

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

RODOLFO MAGALHÃES PEREIRA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS “CLASSE A” DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**PATO BRANCO
2020**

RODOLFO MAGALHÃES PEREIRA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS “CLASSE A” DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Elizângela Marcelo Siliprandi

PATO BRANCO
2020



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEP. ACADEMICO DE CONSTR. CIVIL DACOC-PB

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ANÁLISE DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS CLASSE A NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Por

RODOLFO MAGALHÃES PEREIRA DE OLIVEIRA

Monografia apresentada às 10 horas do dia 24 de NOVEMBRO de 2020 como requisito parcial, para conclusão do Curso de ENGENHARIA CIVIL da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Msc. NORMELIO VITOR FRACARO	Membro
Prof. Msc. JOSÉ MIGUEL ETCHALUS	Membro
Profª. Drª. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI	Orientador
Profª. Drª. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI	Professor(a) responsável TCCII



Documento assinado eletronicamente por **ELIZANGELA MARCELO SILIPRANDI, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 16/11/2020, às 12:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **NORMELIO VITOR FRACARO, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 24/11/2020, às 11:22, conforme horário oficial de Brasília

24/11/2020

SEI/UTFPR - 1752552 - Graduação: Termo de Aprovação TCC Aluno



(according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **JOSE MIGUEL ETCHALUS, CHEFE DE DEPARTAMENTO ACADÊMICO**, em (at) 24/11/2020, às 11:26, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador (informing the verification code) **1752552** e o código CRC (and the CRC code) **EC79B6B5**.

Referência: Processo nº 23064.024746/2020-11

SEI nº 1752552

Dedico aos meus pais, que me ensinaram
o valor do amor e da educação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pelas bênçãos concedidas ao longo de minha vida, e pela sabedoria necessária para a conclusão deste curso.

À minha orientadora, Profa. Dra. Elizângela Marcelo Siliprandi, pelos ensinamentos e por toda compreensão.

Aos meus pais, que ao longo dos anos, ensinaram-me o valor da educação e do respeito ao ambiente em que vivemos.

E a todos, que de uma forma ou de outra, se fizeram presente ao longo da construção da minha vida acadêmica e profissional.

*Na Engenharia 99% feito é igual a 0, faça
as coisas 100% para que se considere
concluídas.*

Ricardo Guidini

RESUMO

OLIVEIRA, Rodolfo Magalhães Pereira de. **Análise do aproveitamento de resíduos “Classe A” da construção civil**. 2020. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2020.

O aproveitamento de resíduos “Classe A” da construção civil traz muitos benefícios para a sociedade e meio ambiente. Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura que tem como objetivo, analisar o aproveitamento de resíduos “Classe A” da construção civil após serem beneficiadas em uma usina de reciclagem. Foram selecionados 23 estudos que discutem sobre a temática. Verificou-se que as usinas de reciclagem de RCD trazem muitos benefícios para a sociedade, assim como para a construção civil, através da reutilização dos resíduos em outros produtos utilizados nas obras. Analisando os dados obtidos nas publicações sobre os resíduos da construção civil, pode-se observar que há maior geração de resíduos de concreto, argamassa, tijolo, cerâmica, telhas e blocos cerâmicos, entre outros. Destaca-se que, dos produtos gerados pela reciclagem, os agregados são os produtos que mais aparecem nas publicações, demonstrando que este material pode ser reutilizado na construção civil, assim como a brita e o rachão, que também são produzidos nas usinas de reciclagem. Além destes produtos também foi destacado nas publicações, areia, argamassa, artefatos de concreto, concreto asfáltico, ecopavimento, tijolos ecológicos e tijolos solocimentos, entre outros produtos. Concluiu-se que os produtos gerados pelas usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição estão seguindo o que é preconizado na Política Nacional de Resíduos Sólidos, objetivando a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, além de estimular a adoção de padrões sustentáveis de produção de produtos, através do incentivo à reciclagem.

Palavras-chave: Resíduos classe A. Construção Civil. Usina de Reciclagem.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Rodolfo Magalhães Pereira de. **Analysis of the use of “Class A” waste from civil construction**. 2020. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2020.

The use of “Class A” waste from civil construction brings many benefits to society and the environment. This is an integrative literature review study that aims to analyze the use of “Class A” waste from civil construction after being processed in a recycling plant. 22 studies were selected that discuss the theme. It was found that RCD recycling plants bring many benefits to society, as well as to civil construction, through the reuse of waste in other products used in the works. Analyzing the data obtained in the publications on construction waste, it can be seen that there is a greater generation of waste from concrete, mortar, brick, ceramics, tiles and ceramic blocks, among others. It is noteworthy that, of the products generated by recycling, aggregates are the products that most appear in publications, demonstrating that this material can be reused in civil construction, as well as gravel and crack, which are also produced in recycling plants. In addition to these products, it was also highlighted in publications, sand, mortar, concrete artifacts, asphalt concrete, eco-pavement, ecological bricks and bonding bricks, among other products. It was concluded that the products generated by the construction and demolition waste recycling plants are following what is recommended in the National Solid Waste Policy, aiming to protect public health and environmental quality, in addition to encouraging the adoption of sustainable standards of production of products, by encouraging recycling.

Keywords: Classe A waste. Construction. Recycling Plant.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição das publicações selecionadas na pesquisa bibliográfica	39
Tabela 2: Composição em porcentagem do RCD em algumas cidades brasileiras	45
Tabela 3: Produtos gerados nas usinas de reciclagem e seu uso recomendado	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PIB Cadeia Produtiva	15
Figura 2: Geração de RSU	17
Figura 3: Quantidade total de RCD coletado pelos municípios no Brasil	17
Figura 4: Gestão integrada municipal de RCD	31
Figura 5: Definição das etapas da pesquisa.....	36
Figura 6: Distribuição dos trabalhos por ano.....	38
Figura 7: Materiais recebidos nas usinas de reciclagem	43
Figura 8: Produtos gerados nas usinas de reciclagem	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	19
2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
2.1 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
2.2 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	22
2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	24
2.4 GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	28
2.5 USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	32
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
3.1 TIPO DE ESTUDO.....	36
3.2 TÉCNICA DE COLETA E FONTE DOS DADOS.....	37
3.3 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	37
4 RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE	38
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES.....	38
4.2 MATERIAIS RECEBIDOS NA USINA DE RECICLAGEM	44
4.3 PRODUTOS GERADOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Em poucos anos a população urbana atingiu os atuais 75% da população brasileira, com 35% concentrada nas cinco maiores regiões metropolitanas. As operações construtivas e a rede de negócios no setor da construção avançam aceleradamente, ano após ano, compondo atualmente um dos pilares de sustentação da estabilidade econômica diferenciada do país. Ferramentas de ordenamento do processo cidadão auxiliam o desenvolvimento dos municípios brasileiros— são exemplos o Estatuto das Cidades, a Política Nacional de Saneamento Básico e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (SINDUSCON-SP, 2012).

Dentre os resíduos sólidos urbanos gerados nas cidades brasileiras, os Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD) representam cerca de 56,3% e são oriundos de demolições, reformas e novas construções (ABRELPE, 2019).

Amadei (2012) cita diversos impactos que os RCD podem provocar na sociedade. Impactos ambientais como a ocupação de áreas naturais em baixadas, terrenos desocupados e fundos de vale, obstrução de córregos e rios que fazem a drenagem superficial das águas, podendo provocar alagamentos e enchentes; Impactos sanitários, onde a presença de RCD cria um ambiente favorável para o surgimento de vetores que exercem efeito prejudicial para o saneamento local; Impactos econômicos que estes resíduos geram com altos custos para realização da gestão corretiva dos RCD.

Conforme Casarin e Taboada (2012), a legislação ambiental vem proporcionando maiores incumbências às empresas no que se refere ao destino final dos resíduos sólidos. Isso tem gerado mais discussões acerca da responsabilidade ambiental pela disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias de todos os setores, já que por lei os geradores são os responsáveis legais pelo resíduo até sua disposição final, não podendo transferir sua responsabilidade para terceiros.

Importante ressaltar que a geração dos resíduos da construção é de forma difusa e se concentra na sua maior parcela no pequeno gerador, cerca de 70% do resíduo gerado, advindos de reformas, obras menores e nas obras de demolição, em muitos casos coletados pelos serviços de limpeza urbana. Os 30% restantes são provenientes da construção formal (SINDUSCON-SP, 2012).

Assim, Campos et al. (2018) menciona que a reciclagem dos resíduos da construção civil tem sido uma iniciativa que têm demonstrado alta viabilidade econômica, social e ambiental, ampliando a melhoria dos materiais utilizados nas obras, através do uso de materiais reciclados. Ainda segundo o autor, esse material que antes eram despejados em lixões ou aterros sanitários tem tornado a construção civil mais sustentável, através da reciclagem dos seus resíduos, além de incentivar o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida do pequeno gerador, possibilitando alavancar a prática do tripé ecológico da sustentabilidade, em que o social, econômico e ambiental caminham juntos .

Com isso os municípios devem instruir a gestão dos resíduos tanto para os pequenos quanto para os grandes geradores, implementando equipamentos para a triagem dos resíduos, para a reciclagem e o armazenamento para a utilização futura (aterros de resíduos da construção classe A). Estes equipamentos, públicos ou privados, ou em parceria do governo e do setor privado, concedem a criação de uma nova corrente de produção, tornando o resíduo em matéria prima e gerando emprego e renda. (SINDUSCON, 2012).

Chaves (2015) ressalta a necessidade da criação de ecopontos na cidade, para onde devem ser levados os RCD, para posterior envio as usinas de reciclagem. Esses ecopontos são opções que evitam os descartes irregulares e inadequados dos resíduos em vias, logradouros públicos, terrenos baldios, entre outros.

As usinas de reciclagem de entulho (URE) devem ser alocadas para atender as obras de pequeno porte, assim como as grandes empresas, para que haja redução da quantidade de RCD que são gerados por dia nas áreas urbanas, provenientes de construção, reforma e demolições nos centros urbanos, conforme Shinomiya et al. (2019).

A implantação de usinas de reciclagem de RCD podem gerar vantagens sociais para a cidade e ainda dar retorno financeiro para os investidores na comercialização de matéria prima e produtos. O panorama social em que vivemos propicia negócios sustentáveis que geram valor para a sociedade e meio ambiente afirma a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2020).

Este estudo tem por tema, analisar o aproveitamento de resíduos “Classe A” da construção civil, tendo por enfoque os resíduos que são reciclados em usinas de reciclagem, sendo transformados em novos produtos utilizados em vários ramos da construção civil.

Os resíduos sólidos da construção civil são inúmeros, e tem causado grandes desperdícios de materiais que podem ser reaproveitados, se for realizado a reciclagem dos mesmos, principalmente quando se tem disponível uma usina de reciclagem para tal fim. Assim, este estudo traz por problema: Como são aproveitados os resíduos “Classe A” da construção civil após serem beneficiados em uma usina de reciclagem?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

– Apresentar uma análise, a partir de uma revisão da literatura, como tem ocorrido o aproveitamento dos resíduos “Classe A” da construção civil após serem beneficiados em uma usina de reciclagem.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão teórica de caráter bibliográfico em obras já publicadas.
- Levantar os materiais que são processados nas usinas de reciclagem de resíduos da construção civil nos trabalhos elencados;
- Identificar os possíveis produtos a serem gerados a partir dos resíduos de reciclagem classe A da construção civil.

1.3 JUSTIFICATIVA

A construção civil é um dos mais importantes setores da economia, e o crescimento do país está em função desse setor por ele ser o responsável pela infraestrutura necessária para seu desenvolvimento.

De acordo com o SINDUSCON-SP (2012) O setor da construção civil tem sido considerado um dos mais importantes na economia brasileira, trazendo geração de renda através da criação de postos de trabalho e aquisição de materiais, reduzindo, assim, a taxa de desemprego no país, absorvendo grande percentual de mão de obra regional.

O setor da construção civil ocupa posição de destaque na economia nacional, quando considerada a significativa parcela do Produto Interno Bruto (PIB) do país pela qual é responsável e, também, pelo contingente de pessoas que, direta ou indiretamente, emprega nos diferentes setores da cadeia produtiva, como mostrado na Figura 1.

