALGUNS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.

MATERIAL	LOCALIDADE			
	São Paulo - SP	Ribeirão Preto - SP	Salvador - BA	Florianópolis – SC
Concreto e argamassa	33	59	56	37
Solo e areis	32	---	22	15
Cerâmica	30	23	14	12
Rochas	---	18	5	---
Outros	5	---	6	36

Fonte: (CARNEIRO, 2005)

É possível notar que os elementos como concreto, argamassa, e material cerâmico, correspondem a mais de 60% dos resíduos sólidos gerados. Como esses resíduos pertencem a Classe A, podemos observar o elevado potencial de reciclagem dos RCD;

O Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA), também analisou a composição dos resíduos sólidos nas cidades das regiões do Brasil, e através da estimativa nacional, confirmando que os RCD, em sua maioria, possuem grande possibilidade de reciclagem.

5. MÉTODOS

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos no trabalho, optou-se por fazer uma revisão da literatura, onde foram analisadas bibliografias voltadas aos temas, como: Deposição irregular de resíduos sólidos da construção civil; análise de impactos de deposição de resíduos sólidos; impactos ambientais, produção de resíduos no Brasil; reciclagem e reutilização de resíduos, reciclagem de resíduos de construção e demolição, RCD's bem como os principais impactos ambientais.

Além disso, bibliografias como revistas, livros, dissertações, teses, monografias, artigos científicos, legislações, leis e políticas regulamentadoras, foram consultadas para a complementação do material teórico.

Os dados foram coletados em sites como o site do IBGE, CONAMA e ABRELPE sendo esses dados dispostos na pesquisa para um melhor entendimento da quantidade de resíduos de construção produzido e o quanto essa quantidade residual representa no total dos RSU.

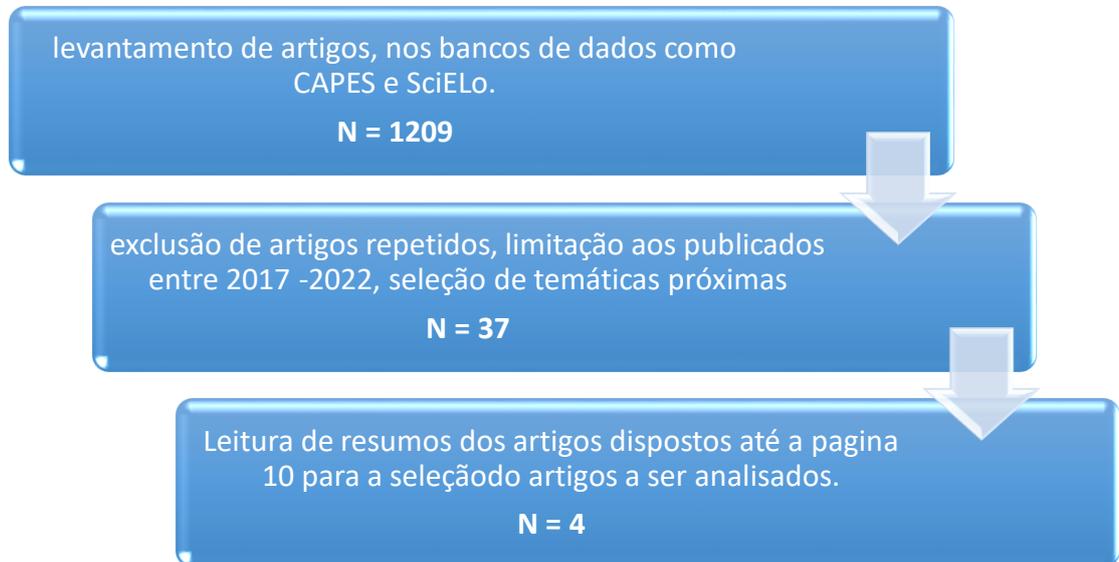
Os artigos foram obtidos através de pesquisa e acesso ao portal periódico CAPES e SciELO, que abordassem os seguintes temas: Resíduos de construção civil, resíduos de construção e demolição, gestão de resíduos e análise dos impactos ambientais gerados pela deposição irregular de resíduos da construção civil.

Inicialmente, foram levantados 1209 artigos no total, passando esse por critérios de seleção como limitação do tempo de publicação para os últimos cinco anos 2017-2022, artigos que não fossem repetidos, publicados nos idiomas inglês e português e que tivessem mais proximidade com o tema central da pesquisa, após selecionados dentro dos critérios previamente estabelecidos, restaram 37 artigos e após a leitura de resumos quatro artigos foram selecionados, onde três primeiro foram publicados no Brasil nas regiões Nordeste e Sudeste, o quarto artigo faz parte de uma publicação da revista *Journal of Cleaner Production*, na cidade de Oxford localizada na Inglaterra.

Fluxograma com a descrição dos artigos selecionados, excluídos e incluídos na busca para o estudo.

FIGURA 1 a seguir, apresenta a relação de quantos artigos foram levantados previamente, e quais restaram após a aplicação dos filtros de seleção apenas os quatros.

FIGURA 1 – Fluxograma com o quantitativo de artigos desde o levantamento até a seleção final.