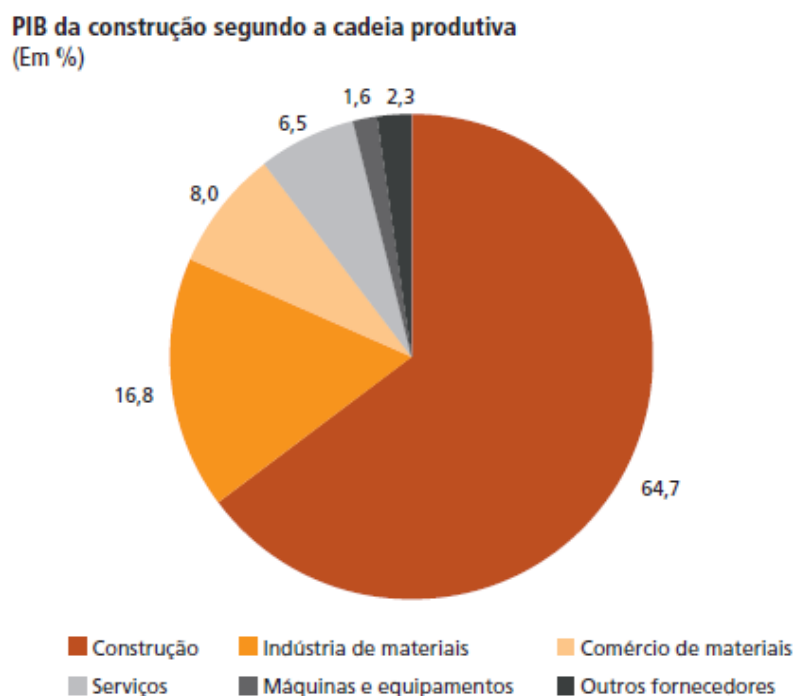


Figura 1: PIB Cadeia Produtiva
Fonte: Negri, 2016.

Em 1992, a conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, a Rio-92, demonstrou aumento

do interesse mundial pelo futuro do planeta. A agenda 21 foi um dos principais resultados deste evento, um documento que reforça a necessidade e a importância de cada país se comprometer a refletir de forma global e localmente, sobre cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010).

EVANGELISTA et. al (2010) salientam que não havia por parte do setor da construção civil indagações significativas naquele período com os danos ambientais ocasionados pela corrente de produção, como o consumo excessivo dos recursos naturais não renováveis e tampouco o destino dado aos resíduos gerados. Este setor da construção civil é responsável por cerca de 50% das emissões de CO₂ e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo.

Assim, percebe-se que a questão ambiental tornou-se um problema urgente para a sociedade, principalmente quando se enfoca a questão dos resíduos sólidos produzidos pela sociedade de um município, acarretando para a gestão municipal a devida atuação para gerenciamento desse resíduo.

A Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010) foi um marco regulatório no Brasil significativo para buscar soluções socioambientais na questão geração, tratamento e destinação final dos RCD. Em um dos seus instrumentos ela preconiza a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processo e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada desses rejeitos.

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019), mostra em seu panorama sobre os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), que a geração de RSU aumentou no ano de 2018 e chegou a 216.629 toneladas diárias, representando um crescimento de quase 1% com relação ao ano de 2017, como mostrado na Figura 2:

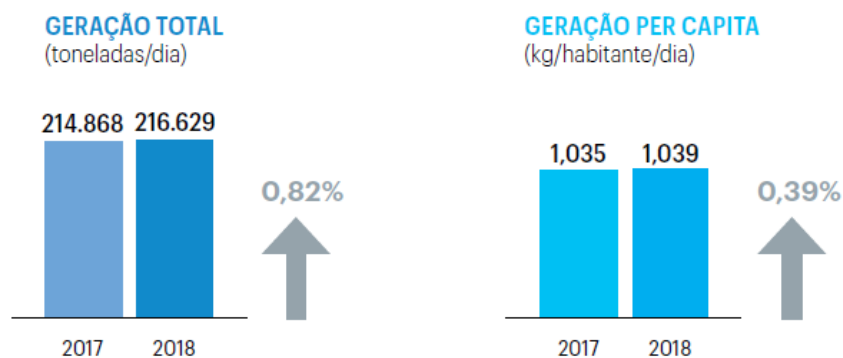


Figura 2: Geração de RSU
Fonte: ABRELPE (2019).

A mesma associação acima citada comenta que esses resíduos, em sua maioria, são enviados para os aterros ou incinerados, sendo baixa a quantidade de resíduos que são reciclados, ao contrário de outros países, que reciclam em grande quantidade os resíduos gerados na construção civil. Este fato é um reflexo da baixa quantidade de usinas de reciclagem instaladas no Brasil, conforme relata a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição (ABRECON, 2015), discorrendo que há 48 usinas instaladas em todo país, sendo que no Estado do Paraná há sete em funcionamento.

No mesmo levantamento feito pela ABRELPE, mostra que os RCD apresentaram uma leve diminuição. Mas ressalta que estes dados representam somente a coleta feita pelos municípios, estes números refletem em sua maioria apenas aquilo que foi abandonado em vias e logradouros públicos, como mostrado na Figura 3:

2017		2018	
Total (toneladas/dia)	Per capita (kg/habitante/dia)	Total (toneladas/dia)	Per capita (kg/habitante/dia)
123.421	0,594	122.012	0,585

Figura 3: Quantidade total de RCD coletado pelos municípios no Brasil
Fonte: ABRELPE (2019).

Como nessa área, a partir da Lei 12.305/2010 que estabelece a PNRS, o responsável pela coleta é o gestor da obra, mesmo que uma representação baixa, este número representa que tem ocorrido uma melhor coleta dos RCD.

A Resolução CONAMA nº 307, de 2002, que estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, e suas diversas alterações, classifica os agregados por classes e a correta destinação para os mesmos, como mostrado no ANEXO A.

A resolução dos problemas decorrentes dos resíduos sólidos da construção civil requer o aproveitamento racional e ecologicamente sustentável da natureza em benefício da sociedade, levando-a a incorporar a preocupação com a conservação da biodiversidade, desde que esteja fundamentada na harmonização de objetivos sociais, ambientais e econômicos.

Neste contexto, observa-se a relevância de um estudo bibliográfico voltado para o levantamento de trabalhos já publicados, reunindo-os em um compilado, destacando a importância do aproveitamento de resíduos “Classe A” da construção civil após serem beneficiadas em uma usina de reciclagem, podendo ser reaproveitados para outras obras, ou mesmo, para obtenção de novos produtos, que podem ser utilizados na construção civil.

1.4 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma. O primeiro capítulo apresentou as considerações iniciais e o contexto no qual se insere o trabalho, apresentando a delimitação do tema, problemática, objetivos e justificativa.

O segundo capítulo provê uma visão geral sobre os resíduos da construção civil. Além das definições presentes na literatura, são descritas algumas classificações de resíduos da construção civil. Ainda neste capítulo, é abordado sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, gestão de resíduos e usina de reciclagem de resíduos da construção civil.

No terceiro capítulo a metodologia utilizada para a construção deste estudo é apresentada.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos na pesquisa e sua análise.

2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Resíduos são qualquer componente que deixe de ter serventia, perdendo assim seu valor econômico para o possuidor.

De acordo com a NBR 10004/1987 (*apud* PHILLIPPI JR.; ROMERO; BRUNA, 2014, p. 158), define-se resíduo sólido como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades na comunidade, de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos 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 d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Na construção civil, resíduos são materiais que sobram das construções, demolições ou reformas de edifícios, como tijolos, blocos, pedregulhos, cerâmicas, metais, resinas, tintas, pedaços de madeira, restos de argamassa, telhas, vidros, plásticos, fiação elétrica, tubulações, entre outros objetos.

A definição de resíduos da construção civil (RCC) segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 é:

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.

Segundo Paz (2020), para os resíduos da construção civil usa-se a sigla RCD, que se refere a resíduos sólidos gerados no setor da construção civil resultado das atividades de construção, reforma e demolição, em que se inclui também a escavação, terraplanagem e obras rodoviárias.

Luchezzi (2019) relata que o motivo de tantos resíduos de construção civil se deve a uma má gestão dos resíduos, que, atualmente, representa 50% de

todo resíduo gerado no país, causando dificuldade para a circulação de pessoas e automóveis, além de degradar a paisagem e causar vários outros problemas para a sociedade.

O autor acima citado relata que a geração de RCD tem aumentado, desde que o crescimento populacional aumentou a demanda de serviços para a construção civil, principalmente a partir da década de 1990, em que aumentaram a quantidade de construção de edifícios nas grandes metrópoles, e mesmo nas cidades do interior. Neste contexto, os principais responsáveis por gerar estes resíduos são:

1. Executores de reformas;
2. Ampliações e demolições (atividade raramente formalizada com a aprovação de plantas e solicitação de alvarás);
3. Construtores de novas edificações térreas ou de pavimentos (atividades quase sempre formalizadas);
4. Construtores de novas residências de maior porte, normalmente são formalizadas, com relação às pequenas residências de periferia, quase sempre informais. (LUCHEZZI, 2019, p. 91)

Percebe-se que a geração de RCD ocorre principalmente por não haver um cuidado por parte dos responsáveis pelas obras, reduzindo a quantidade de sobras de materiais que são disponibilizados, geralmente, em vias públicas, ou contêineres que depois são descarregados em aterros sanitários.

Segundo Moura (2011), nos aterros sanitários, os resíduos são compactados na forma de camadas, que são periodicamente recobertas com terra ou outro material inerte também compactado, para dificultar a entrada da água de chuva e a conseqüente contaminação do lençol freático. Se respeitada sua vida útil e capacidade, os aterros representam uma alternativa menos impactante de destinação do lixo, mas podem ocupar espaços cada vez mais escassos nos arredores das cidades.

Nesse contexto, deve-se destacar a Agenda 21, instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, que destinou o seu quarto capítulo exclusivamente para esta questão, concentrando-se no exame dos padrões de consumo vigentes e no desenvolvimento de políticas e estratégias de estímulo a mudança dos mesmos. No que tange às políticas públicas, o documento destaca medidas de: estímulo à eficiência no uso dos recursos naturais; de conscientização e incentivo ao consumo sustentável; e de

redução máxima da geração de resíduos (EVANGELISTA, COSTA, ZANTA, 2010).

Para Paz (2020), os RCD são um grande problema nas áreas urbanas, mesmo que tais resíduos, em sua maioria, não sejam perigosos, mas são gerados em volumes significativos. O autor considera que tal situação ocorra devido aos profissionais da construção civil priorizarem o descarte dos RCD, ao invés de buscar formas de reaproveitar estes materiais. Paz (2020) ressalta que é necessário buscar técnicas e alternativas para reaproveitar estes resíduos, de maneira ambientalmente correta e economicamente viável.

A falta de planejamento do gerenciamento de RCD em todas as fases de um canteiro dificulta que as obras mantenham constante o sistema de gerenciamento de resíduos e a possibilidade de reduzir continuamente o volume de RCD. Como consequência, tem-se um aumento no custo do gerenciamento, e redução do desempenho ambiental da empresa. Além disso, os municípios não fornecem uma estrutura adequada que permita a segregação, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos RCD, o que estimula a deposição irregular em vias públicas e margens de rios. (PAZ, 2020, p. 10)

Assim, pode-se perceber que a necessidade de mudar essa realidade é premente, através de elaboração e implementação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil, evitando que haja desperdício de material, e principalmente, aumento de despejos destes resíduos na natureza, aumentando o risco de impactos ambientais profundos, além de possíveis doenças na população.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ao analisar a classificação dos resíduos da construção civil, verifica-se que a Normas Regulamentadoras Brasileira - NBR 10004, de 2004 os classifica em três classes:

Classe I: perigosos; são aqueles que apresentam periculosidade ou características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, ou constem nos anexos A e B da referida norma;

Classe II-A: não-inertes; são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou resíduos classe II B, podendo ter

propriedades de biodegradabilidade, combustividade ou solubilidade em água;

Classe II-B: inertes: são aqueles que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Porém, esta classificação é muito vaga, não havendo uma especificação, a qual é dada na Resolução CONAMA 307/2002, dispondo um tratamento especial aos resíduos da construção civil, dividindo em quatro classes:

Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação. Exemplos: cacos de cerâmica, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, concreto, argamassa, solos, entre outros.

Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plástico, madeira, papel, papelão, metais, vidro e outros.

Classe C – são os resíduos em que não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem, ou recuperação.

Classe D – são resíduos perigosos, oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Esta classificação da Resolução CONAMA é a mais utilizada didaticamente, por apresentar uma relação dos materiais conforme a sua classe. Paz (2020) relata que após a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a PNRS, os RCD tiveram sua classificação própria, não estando mais dentro da classificação de resíduo sólido urbano (RSU). No caso deste estudo, o enfoque são os RCD Classe A.

Os resíduos Classe A, conforme Gusmão (2008) são materiais oriundos de produtos à base de cimento e a cerâmica. Os produtos à base de cimento são materiais como concreto e argamassa; já os produtos à base de cerâmica podem conter concreto e argamassa.

Segundo Paz (2020) ao citar um estudo de 2003 de Junior et al., os resíduos da construção civil podem ser classificados de forma simples:

- facilmente degradáveis (FD): restos de comida, sobras de cozinha, folhas, capim, cascas de frutas, animais mortos e excrementos;
- moderadamente degradáveis (MD): papel, papelão, e outros produtos celulósicos;

- dificilmente degradáveis (DD): trapo, couro, pano, madeira, borracha, cerâmica;
- não degradáveis (ND): metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica. (PAZ, 2020, p. 13)

O autor acima citado relata que a Resolução CONAMA 469/2015 apresentou uma nova alteração da classificação das embalagens vazias de tintas imobiliárias de Classe D para a Classe B, estabelecendo que devem ser submetidas a sistema de logística reversa, seguindo os requisitos da Lei 12.305/2010.

Para Freitas (2009) essa classificação dada pelo CONAMA dos RCD traz uma facilitação do manejo e segregação desses resíduos por parte do gerador, possibilitando a identificação da melhor solução para os resíduos gerados na construção civil, fazendo com que reduza os custos através da redução do desperdício e possibilidade de reutilização dos mesmos.

2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Conforme Moura (2011), apesar dos avanços na área de Saneamento Básico, observa-se que o arcabouço legal federal dedicado aos resíduos sólidos não acompanhou adequadamente a evolução registrada nas áreas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Anteriormente à aprovação da PNRS, a normatização sobre os RSU se encontrava pulverizada em diversas leis, decretos, portarias e resoluções, sobretudo do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

As primeiras iniciativas para a definição de diretrizes legais ligadas à questão dos resíduos sólidos no Brasil surgiram no final da década de 1980. Entretanto, foi a década de 1990 que efetivamente registrou a tomada de ações voltadas à construção da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Desde então, foram elaborados diversos projetos de lei, posteriormente vinculados ao Projeto de Lei nº 203/1991, que dispunha sobre acondicionamento, coleta, tratamento, transporte e destinação dos resíduos sólidos, estando pendentes de apreciação. Houve grande mobilização no país para a discussão da proposta, no entanto faltou consenso entre os diferentes setores envolvidos para a apreciação no Congresso Nacional. (NASCIMENTO NETO, 2013, p. 16)

Seguindo a busca pela construção da PNRS, conforme Costa (2013), em 1998 foi constituído um Grupo de Trabalho no CONAMA composto por representantes das três esferas de governo e da sociedade civil, que elaboraram a Proposição CONAMA nº 259/1999 – Diretrizes Técnicas para a Gestão de Resíduos Sólidos. Essa proposição foi aprovada pelo Plenário do CONAMA, mas não entrou em vigor. Em 2001, a Câmara dos Deputados criou a Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos, objetivando a apreciação dos diversos projetos de lei ligados ao PL nº 203/1991, a fim de formular um substitutivo global. Porém, a Comissão foi extinta devido às novas eleições para Deputado Federal, sem que houvesse algum encaminhamento efetivo.

De acordo com Grimberg (2007), no âmbito da sociedade civil, a partir da década de 2000, foram estabelecidos diversos debates de caráter nacional, como o Fórum Nacional Lixo e Cidadania. O Fórum Social Mundial também organizou diversos debates, criando em 2003 a Articulação por uma Política Nacional de Resíduos Sólidos.

No início de 2005, segundo Nascimento Neto (2013), um grupo interno na Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos do Ministério do Meio Ambiente foi formado para consolidar as contribuições das diversas discussões que haviam ocorrido em âmbito nacional, congregando-as com os anteprojetos de lei existentes no Congresso Nacional. Este trabalho resultou na construção do PL nº 1991/2007 – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Conforme aponta Grimberg (2007), participou da construção desse projeto de lei um grupo interministerial formado pelos Ministérios do Meio Ambiente, das Cidades, da Saúde, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, do Planejamento, Orçamento e Gestão, do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, da Fazenda e Casa Civil.

Após o projeto de lei ser protocolado, de acordo com Dias (2011), procedeu-se à criação de um novo grupo de trabalho (GT) na Câmara de Deputados em 2008, com o objetivo de examinar o parecer proferido pela Comissão Especial do Projeto de Lei nº 203/1991, que dispõe sobre o acondicionamento, a coleta, o tratamento e destinação final, e o PL nº 1991/2007, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Conforme Moura (2011), o parecer elaborado pelo GT analisando a aglutinação dos vários projetos de lei que versam sobre o tema foi apresentado

em junho de 2009, culminado na elaboração de uma nova minuta de Subemenda Substitutiva Global ao PL no 203/1991 e seus apensos, formando então a versão definitiva do PL no 1991/2007.

Essa versão foi finalmente votada em março de 2010 no Plenário da Câmara dos Deputados. Posteriormente, o projeto de lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos foi encaminhado ao Senado Federal, que o aprovou em regime de urgência em julho de 2010. Em seguida, o projeto de lei seguiu para sanção do presidente da República, que ocorreu no início de agosto de 2010, finalmente instituindo no país a Lei no 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). (NASCIMENTO NETO, 2013, p. 19)

Quanto ao conteúdo da Lei nº 12.305/2010, a mesma engloba apenas 57 artigos cuja essência se mantém desde o projeto de lei protocolado na Câmara dos Deputados que, como destaca Grimberg (2007), possuía escopo bem definido, estabelecendo diretrizes, instrumentos e responsabilidades para a gestão dos resíduos sólidos. Em linhas gerais, a Política Nacional de Resíduos Sólidos tem por objetivo definir estratégias que viabilizem a agregação de valor aos resíduos, incrementando a capacidade competitiva do setor produtivo, propiciando a inclusão social, bem como delineando o papel dos Estados e Municípios na gestão de resíduos sólidos. Sem dúvida, o ponto mais discutido do projeto é o instrumento da Logística Reversa, definido como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, art. 3º).

Embora o sistema de Logística Reversa proposto na lei delineie claramente a responsabilidade pela coleta e destinação dos resíduos sólidos, Grimberg (2007) já destacava quando da elaboração do Projeto de Lei que este apresenta diversas lacunas para sua aplicação prática, visto que o fabricante é obrigado a disponibilizar postos de coleta para os resíduos sólidos reversos. Nesse sentido, ficam dúvidas de como funcionará a distribuição espacial desses postos de coleta, e quais parâmetros devem ser seguidos para sua implantação.

Outro ponto de ampla discussão se refere à efetiva integração dos catadores. Como apontado no Projeto de Lei, “o titular dos serviços públicos de

limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis” (BRASIL, 2010, art. 36), porém não são criados mecanismos de obrigatoriedade dessa relação, apontando apenas incentivos fiscais e financeiros.

Nesse sentido, impõe-se uma questão importante: as prefeituras nem sempre estão conscientes da necessidade de implantação de sistemas de recuperação de resíduos sólidos com a participação dos catadores. Além disso, Grimberg (2007) cita o risco do sistema de logística reversa levar os catadores a perderem sua autonomia, tornando-os vulneráveis às exigências empresariais.

Nascimento Neto (2013) destaca na PNRS o expressivo estímulo ao desenvolvimento de consórcios intermunicipais e demais formas de cooperação, para gestão dos resíduos sólidos, com o objetivo de “elevação das escalas de aproveitamento e redução dos custos envolvidos” (BRASIL, 2010, art. 8º). Conforme estabelecido nesse diploma legal, os municípios são responsáveis pela gestão dos resíduos produzidos em seu território, cabendo aos Estados promover a integração do planejamento e execução das funções públicas relacionadas à gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões.

Dentre os instrumentos definidos pela PNRS, vários se correlacionam com a gestão de RCD, porém destacam-se:

- os planos de resíduos sólidos;
- a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- a educação ambiental;
- o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;
- o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras. (PAZ, 2020, p. 24)

Nesse sentido, torna-se dever do Estado “apoiar e priorizar as iniciativas do Município de soluções consorciadas ou compartilhadas entre dois ou mais Municípios” (BRASIL, 2010, art. 11). Visando gerar incentivos financeiros para a articulação de Consórcios Intermunicipais, a PNRS prevê que os municípios que

optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos terão prioridade no acesso aos recursos da União.

Todavia, ainda que esse marco legal seja de suma importância, sua aprovação não é garantia de melhoria na gestão dos resíduos sólidos no Brasil, sendo fundamental o engajamento do poder público e da sociedade civil no sentido de transformar esse instrumento normativo em instrumento modificador das atuais práticas de gestão e manejo de resíduos sólidos urbanos.

Para Peixoto (2008), esse diploma legal é de grande importância nos arranjos intermunicipais de gestão de resíduos sólidos, visto que, ao estabelecer a Política Nacional de Saneamento Básico, vincula suas diretrizes a todos os entes da Federação e, conseqüentemente, a todos os órgãos e entidades a eles vinculados, inclusive os consórcios públicos cujo escopo é a gestão associada dos serviços públicos de saneamento básico. Nesse sentido, destacam-se os arts. 48 e 49 da Lei nº 11.445/2007, que expressam a postura de incentivo à adoção de instrumentos de cooperação intermunicipal presente na lei:

Art. 48. A União, no estabelecimento de sua política de saneamento básico, observará as seguintes diretrizes:

[...] XI – estímulo à implementação de infraestruturas e serviços comuns a Municípios, mediante mecanismos de cooperação entre entes federados. Art. 49. São objetivos da Política Federal de Saneamento Básico:

[...] VII – promover alternativas de gestão que viabilizem a autossustentação econômica e financeira dos serviços de saneamento básico, com ênfase na cooperação federativa (BRASIL, 2007).

Esse dispositivo legal, segundo Fortini (2009), define o consórcio como único arranjo institucional apto à gestão associada ou prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico, dentre os quais se inclui a gestão de resíduos sólidos, sendo vetada a utilização de convênios e termos de parceria para esse fim, conforme previsto no art. 10 da lei.

2.4 GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nascimento Neto (2013) discorre que a investigação do panorama da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil revela a gravidade da situação presente, demandando a melhoria na eficiência dos serviços realizados de modo

a reduzir o impacto sobre os ecossistemas urbanos e preservar a saúde pública da população.

Dentro da construção civil, a necessidade da criação de um Plano de Gestão de Resíduos é premente, visando reduzir os impactos causados por estes resíduos, e principalmente dar um destino eficaz para tanto material que geralmente é descartado em aterros sanitários, ou mesmo, em locais públicos.

Segundo Rezende (2015), para construir um Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil – PGRCC deve constar: embasamento na legislação vigente e normas técnicas, apresentar a descrição dos procedimentos para triagem e acondicionamento dos resíduos, especificações técnicas e quantitativos, medidas de controle de poluição, itinerários para transporte de material de escavação e potenciais locais para destinação final destes resíduos.

Buselli (2012) relata que a gestão dos RCD envolve diversas atividades, iniciando na segregação do material até a destinação final, e para isso, necessita de procedimentos que irão otimizar os recursos humanos e materiais, além de reduzir ao máximo os impactos ambientais e de saúde da disposição destes resíduos.

Para Paz (2020), a melhor forma de se gerenciar os RCD é através da implementação de um sistema de gestão integrada, concebendo, implementando e administrando os sistemas de manejo de resíduos sólidos, levando em consideração a ampla participação dos vários setores da sociedade, tendo em vista o desenvolvimento sustentável do país.

Córdoba (2010) discorre que os sistemas integrados consideram várias técnicas e soluções, localizando os pequenos e grandes geradores de resíduos, promovendo assim a redução desta geração e melhorando a gestão, desde as etapas de coleta, transporte, reutilização, reciclagem, enfocando também novas alternativas de tratamento e disposição final dos resíduos.

Segundo Rezende (2015), a necessidade de apresentar ações pró-ativas para o manejo de resíduos é essencial no Plano de Manejo de RCD, objetivando minimizar a geração e reaproveitando o máximo dos resíduos. Mas, apesar dessas ações, a quantidade de resíduos inaproveitáveis é grande, necessitando que haja outras formas de tratamento, contribuindo para as ações de reciclagem e reutilização e destino final destes resíduos.