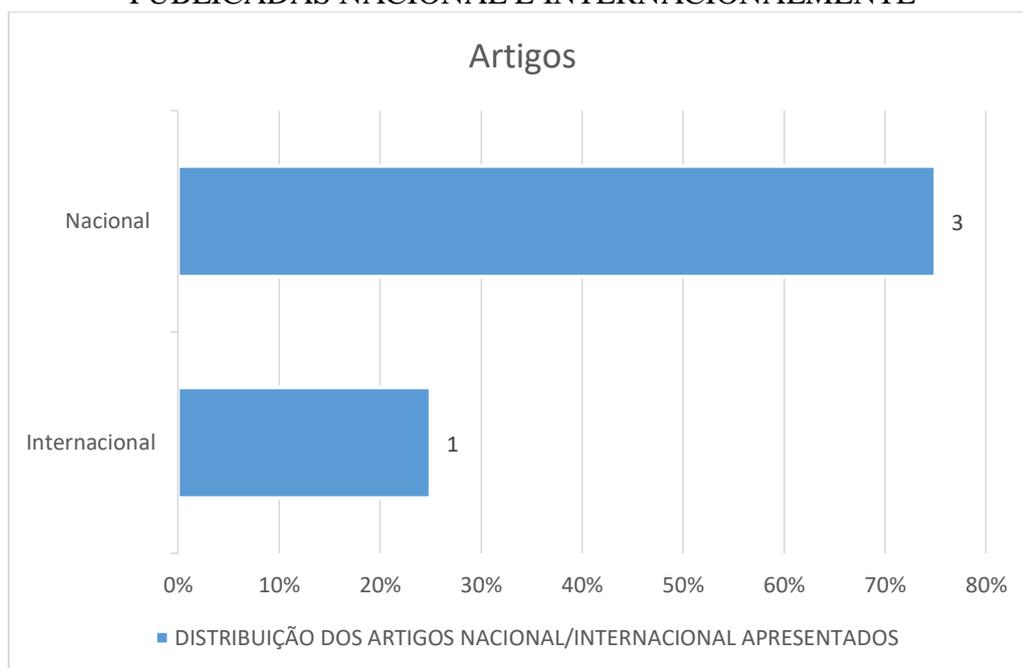


Fonte: (AUTORA, 2022)

6. RESULTADOS

O GRÁFICO 4, traz os quatro artigos que foram analisados. Três desses artigos foram publicados no Brasil nas regiões Sudeste e Nordeste e um foi publicado em Oxford, região Sudeste da Inglaterra

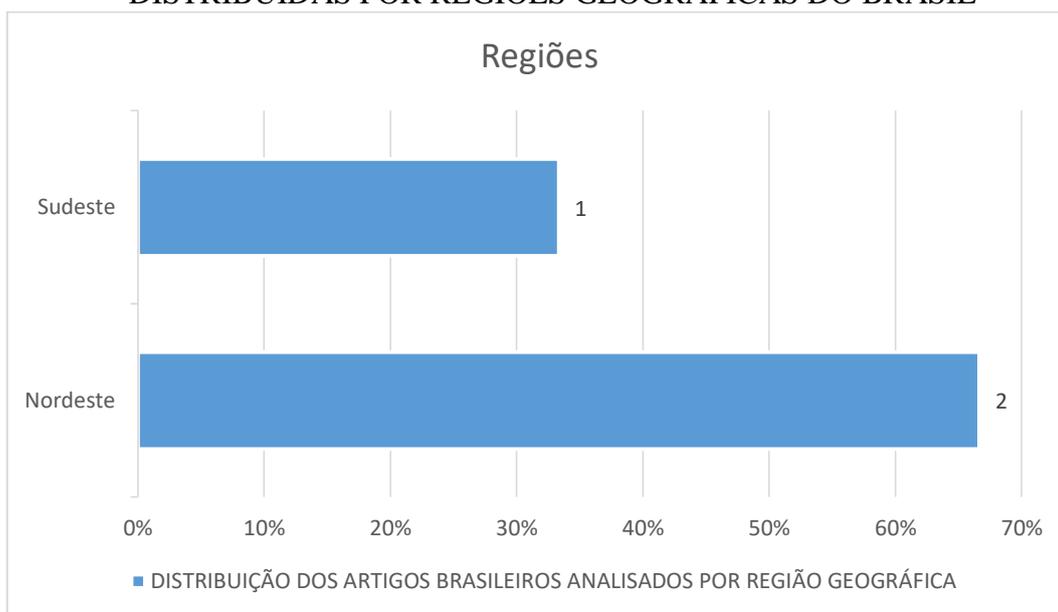
GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DAS PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS PUBLICADAS NACIONAL E INTERNACIONALMENTE



Fonte: (AUTORA, 2022)

O gráfico 4, representa os três artigos brasileiros que foram analisados. Eles representam cerca de 67% que foram publicados na região Nordeste e os outros 33% foram publicados na região Sudeste.

GRÁFICO 5 – DISTRIBUIÇÃO DAS PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS DISTRIBUIDAS POR REGIÕES GEOGRÁFICAS DO BRASIL



Fonte: (AUTORA, 2022)

A **TABELA 3** traz as cidades e regiões de onde se tratam os artigos analisados. Como critério de sequência na tabela, respeitou-se a data de publicação, sendo o artigo mais antigo disposto primeiro. Já o Quadro 2, traz síntese dos trabalhos selecionados neste estudo.