Conforme Nagali (2014), o PGRCC é elaborado por um profissional habilitado no Conselho Regional Engenharia e Agronomia – CREA, contemplando uma variedade de procedimentos, visando a redução de resíduos, a não geração, minimização da geração, reutilização, reciclagem, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento e destino final adequado aos resíduos da construção civil.

Paz (2020) apresenta na Figura 4 um resumo das atividades referentes à gestão integrada de RCD em um município, ressaltando a necessidade de utilizar análises e planejamento estratégico nesta gestão em nível regional, de maneira que venha contribuir para a prática de gestão na região em três dimensões: origem do desperdício, fluxo dos resíduos e armazenamento na obra.

Um diagnóstico atualizado do modelo de gestão dos resíduos permite que as partes englobadas investiguem sobre seus conhecimentos da atual situação da região, podendo assim identificar os principais problemas que são enfrentados de forma a apresentar medidas eficazes de melhorias, apresentando resultados analíticos para orientar o desenvolvimento da gestão de RCD na região tanto a curto quanto a médio prazo relata o autor acima citado.

Este modelo de gestão integrada de resíduos mostra alguns dos procedimentos que buscam viabilizar politicamente o plano de gestão integrada de resíduos da construção civil, para isso o gestor municipal deve buscar a integração das ações entre municípios vizinhos, através de consórcio intermunicipais, promovendo a gestão compartilhada, e reduzindo os custos, além de aprimorar o uso e ocupação do solo.

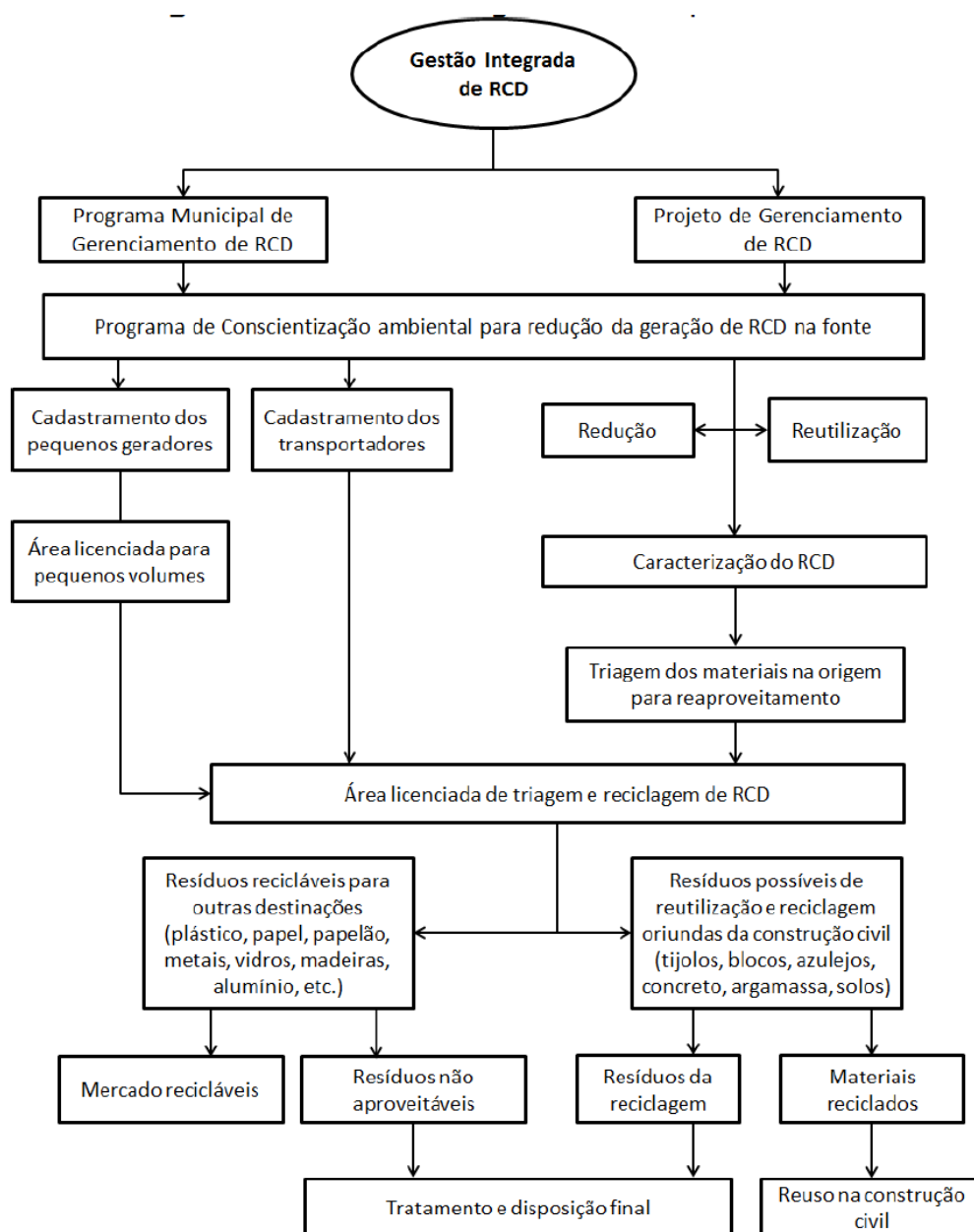


Figura 4: Gestão integrada municipal de RCD
Fonte: Córdoba (2010 citado por PAZ, 2020, p. 49).

Lucezzi (2019) relata que cada canteiro de obra deve ter um local específico para descarte dos resíduos, e ao final de cada jornada de trabalho ou quando houver volume suficiente, deve ser realizado a movimentação destes resíduos para o destino final, seja este um aterro ou usina de reciclagem.

De acordo com Rezende (2015), os resíduos Classe A devem ser acumulados temporariamente em pequenos montes próximo às fontes geradoras, e depois devem ser removidos utilizando carrinhos de mão, até as

caixas estacionárias posicionadas em locais que facilitem a sua remoção por veículo específico.

Conforme Paz (2020), a implantação de um modelo de gestão e reciclagem de resíduos da construção civil necessita de um bom planejamento e ter uma boa gestão integrada do sistema de forma global, através do envolvimento de todos, estabelecendo responsabilidades e benefícios de forma transparente para cada parte envolvida, reportando ao estado o papel de implantar e dar continuidade ao processo.

2.5 USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Lucezzi (2019) relata que Belo Horizonte foi um exemplo bem sucedido da implantação de usinas de reciclagem de RCD, com 47 usinas implantadas até 2008, sendo 24 públicas e 23 privadas, sendo que 10 dessas usinas públicas estão situadas em cidades que já possuem plano de gerenciamento, reduzindo os custos ligados às disposições irregulares, tornando-se um fator de estímulo para esses investimentos. Essas usinas trouxeram vantagem econômica para a administração pública, através da redução de gastos com limpeza urbana e obtenção de agregados reciclados que são 40% mais baratos que os naturais. Para os empresários, investir em usinas privadas é uma boa alternativa, pois o investimento é baixo e a taxa de retorno é alta.

As avaliações econômicas são de um custo de investimento estimado em R\$ 650.000,00 para uma usina com capacidade real de produção de 250 m³/dia, de acordo com mercado local, ou seja, para as cidades de São Paulo, São Luis, Recife e Curitiba, desde que a usina consiga alcançar sua capacidade máxima de produção e comercialize os materiais por ela produzidos. (ÂNGULO, CARELE, MIRANDA, 2008, citado por LUCHEZZI, 2019, p. 161)

Paz (2020) cita que o tempo de retorno do capital investido na usina de reciclagem é em torno de 3,24 anos, quando se atinge um ponto de lucro no valor comercial do agregado. Este ponto de lucro pode variar conforme a localidade e a capacidade do empreendimento, podendo ser de 25% a menos que o agregado natural como foi no caso dos municípios próximos a cidade de

Itajubá/MG até 38% do valor do agregado natural em cidades da zona leste de São Paulo.

Percebe-se que economicamente a implantação de usinas de reciclagem de RCD é comprovada, demonstrando que é possível reutilizar os materiais que são descartados na construção civil.

Chaves (2015) relata sobre os equipamentos necessários para a realização das principais etapas do beneficiamento de RCD numa usina de reciclagem:

- Alimentadores: equipamentos utilizados para alimentação de britadores primários, retomada de materiais sob silos e pilhas, alimentação com dosagem de rebitadores e moinhos, dentre outras funções.
- Britadores: são os equipamentos mais importantes em uma usina de reciclagem de resíduos sólidos e determinam a maior parte das propriedades dos agregados produzidos. Os principais tipos de britadores são os de mandíbulas e giratórios e os rebitadores hidráulicos, de cones e de rolos.
- Máquinas de impacto: realizam a britagem através do choque do material contra as paredes fixas e peças móveis do equipamento. Os principais tipos são o britador de impacto, moinhos de martelos e moinho de bolas.
- Peneiras: peneiras vibratórias são utilizadas para classificar materiais, visando à separação do material por granulometria.
- Transportadores de correias: faz a conexão entre a peneira e o britador, tem uma estrutura simples, é de fácil manutenção podendo ser utilizado em plantas fixas ou móveis. Pode ser instalado horizontalmente ou inclinado.
- Lavadores: faz a remoção de materiais indesejáveis, principalmente argila e partículas super finas. É aplicada também na classificação de materiais finos e úmidos, cujo peneiramento é extremamente difícil sem a lavagem. (CHAVES, 2015, p. 21)

Observa-se que são equipamentos que realizam o serviço de beneficiamento, que irá transformar os resíduos em materiais que poderão ser transformados em outros produtos, como agregados graúdos e miúdos, concreto, tijolos, entre outros.

Miranda (2020) discorre que existem três tipos de plantas para usinas de beneficiamento de RCD, apresentando características diferentes quanto à forma de instalação, sendo: Plantas Móveis, Planta Semi-Móveis e Plantas Fixas.

Sobral (2012) relata que as usinas com Plantas Móveis são as utilizadas em obras que requerem mobilização constante, como a construção de estradas. Estas usinas são montadas sobre bases móveis que permitem o transporte

através de reboque especial, e o material reciclado tem qualidade inferior aos produzidos em usinas com Plantas Fixas.

As usinas com Plantas Semi-Móveis, segundo Miranda (2020), são fáceis de instalar, além de possuírem rapidez e economia na montagem. São recomendadas para empreendimentos de curto ou médio prazo, com previsão de tempo máximo de permanência. São construídas sobre base metálicas, facilitando sua remoção, e são muito utilizadas para construção de hidroelétricas e nas pedreiras para construção de estradas.

As usinas de Plantas Fixas, conforme Sobral (2012), são utilizadas em obras de localização definitiva, em que se pode obter produtos reciclados diversificados e de melhor qualidade, devido ser possível utilizar equipamentos maiores e mais especializados, podendo realizar britagem, retirada de impurezas e peneiramento de maneira mais rápida e precisa, possuindo um caráter mais produtivo e industrial do processo de reciclagem. Por ter um elevado valor de investimento inicial, esse tipo de usina é mais dispendiosa, pois necessita de melhores equipamentos e uma área de instalação avantajada.

Ao discorrer sobre as etapas de reciclagem de resíduos da construção civil, Chaves (2015) relata que o produto final de uma usina de reciclagem é obtido através desta sequência:

- Caminhão da construtora entrega material (depositado em caçambas).
- Avaliação visual da qualidade do entulho descarregado.
- Separação manual, junto com os funcionários, de metal, papel, papelão, plástico, etc., para venda (ou doação às entidades que trabalham com reciclagem), sendo o restante enviado para britagem.
- Alimentação do equipamento de britagem com o entulho previamente limpo.
- Britagem dos resíduos.
- Separação magnética/densidade de pedaços de metais possivelmente existentes (o metal pode ser vendido ou doado).
- Peneiramento e classificação do material (areia, brita 1, brita 2, pedrisco e rachão).
- Empilhamento do material britado, peneirado e classificado (pá carregadeira remove material).
- Estocagem segregada dos produtos prontos para a venda (frota de entrega sob responsabilidade do cliente, ou terceirizada quando necessário). (CHAVES, 2015, p. 22)

Observa-se que esta sequência é utilizada em todos os tipos plantas de usinas de reciclagem, de maneira que o produto final seja utilizado para o fim a que foi destinado, sem que haja muitas impurezas para dificultar seu uso.

Luhezzi (2019) relata que há maior concentração de usinas no Estado de São Paulo, devido a maior atividade da construção civil neste local, gerando maior volume de RCD, e também devido ao preço do agregado natural que é mais alto que em outros estados brasileiros. Outro fator se deve a maior fiscalização quanto ao destino dos RCD em São Paulo.

Paz (2020) discorre que em São Paulo, as usinas fixas são a maioria se comparado às usinas móveis, apesar de que este tipo de usina tem crescido nos últimos 5 anos, devido a sua flexibilidade de transporte para o local da obra, facilidade de operação, baixa quantidade de mão de obra.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 TIPO DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada a partir de uma revisão teórica, através de pesquisa bibliográfica que objetiva fundamentar o processo de pesquisa, partir dos levantamentos de referenciais teóricos já avaliados, e publicados por meios impressos e eletrônicos como livros, artigos científicos, páginas web site. Segundo Lakatos e Marconi (2017), o estudo de caráter bibliográfico tem como finalidade colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritas por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas.

Para dar maior embasamento, utilizou-se como método, a revisão integrativa da literatura, que segundo Gil (2017), visa resumir obras já publicadas da literatura empírica ou teórica, buscando fornecer uma compreensão mais abrangente do tema escolhido. Isto é, reúne e sintetiza os resultados de pesquisas sobre um delimitado tema, de maneira sistemática e ordenada, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado.

Para realização desta revisão integrativa da literatura, seguiu-se as seguintes etapas:

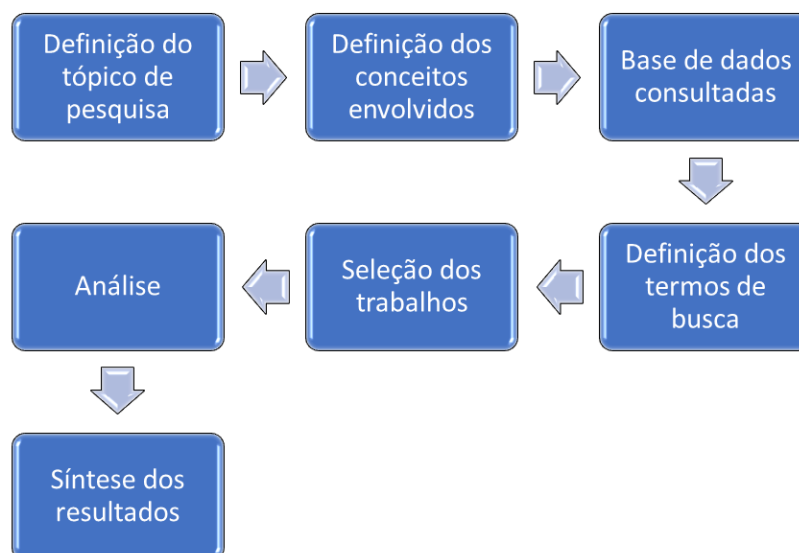


Figura 5: Definição das etapas da pesquisa
Fonte: Autoria própria, 2020.

3.2 TÉCNICA DE COLETA E FONTE DOS DADOS

O levantamento bibliográfico para embasar teoricamente o estudo foi realizado em sites de busca de artigos científicos (SciELO, Google Acadêmico, Lilacs), mediante as seguintes palavras-chave: Resíduos Classe A; Construção Civil; Usina de Reciclagem. As fontes utilizadas para a pesquisa foram: publicações científicas, documentos oficiais do Governo e livros da área de engenharia.

A seleção dos textos foi feita em conformidade com o assunto proposto, sendo excluídos os estudos que, apesar de constarem no resultado da busca, não apresentaram dados relevantes sobre o tema proposto para o estudo, principalmente por estar buscando estudos que abrangessem os resíduos de construção civil no Brasil, e que foram publicados a partir do ano de 2010.

3.3 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

As publicações científicas foram coletadas de bancos de dados eletrônicos, sendo analisadas através dos tópicos definidos para este estudo.

Após a seleção dos materiais, foi realizada a leitura e fichamento destas obras, destacando os pontos mais relevantes para a construção do estudo em questão. Utilizando-se um roteiro composto pelos seguintes itens: autores, ano de publicação, tipo de publicação, método, materiais recebidos e produtos gerados.

Para análise, utilizou-se o método analítico-descritivo com base quantitativa, para tabulação dos mesmos.

4 RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES

A pesquisa realizada neste trabalho resultou na seleção de 23 (vinte e três) trabalhos que foram incluídos e classificados na pesquisa por ano de publicação, compreendida entre os anos de 2010 a 2020, conforme mostrado na Figura 6. Observa-se ainda que no ano de 2013 ocorreu o maior número de publicações selecionados nesta pesquisa.

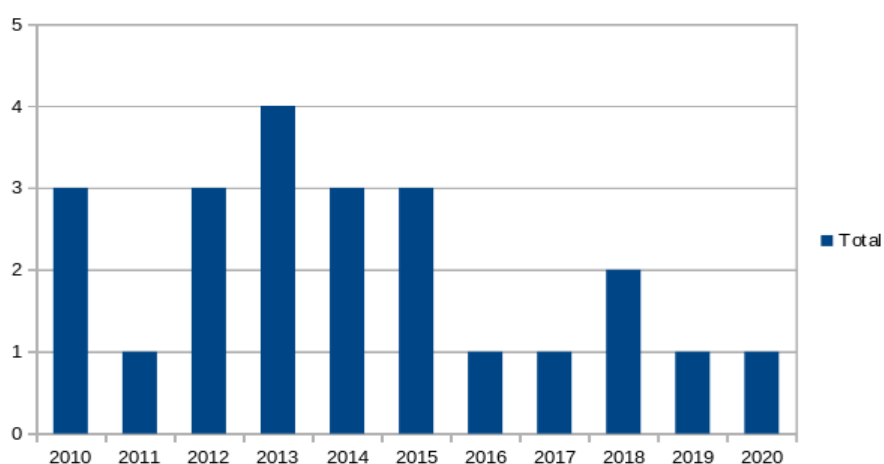


Figura 6: Distribuição dos trabalhos por ano
Fonte: Autoria própria, (2020).

Os trabalhos foram organizados e tabelados quanto ao tipo de publicação metodológica, materiais recebidos e produtos gerados, conforme apresentado na Tabela 1. Com isso, foi possível observar os materiais que são recebidos pelas usinas de reciclagem e os produtos que são gerados após a reciclagem.

Tabela 1: Distribuição das publicações selecionadas na pesquisa bibliográfica

(continua)

Autor, ano	Título	Tipo de Publicação Metodologia	Materiais recebidos	Produtos gerados
Evangelista, Costa e Zanta, 2010	Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras	Artigo Estudo de caso	- Tijolo - Blocos cerâmicos - Concreto - Argamassa - Telha - Caliça	Agregados miúdos Agregados graúdos
Correa, Cursino e Silva, 2010	Viabilidade de Implantação de uma usina de reciclagem da construção civil na cidade de São José dos Campos/SP	Artigo Pesquisa Quanti- Qualitativa	- Concreto - Solo - Argamassa - Cerâmica	Areia Brita Rachão
Neto e Schalch, 2010	Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação no Município de São Carlos-SP, Brasil	Artigo Pesquisa quanti- qualitativa	- Tijolo - Blocos cerâmicos - Concreto - Argamassa - Telha - Caliça	Agregados graúdos Agregados miúdos
Telo et al. 2011	Estudo de viabilidade econômico-financeira de implantação de uma empresa de processamento de resíduos da Construção Civil em Curitiba	Artigo Estudo de Caso	- Tijolo - Blocos cerâmicos - Concreto - Argamassa - Telha - Caliça	Tijolos ecológicos
Amadei et al. 2012	A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte	Artigo Revisão de literatura	- Concreto - Argamassa - Tijolo - Cerâmica - Cerâmica polida - Pedra	Pavimentação Concreto Blocos de concreto Projetos de drenagem
Haddad Neto, 2012	Reciclagem de resíduos da construção civil: a engenharia - o engenheiro - a geração do resíduo - seu uso e alternativas	Monografia Revisão bibliográfica	- Tijolo - Blocos cerâmicos - Concreto - Argamassa - Telha - Caliça	Agregados graúdos Agregados miúdos Ecopavimento

(continua)

Tabela 1: Distribuição das publicações selecionadas na pesquisa bibliográfica**(continuação)**

Autor, ano	Título	Tipo de Publicação Metodologia	Materiais recebidos	Produtos gerados
Pereira, 2012	Reciclagem de resíduos da construção civil e demolição em Campo Mourão-PR	Trabalho de Conclusão de Curso Pesquisa qualitativa	- Concreto - Argamassas de cimento - Blocos de concreto - Tubos de concreto - Bloquetes e lajotas - Resíduos de pedra britada e de areia natural - Blocos cerâmicos - Pisos cerâmicos - Tijolo	Brita Artefatos de concreto Argamassas Concretos Pavimentação Enchimento de fundações e de aterros de vias de acesso
Mattos, 2013	Estudo do reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro	Projeto de Graduação Pesquisa quanti-qualitativa	- Concreto - Argamassas de cimento - Blocos de concreto - Tubos de concreto - Bloquetes e lajotas - Resíduos de pedra britada e de areia natural - Blocos cerâmicos - Pisos cerâmicos - Tijolo	Bica corrida Brita Base, sub-bases e aterros
Ribeiro, 2013	Avaliação do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) do município de Torres, Rio Grande do Sul	Trabalho de Conclusão de Curso Pesquisa Quanti-Qualitativa	- Concreto - Argamassa - Cerâmica - Cerâmica polida - Rocha - Solo e areia	Agregado graúdo Agregado miúdo
Scalone, 2013	Gerenciamento de resíduos de construção civil: estudo de caso em empreendimentos comercial e residencial em Londrina/PR	Trabalho de Conclusão de Curso Estudo de Caso	- Areia - Solo - Concreto - Tijolo	Agregado graúdo
Skowronski, 2013	Gerenciamento de resíduos da Construção civil no município De São Carlos-SC	Monografia Pesquisa quanti-qualitativa	- Acimentados - Cerâmica	Agregado graúdo

(continua)

**Tabela 1: Distribuição das publicações selecionadas na pesquisa bibliográfica
(continuação)**

Autor, ano	Título	Tipo de Publicação Metodologia	Materiais recebidos	Produtos gerados
Almeida, 2014	Análise do aproveitamento de resíduos da construção civil da cidade de Campina Grande – PB	Trabalho de Conclusão de Curso Pesquisa Quanti-qualitativa	- Tijolos - Areia - Argamassa - Concreto - Pedra - Cerâmica - Gesso	Pavimentação Agregado graúdo Agregado miúdo Brita Bica corrida Rachão
Pereira, 2014	Estudo sobre os resíduos da construção civil (RCC) no município de Mamborê-PR	Trabalho de Conclusão de Curso Pesquisa quanti-qualitativa	- Solo - Areia - Concreto - Tijolo - Argamassa - Pedra - Telha - Cerâmica - Amianto	Areia Caliça Agregado graúdo
Silva e Santos, 2014	Reciclagem e Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil em São Luís – MA: um processo sustentável	Artigo Pesquisa Qualitativa	- Cerâmica - Concreto - Rocha natural - Argamassa	Concreto Pavimentação Lastros Agregado graúdo Agregado miúdo
Brasileiro e Matos, 2015	Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil	Artigo Revisão de literatura	- Solo - Areia - Concreto - Tijolo - Argamassa - Pedra - Telha - Cerâmica - Amianto	Concreto asfáltico
Chaves, 2015	Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil em Araçatuba, SP	Trabalho de Conclusão de Curso Estudo de Caso	- Concreto - Argamassa - Cerâmica - Solo	Rachão Brita Areia reciclada
Fernandes, 2015	A utilização de resíduos da construção civil e demolição (RCD) como agregado para o concreto	Trabalho de Conclusão de Curso Pesquisa Quanti-Qualitativa	- Solo - Areia - Concreto - Tijolo - Argamassa - Pedra - Telha - Cerâmica - Amianto	Concreto Agregado Miúdo

(continua)

Tabela 1: Distribuição das publicações selecionadas na pesquisa bibliográfica (conclusão)

Autor, ano	Título	Tipo de Publicação Metodologia	Materiais recebidos	Produtos gerados
Vasconcelos et al. 2016	Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD): Um estudo de caso na Usina de Beneficiamento de resíduos de Petrolina-PE	Artigo Pesquisa Documental e Qualitativa	- Tijolos - Blocos de concreto - Telhas - Placas de revestimento - Concreto	Agregado miúdo Pedrisco Agregado graúdo
Frasson, 2017	Usinas de reciclagem de entulho como agentes na valoração dos resíduos gerados pela construção civil	Artigo Pesquisa Qualitativa	- Concreto - Argamassa - Cerâmica - Cerâmica polida - Rocha - Solo e areia	Bica corrida Brita Rachãozinho Rachão
Barbosa et al. 2018	Reutilização do concreto como contribuição para a sustentabilidade na construção civil.	Artigo Revisão de literatura	- Concreto	Agregado graúdo
Campos et al. 2018	Produção de tijolos solocimento a partir de usina de reciclagem utilizando resíduos da construção civil	Artigo Estudo de Caso	- Concreto - Cimento - Cerâmica	Tijolo solocimento
Silva, Machado, Paschoalin, 2019	Inovação tecnológica no gerenciamento de resíduos de construção civil (RCC) na cidade de Guarulhos: estudo de caso usina de reciclagem de entulho	Artigo Estudo de Caso	- Blocos cerâmicos - Tijolo - Concreto - Rocha - Forro - Argamassa - Telha	Pré-moldados sem função estrutural Meio fio Blocos de concreto Rachão
Chaves, 2020	Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	Artigo Estudo de Caso	- Blocos cerâmicos - Tijolos - Concreto - Forro - Argamassa - Telha	Areia Pedra Pedrisco Rachão

Fonte: Autoria Própria, (2020).