TABELA 3 – COMPOSIÇÃO TOTAL DE ARTIGOS ANALISADOS

CIDADE	REGIÃO/PAÍS	PORCENTAGEM
Juiz de Fora	Sudeste/BRASIL	1/4
Recife/ Serra Talhada	Nordeste/BRASIL	1/2
Oxford	Sudeste/INGLATERRA	1/4

Fonte: (AUTORA, 2022)

QUADRO 2 - REPRESENTAÇÃO SISTEMÁTICA DAS CARACTERÍSTICAS DOS ARTIGOS ANALISADOS REFERENTES A ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DEVIDO A DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

ARTIGO 1	Data de publicação: 19/09/2017	Local: Juiz de Fora – MG
Tema	Mapeamento dos pontos de disposição irregular de resíduos da construção civil e demolição irregulares na cidade de Juiz de Fora.	
Autores	Lydia Dalamura Gomes; Mariléia Darc Campos; Cristiane Campos Toledo	
Objetivo	Georreferenciar e identificar em quais pontos da paisagem se encontram os bota-foras, se estão próximos a mananciais e se se encontram misturados com RSU	
Metodologia	Revisão Bibliográfica e Visitas de campo	
Resultados	Foram identificados sete pontos de deposição irregular de resíduos da construção civil, sendo nos sete pontos identificado presença de lixo junto ao entulho e risco de contaminação dos cursos d'água, principalmente nos períodos de chuva.	
Conclusões	Os órgãos municipais precisam ter uma melhor divulgação de política de resíduos sólidos, para garantir a destinação correta no material e permitir o monitoramento das situações deste problema nas cidades	

ARTIGO 2	Data: 30/08/2018	Local: Recife – PE
Tema	Riscos de impactos ambientais provenientes da deposição irregular Resíduos da Construção Civil em bacias hidrográficas da Região Metropolitana do Recife	
Autores	Diogo Paz; Kalinny Lafayette; Maria do Carmo Sobral; Maria Júlia Holanda; Tiana Ximenes	
Objetivo	A pesquisa tem como objetivo realizar uma análise dos riscos de impactos ambientais provenientes da deposição irregular de RCC em bacias hidrográficas da região metropolitana do recife	
Metodologia	Levantamento de campo e mapeamento de pontos de deposição irregular de RCC por meio de registros e georreferenciamento.	
Resultados	Os resultados obtidos apontam para uma demanda maior de estudos relacionados à presença de materiais perigosos nos RCC e índices de contaminação dos aquíferos devido a deposição irregular de RCC	
Conclusão	Percebe-se a necessidade clara de implantação de um plano integrado de gerenciamento dos RCC na RMR. Além disso, deve estar previsto nos planos diretores dos municípios, bem como nos planos de bacia, ações preventivas e corretivas acerca da deposição irregular de resíduos	

ARTIGO 3	Data: 30/07/2021	Local: Recife – PE
Tema	Análise dos impactos ambientais decorrentes da disposição irregular dos resíduos de construção e demolição no bairro Alto do Bom Jesus em Serra Talhada – PE	
Autores	João Filipe Pereira Lima; Rafaella Pereira Marinho; Elivelthon Carlos do Nascimento; Vitor Hugo de Oliveira Barros	
Objetivo	Diagnosticar os impactos causados devido a deposição irregular dos resíduos de construção e demolição no Alto do Bom Jesus localizado no município de Serra Talhada – PE	
Metodologia	Revisão bibliográfica; visita técnica no local estudado; listagem dos impactos ambientais de maior relevância; elaboração de matriz de impacto	
Resultados	Foi observado elevada concentração de RCD e nas mesmas áreas observou-se o descarte de RSU, aumentando os prejuízos a saúde pública e ao saneamento ambiental devido ao aparecimento de vetores de doenças, e sendo averiguado também a contaminação do solo, riscos de contaminação do rio Pajeú, pois os resíduos que são depositados junto ao esgoto, especialmente em períodos chuvosos, por estar próximo de sua localização.	
Conclusão	É necessário a execução de rede de drenagem e saneamento básico e ampliação, incentivos e propostas de reaproveitamento de Resíduos de construção e demolição	

ARTIGO 4	Data: 20/11/2022	Cidade: Oxford
Tema	Avaliação do ciclo de vida de três produtos típicos reciclados de resíduos de construção e demolição	
Autores	Liang Qiao, Yuzhou Tang, Yue Li, Mengyue Liu, Xueliang Yuan, Qingsong Wang, Qiao Ma	
Objetivo	Descobrir o impacto ambiental, o custo econômico e as emissões de carbono de vários métodos de reciclagem de RCDs.	
Metodologia	Levantamento e avaliação e análise de dados através dos softwares ReCiPe, SimaPro 7.0 e Ecoinvent V3.1	
Resultados	Os impactos ambientais da reutilização de RCDs, concentram-se principalmente no eco toxicidade de água doce, toxicidade carcinogênica humana e não cancerígena. O estudo mostra que o uso de cimento e cola adesiva é o principal fator ambiental e econômico responsável pelo reaproveitamento dos RCDs.	
Conclusão	A fabricação de produtos reciclados a partir de CDW, traz benefícios ambientais e sociais significativos, bem como uma óbvia redução de carbono	

7. DISCUSSÕES

Analisando os impactos encontrados nos artigos estudados, podemos observar que os órgãos devem investir em divulgação e aplicação do plano de gerenciamento de resíduos, garantindo a destinação correta dos RCD's para evitar os riscos de contaminação tanto do solo como de águas doces (rios, cursos d'água e aquífero tanto superficial quanto subterrâneo), diminuindo os problemas causados pelo volume que acaba gerando a ocupação de vias e logradouros, evitando que vetores de doenças como mosquitos possam encontrar locais que sirvam como abrigo, e forneçam também alimento, contribuindo proliferação de mais vetores, que venham a espalhar doenças.

Outro ponto é a produção de produtos reciclados, que traz benefícios ambientais e sociais significativos, visto que se diminui o volume de RCD's gerados, diminuindo os gastos com limpeza urbana e a necessidade de extração de matéria prima que é onde se iniciam os impactos ao meio ambiente.

7.1. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RCD

Os principais impactos causados a sociedade urbana e ao meio ambiente estão relacionados a geração de RCDs e talvez tenha como origem a deposição irregular dos resíduos. A deposição irregular desses resíduos é fator determinante com relação ao desequilíbrio da vida nas cidades pois pode causar o comprometimento da paisagem; degradação de mananciais; bloqueio dos sistemas de drenagem; propagação de vetores geradores de doenças; obstrução dos cursos d'água também podendo dificultar a circulação de pedestres e a de veículos em vias públicas. Entre os vetores geradores de doenças podemos citar os ratos, as baratas, os escorpiões, as moscas e outros (PINTO, 2001).

De acordo com a resolução nº 001 do CONAMA, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986), considera-se impacto ambiental como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. As atividades sociais e econômicas;

- III. A biota;
- IV. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. A qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, Artigo 1º).

A NBR ISO 14001:2015 referente ao sistema de gestão ambiental, em seu capítulo 3, define impacto ambiental como uma modificação no meio ambiente podendo ser essa adversa ou benéfica, parcial ou total, pertencentes aspectos ambientais de uma organização.

De acordo com (PINTO, 1999), alguns impactos demonstram um vasto comprometimento da qualidade do ambiente, causando os seguintes impactos ao meio ambiente:

- Comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local;
- Comprometimento da drenagem superficial, com a obstrução de córregos e consequentemente o surgimento de enchentes;
- Aumento da disposição de outros tipos de resíduos sólidos;
- Criação de um ambiente favorável ao surgimento de vetores nocivos ao saneamento e a saúde humana.

Aspectos ambientais são componente serviços, produtos ou atividades de uma ordem que podem ou não interagir com o meio ambiente (ABNT, 2004).

Marques Neto (2005), afirma que devido aos custos de coleta e transporte, parte dos pequenos geradores optam pelo depósito de forma inadequada.

Segundo Marques Neto (2005), algumas empresas terceirizadas contratadas para a coleta e disposição final dos RCD, acabam realizando o descarte em áreas não licenciadas pela prefeitura devido:

- Falha na fiscalização e no controle das administrações municipais no que diz respeito aos serviços privados de coleta e transporte de entulho;
- Locais autorizados para a destinação final estarem distantes dos centros urbanos;

- À falta de incentivo com o intuito de valorizar a separação e os benefícios que podem ser advindos dos RCD;
- À falta de mercado para captação dos RCD.

7.2. IMPACTOS ENCONTRADOS NOS ARTIGOS ANALISADOS

7.2.1. Impactos nas condições estéticas e sanitárias do meio ambiente

A atração de outros resíduos devido a deposição irregular dos RCDs por outros tipos de resíduos, como os resíduos volumosos, resíduos vegetais e resíduos não inertes, foi um impacto encontrado entre os artigos aqui estudado. Essa combinação acelera a deterioração das condições ambientais nos locais onde são depositados, comprometendo a paisagem local acarretando poluição visual e dificultando as condições de tráfego de pedestres e veículos, além de muitas vezes contribuir para o desmatamento, contaminação do solo onde são depositados, caso os resíduos estejam contaminados o que são agressivas a fauna e a flora.

Essa soma de resíduos negativos também é responsável pela aceleração da deterioração local caso os resíduos estejam contaminados o que são agressivas a fauna e a flora.

Para Lawson *et al* (2001), resíduos provenientes de novas construções geralmente são limpos, sem presença de contaminadores. Já os resíduos de demolição, costumam estar contaminados e misturados com outros materiais, logo, substâncias perigosas ou altamente perigosas podem estar presentes, em destaque os solúveis, que podem ser absorvidos em materiais de construção porosos que provavelmente estão presentes em águas subterrâneas ou superficiais contaminadas. Outro problema

encontrado foi a deposição próximo a cursos d'água podendo provocar enchentes, ocasionar problemas de drenagem superficial como obstrução de córregos que são um dos componentes mais importantes dos sistemas de drenagem. Quando dispostos irregularmente, também pode ocasionar a contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Segundo Wiens (2008), faz parte das ações de controle dos Comitês de Bacias Hidrográficas, a gestão dos

resíduos sólidos provenientes de construção e demolição, pois a deposição desses resíduos influencia diretamente na qualidade da água da bacia.