Quanto ao tipo de publicação, foram analisados duas Monografias, um Projeto de graduação com peso de Trabalho de Conclusão de Curso, sete Trabalhos de Conclusão de Curso, e treze artigos científicos publicados nas revistas científicas.

Em relação a metodologia da pesquisa das publicações, obteve-se sete estudos de caso, oito pesquisas quanti-qualitativa, quatro revisões de literatura, três pesquisas qualitativas, e uma pesquisa documental.

Quanto ao material recebido nas usinas, observou-se que a maioria das publicações discutiram sobre concreto, com 22 publicações destacando a coleta desse tipo de material; seguido de argamassa, com 18 publicações; tijolo, com 15 publicações; cerâmica, com 12 publicações; telha, com 10 publicações; blocos cerâmicos, com 8 publicações. Também foi destacado o recebimento de acimentados, amianto, areia, argamassas de cimento, blocos de concreto, bloquetes e lajotas, calíça, cerâmica polida; forros; gesso; pedra; pisos cerâmicos; placas de revestimento; resíduos de pedra britada e areia natural; rocha; solo; solo e areia; tubos de concreto. Conforme apresentado na Figura 7.

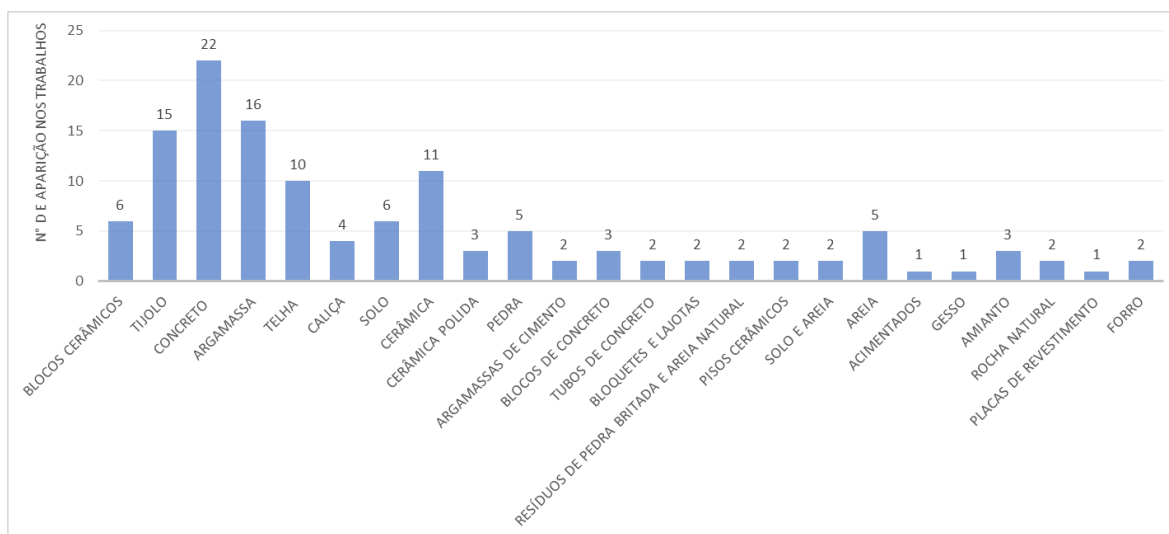


Figura 7: Materiais recebidos nas usinas de reciclagem
Fonte: Autoria própria (2020).

Referente aos produtos gerados a partir de resíduos da construção civil, pode-se observar que o agregado graúdo foi destaque em 11 publicações; agregado miúdo foi relatado em 8 publicações; brita foi destacada em 6 publicações; 5 publicações relataram sobre rachão. Outros produtos apresentados nas publicações científicas são areia, argamassa, artefatos de concreto, base, sub-bases e aterros, bica corrida, blocos de concreto, calíça, concreto, concreto asfáltico, ecopavimento, enchimento de fundações e de aterros de vias de acesso, lastro, meio fio, pavimentação, pedra, pedrisco, pré-

moldados, projetos de drenagem, rachãozinho, tijolos ecológicos e tijolos solocimentos. Como mostrado na figura 8:

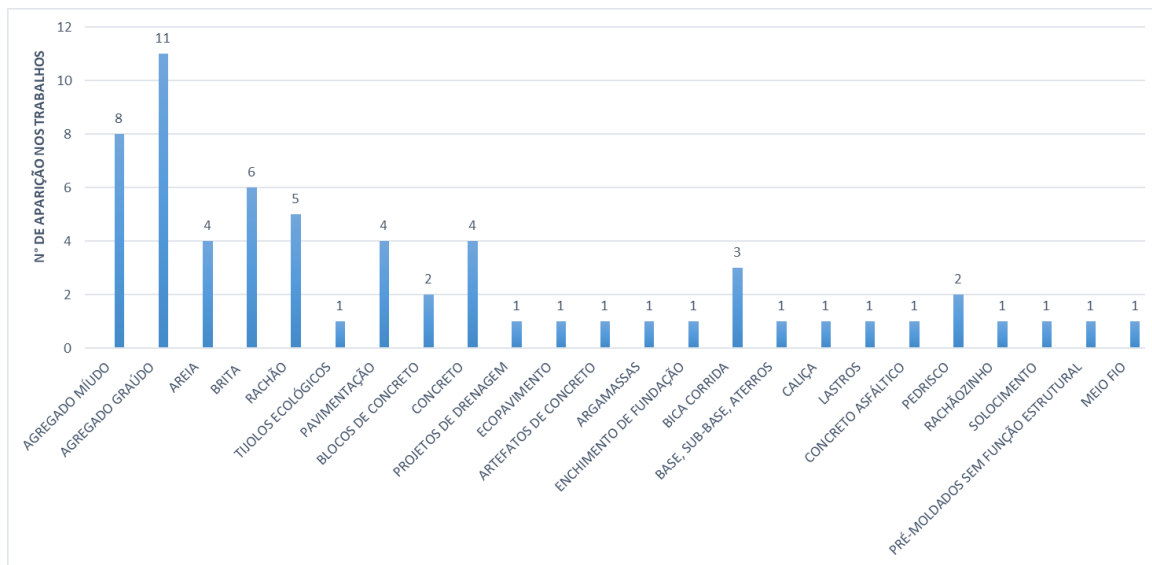


Figura 8: Produtos gerados nas usinas de reciclagem
Fonte: Autoria Própria, (2020).

4.2 MATERIAIS RECEBIDOS NA USINA DE RECICLAGEM

Chaves et al. (2020) relatam que a construção civil é responsável pelo consumo de mais de 20% dos recursos naturais, em comparação a outras atividades econômicas. Neste contexto, este setor é considerado um dos vilões dos impactos ambientais negativos e que mais gera resíduos em toda a sociedade, sendo este um dos maiores problemas enfrentados nas áreas urbanas.

Paschoalin Filho, Frasson e Conti (2019) enfatizam que a reciclagem de RCD enfoca os princípios da Economia Circular, em que os resíduos gerados na construção são reinseridos no ciclo produtivo, de maneira que reduza a necessidade de se extrair mais matérias-primas naturais, evitando danos ambientais decorrentes da atividade.

De acordo com Correa, Cursino e Silva (2010), a reciclagem gera muitas vantagens ambientais, economiza espaço em aterros sanitários, reduz o consumo de energia e contribui ambientalmente e para o bem-estar da comunidade. Para a reintegração de materiais reciclados, são necessárias as

etapas de coleta, seleção e preparação, reciclagem industrial e reintegração ao ciclo produtivo.

Ribeiro (2013) ressalta que a reciclagem de RCD pode ser realizada por uma indústria de reciclagem ou uma empresa integrada verticalmente em reciclagem e constitui-se no processo industrial de separação ou extração dos materiais de interesse do produto de pós-consumo, eliminação de contaminação eventual e preparação dos reciclados na forma física e segundo as especificações técnicas para sua reintegração ao ciclo produtivo, em que os materiais reciclados são utilizados em substituição às matérias-primas naturais.

De acordo com Silva, Machado e Paschoalin Filho (2019), a Resolução CONAMA 307/2002 definiu os resíduos sólidos que são considerados resíduos da construção civil, resultantes de reparos, construções, reformas e demolições de obras. Estes materiais são: blocos cerâmicos, tijolos, concreto em geral, metais, resinas, rochas, tintas, forros, argamassa, telhas, pavimento asfáltico, vidros, gesso, madeiras e compensados, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entre outros, geralmente chamados de entulhos de obras.

Paz (2020) apresenta na Tabela 02 a composição dos RCD nas principais cidades brasileiras, demonstrando que os resíduos Classe A correspondem em média a 74% dos RCD gerados nestas cidades.

Tabela 2: Composição em porcentagem do RCD em algumas cidades brasileiras

Material (%)	Petrolina	Batatais	São Carlos	Olinda	Pelotas	Viçosa	Fortaleza	Ji Paraná
Argamassa	23,6	6,3	8,0	22,4	16,0	18,0	22,0	10,7
Concreto	14,1	37,7	19,0	32,2	16,0	15,0	15,6	6,8
Cerâmica	-	3,4	14,0	32,3	-	1,2	6,3	1,6
Cerâmica polida								1,6
Cerâmica	45,5	19,2	26,0	10,6	31,0	13,6	24,8	7,6
Pedras	-	-	10,0	-	-	1,34	-	1,9
Areia/solo	8,0	32,3	9,0	-	25,0	44,4	24,6	9,3
Gesso	6,3	0,04	1,0	-	1,0	4,5	5,0	0,3
Material miúdo	-	-	2,0	1,4	-	-	-	20,0

Fonte: Paz, 2020.

Segundo Luchezzi (2019), os materiais que normalmente são reaproveitados podem ser destacados a partir do tipo de obra que está sendo realizado. Na demolição, pode-se reutilizar entulho para enchimentos, e pedaços de tijolos, ou mesmo, tijolos que não foram destruídos. Na construção, solos e

rochas para enchimentos; e na reparação e manutenção, resíduos semelhantes aos encontrados em demolições.

Segundo Evangelista, Costa e Zanta (2010), estudos relativamente simples poderão consolidar programas de reciclagem, separando os materiais por tipos e obtendo-se ganhos, desde que exista uma sustentabilidade econômica no processo. Esses inventários e auditorias de verificação de conformidade à política da empresa e seus procedimentos formalizados, constituem-se em ferramentas valiosas para manter o sistema ativo e com posturas de melhoramento contínuo.

Neto e Schalch (2010) ressaltam que a quantidade RCD é maior nas fases de montagem das estruturas e levantamento das alvenarias, pois, geralmente, essas etapas não são detalhadas, e por isso, o material é utilizado de forma irregular, havendo cortes de blocos, usos excessivos de material de argamassas, entre outros fatores.

Ribeiro (2013) relata que no Rio Grande do Sul a maioria dos resíduos entregues para reciclagem são a base de cerâmica, provenientes de obras de reformas residenciais, que são intervenções menos vultosas, reparando áreas distintas e por isso utilizam materiais comumente empregados na construção civil como tijolos, telhas e revestimento cerâmicos.