7.2.2. Impactos na saúde da população

Em um dos artigos, foi relatado como impacto a proliferação de vetores. Para Schneider (2003), quando os RCDs são dispostos inadequadamente constituem uma séria ameaça à saúde pública, pois, sua deposição inapropriada somada a atração de outros resíduos funciona como abrigo, fornece alimento e água, se tornando habitat de vetores patogênicos como baratas, vermes, bactérias, fungos, vírus, ratos, podendo esses vetores, transmitir doenças como viroses, doenças epidérmicas e doenças respiratórias.

QUADRO 3 - VETORES RELACIONADOS A DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DOENÇAS QUE POR ELES SÃO TRANSMITIDAS

VETORES	DOENÇAS
Mosca	Febre tifoide, salmoneloses, disenterias
Mosquito	Malária, febre amarela, dengue
Barata	Febre tifoide, cólera, amebíase
Rato	Leptospirose, diarreias, disenterias
Suíno	Cisticercose

Fonte: Adaptado ROCHA,1997 apud SHNEIDEIR, 2003.

7.2.3. Impactos nas atividades sociais e econômicas

Pinto e Gonzáles (2000), afirmam que os RCDs geram custos sociais interligados, públicos ou pessoais. Um ponto importante é que partes dos RCDs são gerados devido às perdas, essas perdas muitas vezes são resultados de desperdícios de materiais, podendo se estender a

qualquer tipo de ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores as que foram previstas. (Formoso, 2008).

Os serviços considerados informais como reformam, demolição e construção, formam uma parcela considerável na geração de pequenos volumes de resíduos. Não havendo soluções para captação desses resíduos, os geradores ou pequenos coletores, buscarão nas proximidades, áreas livres para a deposição do RCD, independente da aceitação da vizinhança. Logo, esses locais, tornam-se sorvedouro de entulhos, atraindo resíduos para os quais não existem soluções de captação frequente. Com a falta de soluções de captação frequente, a administração pública, torna-se obrigada a impor uma rotina de correção (PINTO, 1999).

Segundo Carvalho (2008), apesar da gestão corretiva em alguns locais ser bem executada, através de coletas diárias de resíduos, é necessário que a municipalidade desembolse altos recursos na sua execução.

Muitos desses impactos dificilmente serão fixados em termos financeiros, porém é possível determinar o custo direto das atividades de limpeza urbana.

Segundo Pinto e Gonzales (2005), é comum o uso de equipamentos pesados, na remoção de resíduos pouco volumosos por falta de alternativa. A utilização desses equipamentos, é responsável por uma parcela relevante dos gastos com os serviços de remoção de resíduos.

7.3. PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A escola Politécnica da USP, em suas pesquisas, concluiu que as perdas materiais na construção civil, giram em torno de 8%, já as perdas financeiras correspondem a 30%. (CHICO, 2020).

Para esse trabalho, focaremos nas perdas materiais, que fazem parte dos RCD.

As perdas materiais são os entulhos gerados por pedaços de blocos, e tijolos quebrados, sobras de madeira, areia misturada com solo, cerâmicas quebradas, saco de cimento mal armazenado, argamassas, além dos furtos. Essas perdas também podem estar incorporadas no processo de execução de serviços, podendo não sair como entulho da obra e também não ser consumido.

Os materiais que mais são desperdiçados segundo alguns pesquisadores são a

argamassa, o cimento e a areia. Essas perdas costumam acontecer mais durante o transporte e o estoque, que durante o processo de utilização

7.4. MEDIDAS COM O INTUITO DE DIMINUIR A GERAÇÃO E DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RCD'S

7.4.1. Medidas para a redução das perdas

É possível colaborar com a redução de perdas através da conscientização sobre os impactos gerados para extração de matéria prima além do necessário, através de treinamentos de mãe de obra para que se evite a quebra dos materiais ou a produção além da necessidade de consumo, como nos casos da argamassa, gesso e cimento, que tem um tempo para aplicação, melhorando também as condições de supervisão através de treinamento da equipe gestora da obra, protegendo os materiais dos imprevistos como chuva realizando a estocagem correta, transportando esses materiais com equipamentos adequados, entre outras possíveis ações com o intuito de minimizar as perdas.

7.4.2. Coleta e transporte

Para realizar a coleta dos resíduos, é necessário que antes, os resíduos sejam levados a um local de fácil retirada. Assim, eles precisam ser transportados dentro do canteiro de obra. Esse deslocamento pode se dar através do transporte vertical em elevadores, dutos coletores ou grua, como também em transporte horizontal, como carrinhos de mão, gericas e transporte manual.

As empresas responsáveis pela coleta e transporte dos RCDs vêm sofrendo modificações e acompanhando a evolução de mercado. Existe atualmente uma vasta variedade de equipamentos de coleta, partindo desde carroças de tração animal a caminhões poli guindastes.

7.5. SUGESTÕES PARA A DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR RCD'S

De acordo com a resolução 307/2002 do CONAMA o gerador deve identificar e quantificar os resíduos, realizando a triagem preferencialmente no local de origem ou em áreas licenciadas de destinação, cumprindo as classificações dos resíduos e garantindo que os resíduos sejam confinados pós geração seguindo assim até a etapa de transporte tornando dessa forma possíveis as condições de reutilização e reciclagem.