4.3 PRODUTOS GERADOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na construção civil existe uma grande quantidade de RCD que podem ser reaproveitados. Neste trabalho discute-se os resíduos Classe A, que podem ser reciclados e convertendo-se em novos produtos que podem substituir e reduzir os gastos com matéria-prima natural.

Os agregados, conforme Petrucci (2005), uma vez caracterizados fisicamente, ou seja, uma vez conhecidas sua massa específica, sua massa unitária e sua composição granulométrica e, no caso da areia, do coeficiente médio de inchamento, passam a ser controlados por estes parâmetros, já que podem ser esperadas alterações ao longo do tempo. São fragmentos de rochas, sendo divididos em agregados graúdos e miúdos.

Segundo Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014), a areia é um agregado miúdo originário dos rios, cavas, britagem, escória, praias e dunas. Já os agregados graúdos são os cascalhos e britas. A partir da reciclagem, esses agregados são muito importantes para a construção civil, visto que são utilizados para a elaboração do concreto, e sua reciclagem traz muita economia para a construção civil.

Silva, Machado e Paschoalin Filho (2019) discorrem que os agregados reciclados, produzidos em Guarulhos, apresentam duas classificações: ARC - Agregados de Resíduos de Concreto, consistindo em diferentes concentrações de resíduos de areia, brita, cimento, em diversas granulometrias; e ARM - Agregados de Resíduos Mistos, compostos de diferentes resíduos como concreto, cerâmicos e parte de solos ou argila. Com este material, a Usina de Reciclagem os transforma em construção de pré-moldados sem função estrutural, meio fio, blocos de concreto e calçadas, além de utilizar para pavimentação de vias urbanas.

O aproveitamento de agregados reciclados para a pavimentação, conforme Amadei et al. (2012), são uma realidade em países como Itália, Japão, Reino Unido e no Brasil, que a partir de 1989 passaram a utilizar, na cidade de São Paulo, esses agregados para pavimentar as ruas da cidade. Segundo Chaves et al. (2020), a pavimentação asfáltica é formada por agregados, minerais, e cimento asfáltico de petróleo, devendo suportar o peso do tráfego, além de fornecer segurança, conforme e economia. Assim, utilizar agregados reciclados para a pavimentação asfáltica pode ser uma saída para a grande quantidade de resíduos reciclados da construção civil, apesar de que o setor da pavimentação não seria capaz de consumi-lo em sua totalidade.

Evangelista, Costa e Zanta (2010) relatam que os agregados graúdos apresentam 90% de sua fração graúda formada por fragmentos à base de cimento e rochas, sendo utilizados para fazer concretos, blocos de concreto, elementos pré-moldados e em pavimentação. Esses agregados reciclados podem melhorar algumas propriedades do concreto, aumentando sua resistência a compressão e durabilidade.

Amadei et al. (2012) ressaltam que os agregados reciclados têm sido utilizados como revestimento primário, de base, reforço de subleito e sub-base de pavimentos, além de blocos pré-moldados de concreto para pavimentação,

proporcionando durabilidade e alta resistência a esforços. Um dos benefícios que os autores relatam para esse tipo de pavimento se deve pela possibilidade de não precisar quebrar o piso para manutenção, podendo se retirar os blocos assentados sobre um colchão de areia, e depois recolocando-o no lugar, de maneira que o pavimento continua seguro, com boa estética, economizando na sua instalação. Estes dados são confirmados por Brasileiro e Matos (2015) discorrendo que o uso de agregados reciclados em pavimentação reduz o custo da construção, promovendo um ganho ambiental, por não utilizar matéria-prima natural.

Conforme Pereira (2012), para assentamento de blocos cerâmicos é possível utilizar argamassa reciclada, visto que a mesma apresenta plasticidade e trabalhabilidade no manuseio, além de ter resistência mecânica após a cura. Este material também pode ser utilizado para realização de remendos e emendas em alvenaria, além de enchimento de degraus e escadarias, visto que esta argamassa viabiliza o assentamento de blocos cerâmicos, dando forma aos degraus necessários.

Conforme Vasconcelos et al. (2016), a areia reciclada é utilizada na preparação de argamassas de assentamento de alvenarias de vedação; o pedrisco é utilizado em vias públicas de passeio, e o agregado reciclado é utilizado para confeccionar blocos de concreto, que em Petrolina, são utilizados para pavimentação de praças e calçadas.

Campos et al. (2018) relatam que os tijolos de solocimento utilizam agregados miúdos, que são triturados e peneirados para que o material obtenha a granulometria desejada, em seguida são misturados ao cimento e água, obedecendo as normas vigentes de métodos de cura. Esses tijolos apresentam boa resposta às necessidades da construção civil, reduzindo os custos iniciais da obra em até 25%, incentivando a construção de moradias mais sustentáveis.

Haddad Neto (2012) relata que o ecopavimento possibilita aumentar a porosidade de estacionamentos e calçadas, não podendo ser utilizados em ruas, visto que ele é frágil para esse uso. O ecopavimento pode drenar até 90% da água pluvial, pois é construído em quatro etapas: nivelamento, grelhas, lasanha de pneu e “parece, mas não é”. Na primeira etapa, é nivelado uma camada de terra, como se fosse fazer uma pavimentação comum; em seguida, é colocado grelhas alveolares feitas de plástico reciclado, sendo fixadas de maneira que

formem uma malha que cobrirá toda a área destinada ao pavimento; a terceira etapa é chamada lasanha, fazendo uma cobertura com brita, areia, grama ou pneu reciclado triturado como uma brita de borracha; no final, é feito uma cobertura de terra, brita ou grama. O autor relata que as grelhas deixam a drenagem homogênea, evitando formação de sulcos, poças e barro, sendo mais barato que a pavimentação de asfalto.

Teló et al. (2011) relatam que o material reciclado é utilizado para a confecção de tijolos ecológicos, no caso areia e terra, que são recicladas na própria usina, que manufatura estes tijolos, além de cimento e água. Portanto, sua matéria-prima são os agregados reciclados de resíduos Classe A da construção civil. Os autores ressaltam que a produção de tijolos ecológicos demonstra a responsabilidade social da empresa, sendo ecologicamente correta, visto que reduz a poluição do meio ambiente, não utilizando a queima para a produção dos mesmos, como ocorre na produção de tijolos convencionais nas olarias. Além disso, utiliza agregados reciclados em sua composição, com resíduos que poderiam ser descartados no meio ambiente, o que iria poluir o meio ambiente, e reduzindo as reservas das jazidas naturais.

Os resultados dessa pesquisa mostram que há uma grande quantidade de trabalhos que demonstram que o RCD pode ser reciclado e amplamente utilizado como insumos para diversos serviços na construção civil, desde bases a argamassas. Os RCD classe A quando apresentam uma conservação adequada, são facilmente reciclados e fornecem um produto final de boa qualidade.

Percebe-se através deste levantamento que os produtos gerados pelas usinas de reciclagem são os mais variados, desde elementos para sub-bases de pavimentação até componentes de argamassas de reboco conforme apresentado na Figura 9. Porém, notou-se que os maiores aproveitamentos são para agregados graúdos e miúdos.

Já existem estudos diversos sobre a qualidade destes produtos e seu desempenho em serviços recomendados. Em resumo, a maior parte dos RCD se transformam em produtos para pavimentação de forma geral. Mas também são muito bem aproveitados e em outras atribuições como confecção de artefatos de concreto, blocos de vedação e concretos não estruturais.

A existência de normas vigentes que estabelecem os requisitos para implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil (NBR 15.112/2004); norma que fixa os requisitos mínimos de projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes (NBR 15.113/2004); norma que fixa os requisitos mínimos exigíveis de projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A (NBR 15.114/2004), estabelecem parâmetros para instalação e operação destas usinas, que produzem os produtos à base de RCD. Estas normas são importantes para regulamentar um setor com viés econômico importante, pois incentiva uma maior participação das empresas e participações público-privadas no mercado de agregados reciclados gerando impactos econômicos, ambientais e sociais, além de aumentar o engajamento das empresas para o RCD.

A Tabela 03 resume os principais produtos levantados nesta pesquisa e as suas possíveis áreas de aplicação, que efetivamente foram implementados no mercado da construção civil, onde foi feita uma breve pesquisa em empresas do setor, como a Urbem Tecnologia ambiental, Recentulho entre outras, onde foi constatado que estes produtos já são comercializados.

Tabela 3: Produtos gerados nas usinas de reciclagem e seu uso recomendado

PRODUTO	USO RECOMENDADO
BRITA CORRIDA	Obras de base, sub-base, reforço do subleito e subleito de pavimentos de vias, rodovias, ferrovias, túneis e barragens, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.
AREIA RECICLADA	Tijolos de vedação vertical, blocos de concreto, solocimento, argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos.
PEDRISCO RECICLADO	Pisos e pisos intertravados, blocos de vedação, Confecção de artefatos de concreto, manilhas de esgoto, bloquetes entre outros.
BRITA RECICLADA	Fabricação de concretos não estruturais e drenagens, aterros e acertos topográficos de terreno, obras de base e sub-base ou reforço de subleitos de pavimentação de vias e de pavimentos industriais ou semelhantes.
RACHÃO	Obras de pavimentação, terraplenagem, drenagens, empedramento C.B., agulhamento em pavimentação, etc.

Fonte: Autoria própria, 2020.

A existência da NBR 15.116 de 2004, que estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, pode ser um dos fatores que levam a grande produção de agregados, miúdo e graúdo, destinados a serviços de pavimentação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos intensificou a obrigação da inquietude ambiental, social e econômica dos RCD, encorajando a adequação do tratamento e disposição final, bem como intensificando a importância da coleta destes resíduos.

Reforçando a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos, esta legislação pode ser considerada como um marco regulatório de resíduos sólidos, dando bases para o desenvolvimento social, ambiental e econômico, uma vez que propõe que o resíduo descartado deixe de ser problema para ser gerador de novas riquezas e negócios.

De forma geral, as legislações ambientais e resoluções relacionadas a resíduos da construção civil são uma reação aos impactos ambientais causados pelos excessos desses resíduos, seja devido às dificuldades cada vez maiores de se dispor deles, ou devido ao impacto negativo causado ao meio ambiente. Em virtude disso, legislações mais intransigentes e maior conscientização dos consumidores e dos empresários em relação aos impactos ambientais têm levado as empresas a repensarem a responsabilidade sobre seus produtos após o uso.

Neste contexto, este estudo apresentou a definição de resíduos da construção civil, como são classificados pela Resolução CONAMA 307/2002, que estabelece os resíduos Classe A próprios para a reciclagem, por não apresentarem riscos de contaminação, podendo ser reutilizados na construção civil.

Analisando os dados obtidos nas publicações sobre os RCC, pode-se observar que há maior geração de resíduos de concreto, argamassa, tijolo, cerâmica, telhas e blocos cerâmicos. Porém, também são apresentados dados sobre resíduos de acimentados, amianto, areia, argamassas de cimento, blocos de concreto, bloquetes e lajotas, calça, cerâmica polida; forros; gesso; pedra; pisos cerâmicos; placas de revestimento; resíduos de pedra britada e areia natural; rocha; solo; solo e areia; tubos de concreto.

Destaca-se que, dos produtos gerados pela reciclagem, os agregados são os produtos que mais aparecem nas publicações, demonstrando que este

material pode ser reutilizado na construção civil, assim como a brita e o rachão, que também são produzidos nas usinas de reciclagem.

Os materiais reciclados mais comumente utilizados no mercado da construção civil atualmente são utilizados em obras de pavimentação como reforço de subleito, sub-base e base. Mas podem ser utilizados em outras etapas como argamassa de assentamento e fabricação de artefatos de concreto.

Além destes produtos também foi destacado nas publicações, areia, aterros, bica corrida, blocos de concreto, concreto, concreto asfáltico, ecopavimento, enchimento de fundações e de aterros de vias de acesso, lastro, meio fio, pavimentação, pedra, pré-moldados, projetos de drenagem, rachãozinho, tijolos ecológicos e tijolos solocimentos.

Neste contexto, concluiu-se que as usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição estão seguindo o que é preconizado na Política Nacional de Resíduos Sólidos, objetivando a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, além de estimular a adoção de padrões sustentáveis de produção de produtos, através do incentivo à reciclagem.

Com base no que foi discutido neste estudo, propõe-se que outras pesquisas que discutam os impactos ambientais causados por instalação de usinas de reciclagem e como minimizá-los, de maneira que se possa demonstrar sua sustentabilidade, como fator de melhoria da redução dos prejuízos ambientais causados pelos resíduos.