A mesma resolução determina que resíduos da construção civil não sejam descartados em aterros de destinação de resíduos residenciais, encostas, áreas de "bota fora", também não podendo em encostas, locais de corpos d'água, lotes vagos bem como em áreas protegidas por Lei, obedecendo os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 dessa Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

- I. Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- II. Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III. Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- IV. Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT – através das normas NBRs (ABNT, 2004); 15112, 15113, e 15114, trata assuntos voltados a diretrizes de

projetos de implantação e operação de áreas de manejo. As NBRs 15115 e 15116 tratam do uso de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil:

NBR 15112 – Áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduo-volumoso;

NBR 15113 – Aterros para resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes;

NBR 15114 – Área de reciclagem para resíduos sólidos da Construção civil;

NBR 15115 – Procedimentos para que agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil sejam utilizados na execução de camadas de pavimentação;

NBR 15116 – Requisitos para que agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil sejam utilizados na execução de camadas de pavimentação;

7.5.1. Reciclagem

A reciclagem é uma alternativa muito eficiente para a diminuição dos impactos ambientais causados por RCDs, pois diminui-se a necessidade de extração e consumo de matéria prima, diminuindo também a deposição desses resíduos em lugares inapropriados. Com isso, há uma diminuição dos custos devido destinação e utilização de agregados reciclados em substituição dos agregados oriundos de novas materiais primas que são extraídas do meio ambiente.

A NBR 15.116/2004 (ABNT, 2004, p. 12) traz a seguinte definição para agregado reciclado:

É um material granular proveniente do benefício de resíduos da construção ou demolição de obras civis que apresentam características técnicas para a aplicação em obras de edificação e infraestrutura. (ABNT, 2004, p.02)

O processo de reciclagem se resume em britagem do RCD da classe A, reduzindo a granulometria para produzir o agregado reciclado. Antes desse processo, é necessário retirar materiais indesejáveis como: vidros, metais, borrachas e madeiras (ÂNGULO, 2005).

Além disso, existem muitos estudos que afirmam que a reciclagem de entulho pode gerar agregados de custo mais baixo que o custo médio dos agregados convencionais.

Para (JOHN, 2000), a maior contribuição ambiental proveniente da reciclagem de

RCD, é a preservação dos recursos naturais, reduzindo a destruição da fauna e da flora e prolongando a vida útil das reservas naturais. Outro aspecto positivo é a geração de novos empregos.

O

aproveitamento de RCDs é uma ação que necessita ser mais ampliada na construção civil, pois esses resíduos possuem elevado potencial de aproveitamento e reciclagem.

Pinto (1999),

afirma que se todo RCD gerado em cidades de médio e grande porte passasse por processo de reciclagem, seria suficiente para atender a demanda de novas casas e vias.

Carneiro

(2001), destaca as seguintes vantagens de reciclagem dos RCDs:

- Redução de consumo de recursos naturais;
- Geração de emprego nas empresas de reciclagem;
- Redução de áreas necessárias para o aterramento dos resíduos;
- Redução de consumo de energia durante o processo de produção em especial as indústrias de cimentos que para obter matéria prima, s utiliza de resíduos de bom poder calorífico.

De acordo com (CARELI, 2008), os RCDs passam por etapas de transformação, até se tornarem propícios para utilização, evoluindo do entulho ao coproduto como descrito a seguir:

- Entulho – ausência de segregação
- RCD – segregação na fonte
- Coproduto – Produção e consumo de agregados reciclados

Para Souza (2004), ações com o objetivo de reduzir a geração de RCDs diretamente na fonte, ou seja, nos canteiros de obra, unida a destinação adequada dos resíduos, contribuem de forma significativa para a redução dos impactos no meio ambiente.

7.5.1.1.1. APLICAÇÃO DE AGREGADO RECICLADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O processo de reciclagem se resume em britagem de RCD da classe A, reduzindo a granulometria para produzir o agregado reciclado. Antes desse processo, é necessário retirar materiais indesejáveis como: vidros, metais, borrachas e madeiras (ÂNGULO, 2005).

Além disso, existem muitos estudos que afirmam que a reciclagem de entulho pode gerar agregados de custo mais baixo que o custo médio dos agregados convencionais.

É possível fabricar argamassa, concreto, bases e sub-bases de pavimentos, camadas drenantes entre outros materiais, através da substituição do agregado natural pelo agregado reciclado.

Com os dados já fornecidos anteriormente, podemos constatar que argamassa e concreto representam as maiores parcelas da composição do RCDs, aqui vamos trazer os benefícios da reciclagem desses materiais para a construção civil, visando diminuir a produção de RCDs e conseqüentemente os impactos ambientais.

7.5.2. Planos de gerenciamento

A utilização de planos de gerenciamento regidos pela Resolução n° 307/02 CONAMA, tem como objetivo principal a não geração de resíduos e quando gerado visa a redução, reutilização e reciclagem como destinação final adequada. Quando esses planos são bem estruturados, são considerados eficientes de trazendo como consequência a redução dos custos na construção e a redução dos impactos no meio ambiente.

7.6. BENEFÍCIOS AO MEIO AMBIENTE

A extração dos materiais na natureza, geram os primeiros impactos ambientais causados por uma edificação, comprometendo a qualidade do solo, das águas, da vegetação e de outros aspectos do meio ambiente (ARAUJO, 2000).

A substituição dos agregados naturais pelos agregados reciclados, é uma alternativa que visa reduzir o impacto gerado pela destinação final incorreta, evita a

extração de novas matérias primas e é economicamente atrativa (XAVIER, ROCHA, 2001);

Devido ao fato dos agregados naturais se apresentarem escassos nos grandes centros urbanos, esses agregados proporcionam maiores gastos com transporte e aumento de poluição causado por combustíveis fósseis (XAVIER; ROCHA, 2001).

7.7. BARREIRAS PARA A RECICLAGEM DE RCD'S NO BRASIL

Embora existam muitas pesquisas relevantes na área de reciclagem e dos benefícios do uso de agregados reciclados provenientes de RCDs, esses agregados ainda enfrentam barreiras.

Para John (2000), essas barreiras existem devido a:

- Concepção de que os agregados reciclados apresentam desempenho inferior ao desempenho de agregados naturais;
- Sensação de risco de baixo desempenho com relação ao uso de novas tecnologias;
- Baixo custo dos agregados naturais;
- Falta de cultura para a segregação de resíduos.

A ABRECON (2015), traz como principais causas de dificuldade de comercialização de agregados reciclados a inexistência de legislação que incentive o consumo, a elevada carga tributária e a falta de conhecimento do mercado.

7.8. INCENTIVOS PARA A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Affonso (2005), existem alternativas que podem instigar o consumo dos produtos provenientes do processo de reciclagem, tais como:

- Cobrar uma taxa adicional no valor do agregado natural.

- Taxar a gerações de RCD.
- Incluir na licença para demolição, diretrizes que facilitam a reciclagem do resíduo produzido.
- Sensibilizar os construtores com o intuito de incentivar a utilização de produtos reciclados.
- Procurar novas aplicabilidades para materiais reciclados e criar situações favoráveis para que a iniciativa privada tenha vantagens econômicas no seu uso.
- Criar um selo verde para produtos reciclados de boa qualidade.
- Promover pesquisas na área de reciclagem e reuso, criando facilidades de acesso a essas informações.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos que os RCDs são responsáveis por mais da metade dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), também observamos que mais da metade dos RCD são constituídos por elementos Classe A o que significam que possuem elevada possibilidade de reciclagem. Através da reciclagem é possível que esses elementos sejam tratados até que estejam aptos para reuso diminuindo a degradação do meio ambientes, devido a menos necessidade de extração de matéria prima e diminuindo os impactos causados com o volume de RCDs. Outro impacto positivo do agregado reciclado está relacionado ao fato de que o preço desses agregados é inferior ao preço dos agregados tradicionais, sendo isso visto como um benefício econômico além de aumentar as chances e acesso de pessoas com obras de pequeno e médio porte.

É importante investir em treinamento de mão de obra para diminuição das perdas dentro dos canteiros, e em casos de perdas, investir em formas de reaproveitar dentro do próprio canteiro.

As cidades devem aumentar os investimentos e divulgações no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, aumentando seus pontos de coletas com o intuito de diminuir a quantidade de resíduos dispostos irregularmente e de se tornar um local de referência para empresas voltadas a reciclagem de RCDs.

É necessário um maior investimento em pesquisas voltadas a reciclagem de RCDs e divulgação dos resultados dessas pesquisas com o intuito de aumentar a conscientização da população sobre os benefícios do consumo de agregado reciclado assim como também aumentar a divulgação da quantidade de RCDs gerados no Brasil.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-. NBR 10.004: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____ – ABNT. **NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, p.7. 2004.

_____ – ABNT. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, p.12. 2004.

_____ – ABNT. **NBR 15114: Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, p.7. 2004.

_____ – ABNT. **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos.** Rio de Janeiro, p.10. 2004.

_____ – 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, p.12. 2004

ABRECON - **Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. Programa Setorial 2014/2015.** Disponível em: <http://www.abrecon.org.br/relatorio-pesquisa-setorial-20142015/>

ABRELPE, 2021, **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível: <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>

AFFONSO, F. J. A. **Caracterização de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para uso em camadas drenantes de aterros de resíduos**

sólidos. 2005. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, Rio de Janeiro – RJ, 2005.

ÂNGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18112005-155825/pt-br.php>.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>>.

BRITO FILHO, J.A. Cidades versus entulho. In: **IBRACON, ANAIS II SEMINÁRIO**. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, Comitê Técnico CT 206 - Meio Ambiente. São Paulo, 1999, p 56- 67

CARDOSO, Luisa Moura. **Tudo sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sienge, 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso em:

CARELI, E. D. **A resolução CONAMA nº 307/02 e as novas condições para gestão dos resíduos de construção e demolição**. Dissertação Mestrado em Tecnologia) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

CARNEIRO, A. P. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2001.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife João Pessoa**, 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal da Paraíba, 2005.

CARVALHO, E. M. **Resíduos sólidos da construção civil e desenvolvimento sustentável: modelo de sistema de gestão para Aracaju**. 2008. 183 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008.

CONAMA. **Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002.** [s.l: s.n.]. Disponível em:<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf>.

GOMES, L. D.; CAMPOS, M. D.; TOLEDO, C. C. **MAPEAMENTO DOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO IRREGULARES NA CIDADE DE JUIZ DE FORA.** *Revista Vianna Sapiens*, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 8, 2017. Disponível em: <https://www.viannasapiens.com.br/revista/article/view/45>.