Ressalta-se que a reciclagem de resíduos da construção civil trará benefícios econômicos, sociais e ambiental, além de oportunizar a geração de empregos e participação das empresas no processo de coleta seletiva e reciclagem, reduzindo os custos das obras, e aumentando sua responsabilidade social e ambiental.

Sem a pretensão de encerrar os debates sobre a temática, este estudo pretende contribuir para as investigações a respeito dos elementos que condicionam a implantação efetiva de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil, buscando a compreensão do grau de correlação com a assimetria de forças entre os mesmos.

Recomenda-se para trabalhos futuros, um estudo para identificar as diferenças de valores para empresas que utilizem materiais naturais e empresas que usem o agregado reciclado, e chegar em valores reais de comércio.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ítala Farias. **Análise do aproveitamento de resíduos da construção civil da cidade de Campina Grande – PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

AMADEI, Daysa Ione Braga; PEREIRA, Juliana Alves; SOUZA, Rafael Alves de; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. **Revista Nupem**, v. 3, n. 5, p. 185-199, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. (2014) **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**: São Paulo, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. (2019) **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**: São Paulo, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR Nº 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, maio 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO – ABRECON. (2014) **Relatório: pesquisa setorial 2014/2015**, São Paulo, SP.

BARBOSA, Uende da Silva; SALOMÃO, Pedro Emilio Amador; LAUAR, Guilherme Taroni; RIBEIRO, Paulo Toledo. Reutilização do concreto como contribuição para a sustentabilidade na construção civil. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac**, v. 2178, p. 6925, 2018.

BRASIL. **Diretrizes nacionais para o Saneamento Básico** (Lei nº 11.445/07). Brasília: Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** (Lei nº 12.305/2010). Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

BRASILEIRO, Luzana Leite; MATOS, José Milton Elias de. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, v. 61, p. 178-189, 2015.

BUSELLI, Ana Amélia Paulino Tinoco. **Proposta de gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Viçosa, MG**. Tese (Doutorado em engenharia civil). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012.

CAMPOS, Alessandro; VALÉRIO, DaiannyVieira; VALIENTE, Flávio Bourdokan; MARQUES, Ana Cláudia. Produção de tijolos de solocimento a partir de usina de reciclagem tulizando resíduos da construção civil. **1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado-RS**, 12 a 14 de junho de 2018.

CARDOSO, Afrodite da Conceição Fabiana; GALATTO, Sergio Luis; GUADAGNIN, Mario Ricardo. Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 31, p. 1-10, 2014.

CASARIN, Nadiesca; TABOADA, Carlos. **Tópicos especiais de Logística Integrada**. Curitiba: IESDE, 2012.

CHAVES, Ana Carolina Zenelato. **Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil em Araçatuba, SP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Economia e Meio Ambiente). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015.

CHAVES, Valéria Barbosa; SERVULO, Antônia Gomes; SANTOS, Giovanni Henrique Mariano; LAGARINHOS, Carlos Alberto Ferreira. Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. **Revista Expressão da Estácio**, v. 3, 28-43, 2020.

CONAMA. **Resolução nº 307**, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no DOU nº 136, de 17/07/2002, p. 95-96. 2002.

CONCEIÇÃO, Renan C. da. **Gestão de resíduos da construção civil na usina de reciclagem cidade de Cianorte-PR**. 2015. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão. Campo Mourão, 2015.

CÓRDOBA, Rodrigo Eduardo. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

CORRÊA, Benedito Camilo; CURSINO, Devis; SILVA, Gilbert. Viabilidade de Implantação de uma usina de reciclagem da construção civil na cidade de São José dos Campos/SP. São José dos Campos: **Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**, 2010.

COSTA, Beatriz Souza. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2013.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

EVANGELISTA, Patricia Pereira de Abreu; COSTA, Dayana Bastos; ZANTA, Viviana Maria. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 3, p. 23-40, 2010.

FERNANDES, Bruna Cristina Mirandola. **A utilização de resíduos da construção civil e demolição (RCD) como agregado para o concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Formiga/MG: Centro Universitário de Formiga – UNIFOR, 2015.

FERREIRA, Alice Cristina Alves; COSTA, Fernanda Monteiro Vieira da; DIAS, Isabella de Cássia Teotônio; SANTOS, Silvino. Gestão de resíduos sólidos na construção civil. **Revista Pensar Engenharia**, v. 2, n. 2, 2014.

FORTINI, Cristiana (Org.). **Saneamento básico: estudos e pareceres à luz da Lei nº 11.445/2007**. Belo Horizonte: Fórum, 2009.

FRASSON, Sueli Aparecida. Usinas de reciclagem de entulho como agentes na valoração dos resíduos gerados pela construção civil. **Encontro Internacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, v. 19, p. 04, 2017.

FREITAS, Isabela Mauricio. **Os resíduos de construção civil no município de Araraquara/SP**. Araraquara-SP, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRIMBERG, Elisabeth. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: o desafio continua**. Instituto Pólis: São Paulo, out. 2007. Disponível em <http://www.mncr.org.br/artigos/politica-nacional-de-residuos-solidos-o-desafio-continua>. Acesso em 15mai2020.

GULARTE, Luis Carlos Pais. **Modelo de avaliação da viabilidade econômico-financeira da implantação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil em municípios brasileiros**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

GULARTE, Luis Carlos Pais; LIMA, José Donizetti de; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; TRENTIN, Marcelo Gonçalves; SETTI, Dalmarino. Estudo de viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos

da construção civil no município de Pato Branco (PR), utilizando a metodologia multi-índice ampliada. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 985-992, 2017.

GUSMÃO, Alexandre Duarte. **Manual de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Camaragibe: CCS Editora, 2008.

HADDAD NETO, Michel João. **Reciclagem de resíduos da construção civil: a engenharia - o engenheiro - a geração do resíduo - seu uso e alternativas**. Monografia (Especialização em Gestão Industrial). Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LUCHEZZI, Celso. **Boas práticas sustentáveis para Construção Civil**. São Paulo: Haryon, 2019.

MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2004.

MATTOS, Bernardo Bandeira de Mello. **Estudo do reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro**. Projeto de Graduação (Engenharia Civil). Rio de Janeiro: Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosembach. **Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição: Teoria E Prática**. Curitiba: Appris, 2020.

MOURA, Luiz Antonio Abdalla de. **Qualidade e gestão ambiental**. 6.ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2011.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

NASCIMENTO NETO, Paulo. **Resíduos sólidos urbanos: perspectivas de gestão intermunicipal em regiões metropolitanas**. São Paulo: Atlas, 2013.

NETO, José da Costta; SCHALCH, Valdir. Gestão dos resíduos de construção e demolição: estudo da situação no município de São Carlos-SP, Brasil. **Revista Engenharia Civil**, v. 36, n. 1, p. 41-50, 2010.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; FRASSON, Sueli Aparecida; CONTI, Diego de Melo. Economia Circular: estudo de casos múltiplos em usinas de reciclagem no manejo de resíduos da construção civil. **Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 49, p. 136-157, 2019.

PAZ, Diogo Henrique Fernandes. **Gestão integrada de resíduos da Construção e Demolição**. Recife: Clube de Autores, 2020.

PEIXOTO, João Batista. **Manual de implantação de consórcios públicos de saneamento**. Brasília: FUNASA/ASSEMAE, 2008.

PEREIRA, Diogo Danilo de Almeida. **Estudo sobre os resíduos da construção civil (RCC) no município de Mamborê-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

PEREIRA, Elisangela Cristina. **Reciclagem de resíduos da construção civil e demolição em Campo Mourão-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Construção Civil). Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

PETRUCCI, Eládio G. R. **Concreto de cimento Portland**. Rio de Janeiro: Globo, 2005.

PHILLIPPI Jr., Arlindo; ROMERO, Marcello de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (org.). **Curso de Gestão Ambiental**. 2.ed. Barueri/SP: Manole, 2014.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Dosagem e controle de qualidade de concretos convencionais de cimento Portland**. 3.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

REZENDE, Júlio. **Gestão de Resíduos**. Natal: Epifania, 2015.

RIBEIRO, Guilherme Carnizella. **Avaliação do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) do município de Torres, Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

SCALONE, Paola Arima. **Gerenciamento de resíduos de construção civil: estudo de caso em empreendimentos comercial e residencial em Londrina/PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

SHINOMIYA, Léo Daiki; JUNCA, Eduardo; GRILLO, Felipe Fardin; GOMES, Jefferson de Oliveira; ALVES, Joner Oliveira. Análise de cenários para implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil na Região Amazônica. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, v. 16, n. 3, p. 370-377, 2019.

SINDICATO DA INDUSTRIA DA CONTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO – SINDUSCON-SP. Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo. 2012.

SILVA, Mayssa Alves da; SANTOS, Vito Assis Alencar dos. Reciclagem e reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil em São Luís–MA: um processo sustentável. **Revista do CEDS Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, v. 1, 2014.

SILVA, Tamara Francine Duarte; MACHADO, Bruna Alves; PASCHOALIN FILHO, João Alexandre. Inovação tecnológica no gerenciamento de resíduos de construção civil (RCC) na cidade de Guarulhos: estudo de caso usina de reciclagem de entulho. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 7, n. 53, 2019.

Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil/ Organizadoras: Fernanda De Negri, Flávia de Holanda Schmidt. Squeff – Brasília: IPEA : FINEP : CNPq, 2016.

SKOWRONSKI, Paulo Cesar. **Gerenciamento de resíduos da Construção civil no município De São Carlos-SC**. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

SOBRAL, Ricardo Franklin Cavalcanti. **Viabilidade econômica de usina de reciclagem de resíduos da construção civil**: Estudo de caso da USIBEN – João Pessoa/PB. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). João Pessoa: Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, 2012.

TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias**: acadêmica, da ciência e da pesquisa. 4. ed. Belém: Unama, 2007.

TELÓ, Admir Roque; LIMA, Bruna Alves de; FERREIRA, Criciane; PARAPINSKI, Lúcia Maria. Estudo de viabilidade econômico-financeira de implantação de uma empresa de processamento de resíduos da Construção Civil em Curitiba. **Revista da FAE**, v. 14, n. 2, p. 148-163, 2011.

VASCONCELOS, Carolina Larissa; SANTOS, Vivianni Marques Leite dos; SANTOS JÚNIOR, José Edílson dos; SILVA, Thaianne Carla Carvalho da. Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD): Um estudo de caso na Usina de Beneficiamento de resíduos de Petrolina-PE. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 93, 2016.

ANEXO A – Resolução CONAMA n° 307/2012

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 307. (ABRECON, 2020).











RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, 05 DE JULHO DE 2002

Alterada pela Resolução nº 469/15 (altera o artigo 3º)

Alterada pela Resolução nº 448/12 (altera os artigos 2º, 4º, 5º, 8º, 9º, 10 e 11 e revoga os artigos 7º, 12 e 13)

Alterada pela Resolução nº 431/11 (altera os incisos II e III do art. 3º)

Alterada pela Resolução nº 348/04 (altera o inciso IV do art. 3º)

CARACTERÍSTICA DO MATERIAL	EMPREENDIMENTO (S) QUALIFICADO (A) A RECEBER
<p>CLASSE A</p> <p>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, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras</p>	<p> Usina de Reciclagem de RCD ABNT 15114/2004</p> <p> Aterro de Inertes ABNT 15113/2004</p> <p> Área de Transbordo e Triagem – ATT ABNT 15112/2004</p>
<p>CLASSE B</p> <p>são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, EMBALAGENS VAZIAS DE TINTAS IMOBILIÁRIAS e gesso; (Redação Resolução nº 469/15)</p>	<p> Usina de Reciclagem de RCD ABNT 15114/2004</p> <p> Área de Transbordo e Triagem – ATT ABNT 15112/2004</p> <p> Aterro Sanitário ABNT 15849/2010</p>
<p>CLASSE C</p> <p>são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnológicas ou aplicações economicamente viáveis que permitem a sua reciclagem ou recuperação; (redação dada pela Resolução nº 431/11).</p>	<p> Aterro Sanitário ABNT 15849/2010</p> <p> Aterro de Resíduos Não Perigosos ABNT 13896/1997</p>
<p>CLASSE D</p> <p>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 nº 431/11).</p>	<p> Aterro de Resíduos Perigosos ABNT 10157/1987</p>
<p> Observação: § 1º No âmbito dessa resolução consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida.</p>	