HAMASSAKI, Luiz Tsuguio. Processamento do lixo – reciclagem de entulho. In: D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero; VILHENA, André (Coord.). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE, 2000. Cap. 4, p. 179-189

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000.113f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2000. Disponível em: http://www.ietsp.com.br/static/media/mediafiles/2015/01/23/LV_Vanderley_John_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf.

JOSEGE, **História e Evolução da Construção Civil no Brasil, 2 de fevereiro de 2022,** Disponível em: <https://www.jofege.com.br/historia-e-evolucao-da-construcao-civil-no-brasil/#:~:text=Encontrada%20entre%20o%20povo%20sum%C3%A9rio,a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20grandes%20estruturas>.

LAWSON, N.; DOUGLAS, I.; GARVIN, S.; MCGRATH, C.; MANNING, D.; VETTERLEIN, J. **Recycling construction and demolition wastes: a UK perspective.** *Environmental management and Health*, v.12, n.2, p. 146-157, 2001.

LIMA, J. F. P. de; MARINHO, R. P.; NASCIMENTO, E. C. do; BARROS, V. H. de **O. Análise dos impactos ambientais decorrentes da disposição irregular dos resíduos de construção e demolição no bairro Alto Bom Jesus em Serra Talhada-PE.** *Holos Environment*, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 338–349, 2021. DOI: 10.14295/holos.v21i3.12454. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12454>.

MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana.** 2002 . Petrópolis: Vozes. Acesso em: 08 dez. 2022. , 2002

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

PAZ, D.; LAFAYETTE, K.; SOBRAL, M. do C.; HOLANDA, M. J.; XIMENES, T. **Riscos de impactos ambientais proveniente da deposição irregular de Resíduos da Construção Civil em bacias hidrográficas da Região Metropolitana do Recife.** *Águas Subterrâneas*, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 325–336, 2018. DOI: 10.14295/ras.v32i3.29149. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29149>

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. (Coord.) **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil. Volume 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios.** Brasília: CAIXA, 2005. 194p. Brasília, 2005.

PINTO T. P. **Gestão dos resíduos de construção e demolição em áreas urbanas – da ineficácia a um modelo de gestão sustentável.** In: **Reciclagem de Entulho para a produção.** Salvador: Editora da UFBA, 2001.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/gestresiduossolidos.pdf>>.

Portal de Periódicos da Capes. Disponível em: <www.periódicos.capes.gov.br>.

QIAO, Liang, Yuzhou Tang, Yue Li, Mengyue Liu, Xueliang Yuan, Qingsong Wang, and Qiao Ma. "Life Cycle Assessment of Three Typical Recycled Products from Construction and Demolition Waste." *Journal of Cleaner Production* 376 (2022): 134139. Web.

QUADROS, B.E.C. OLIVEIRA, A.M.V. **Gestão diferenciada de entulho na cidade de Salvador**. In: CASSA, J.C.S. et al. (Org). *Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom*. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

SCHNEIDER, E. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na Cidade de São Paulo**. 2003. 131 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/Schneider_Deposi%20E7%F5es%20Irregulares%20de%20Res%EDduos%20da%20Constru%E7%E3o.pdf>.

SEBRAE, **Construção civil no Brasil: uma análise do mercado para 2022**, 27 de julho de 2022, Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/construcao-civil-no-brasil-uma-analise-do-mercado-para-2022,f178e360b0222810VgnVCM100000d701210aRCRD>

SILVA, Daniel Neves. "**Construção de Brasília**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiab/construcao-de-brasilia.htm>. Acesso em 28 de dezembro de 2022.

SILVA, M. B. DE. L.E. **Novos Materiais à Base de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos de Produção de Cal (RPC) para Uso na Construção Civil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2014. SILVA, R. V. P

SINDUSCON-CE. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil. Fortaleza,** 2011. Disponível em: < <http://www.sindusconce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-de-Gestao-deResiduos-Solidos.pdf> >.

SOUZA, U. E. L. et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente construído.** Porto Alegre. v. 4, n. 4, p. 33-46. out/dez. 2004

STEELGROUP - **Como as estruturas de aço revolucionaram a construção civil. 2019. Disponível** em: < <https://steelgroup.com.br/blog/como-a-estrutura-em-a-corevolucionou-a-construcao-civil/> > Acesso em: Ago. 2020.

TAVARES, L. P. M. **Levantamento e análise da deposição e destinação de resíduos da construção civil em Ituiutaba/MG.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia. 2007.

XAVIER, L. L.; ROCHA, J. C. **Diagnóstico do resíduo da construção civil – Início do caminho para o uso potencial do entulho.** In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL - MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES. 4, 2001, São Paulo. **Anais.** IBRACON. 2001.

WIENS, I.K. **A gestão de resíduos da construção civil: iniciativas na bacia hidrográfica Tietê-Jacaré e uma proposta para o município de Bauru (SP).** 2008. 155 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho). Bauru, 2008.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto.** 1997. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Campinas, Campinas-SP, 1997. Disponível em: <http://www.ietsp.com.br/static/media/mediafiles/2015/01/23/Dissert_Sergio_Zordan__Entulho_Agregado_para_Concreto.pdf> Acesso em: