

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARIANA PIRES AMARAL SANTOS

NATÁLIA AZEVEDO GOMES VIAL

**CONCRETO RECICLADO – REAPROVEITAMENTO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

ANÁPOLIS / GO

2021

**MARIANA PIRES AMARAL SANTOS
NATÁLIA AZEVEDO GOMES VIAL**

**CONCRETO RECICLADO – REAPROVEITAMENTO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: FILIPE FONSECA GARCIA

ANÁPOLIS / GO

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, MARIANA PIRES AMARAL/VIAL, NATÁLIA AZEVEDO GOMES

Concreto reciclado – Reaproveitamento de resíduos da construção civil.

51P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Construção Civil

2. Meio Ambiente

3. Reciclagem

4. Desperdício

I. ENC/UNI

II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Santos, Mariana Pires Amaral; Vial, Natália Azevedo Gomes. Concreto reciclado – Reaproveitamento de resíduos da construção civil. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 51P. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Mariana Pires Amaral Santos

Natália Azevedo Gomes Vial

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO Concreto reciclado – Reaproveitamento de resíduos da construção civil.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2021

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Mariana Pires Amaral Santos

E-mail: marianapires6@hotmail.com



Natália Azevedo Gomes Vial

E-mail: nataliavial17@gmail.com

**MARIANA PIRES AMARAL SANTOS
NATÁLIA AZEVEDO GOMES VIAL**

**CONCRETO RECICLADO – REAPROVEITAMENTO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:



**FILIPE FONSECA GARCIA, Especialista (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)**



**VANESSA HONORATO DOMINGOS, Mestra (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**EDUARDO MARTINS TOLEDO, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 26 de maio de 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que se não fosse por ele nada teria sentido, me fez ficar de pé mesmo depois de passar por tantas coisas. A minha mãe Wanessa que sempre acreditou em mim e me apoiou desde o início e até o fim. Obrigada mãe, por tudo. Sem seu apoio e amor nada disso faria mais sentido. Agradeço a minha querida avó Romilda (in memoriam) que batalhou desde o final do meu colegial até o seu último dia de vida, para que esse sonho se realizasse, e hoje isso tudo é graças a ela e por ela, pois foi ela que me motivou, incentivou, torceu por mim, e me ensinou a ser a mulher que eu sou e a nunca desistir dos meus sonhos. Quero agradecer em especial minhas melhores amigas Maria Helena e Julia Beatriz que sempre me apoiaram e acreditaram em mim, e que nunca soltaram minha mão e me deram força para continuar.

Agradeço a vocês minha família, minha querida tia Weruska que desde sempre esteve ao meu lado, sempre correndo atrás para que tudo desse certo, e quando eu tive medo e pensei que seria impossível, foram vocês que me mostraram que tudo era possível e que eu conseguiria.

Maria Helena e Júlia que sempre esteve 100% por mim e sempre disposta a me ajudar com a minha graduação, nunca deixou que passasse pela minha cabeça a possibilidade de desistir. Agradeço por sempre me apoiarem e ajudar, por sempre serem pacientes e ter soluções para meus problemas.

Agradeço a minha prima Lillian que durante todos esses longos anos de luta, correu atrás de tudo, para que hoje eu conseguisse me formar e ser uma ótima Engenheira, sempre acreditou e se orgulhou. Minhas primas Nahyara e Roberta que estiveram sempre ao meu lado, torcendo por mim e acreditando em mim, que sempre me incentivaram e mostraram que tudo seria capaz, só dependeria de mim, e hoje agradeço a elas por todos os conselhos e apoio.

Por último e não menos importante aos meus amigos e amigas, meus familiares que sempre torceram por mim, meu muito obrigada. E a aqueles que contribuíram indiretamente ou diretamente para que eu chegasse até aqui hoje.

Eu amo cada um de vocês eternamente. Gratidão

.....

Mariana Pires Amaral Santos

AGRADECIMENTOS

Hoje agradeço primeiramente a Deus por ter chegado até aqui, inúmeras vezes o fardo foi pesado, a caminhada longa e sem Ele nada seria possível. Nesses 5 anos foi o meu sustento, a Ele toda a honra e toda a glória.

Segundo, agradeço a minha mãe e ao meu pai, Arlete Azevedo e Volmei Vial. Os mesmos que sempre me deram apoio em todos os âmbitos da minha vida, sempre foram a minha base e o meu alicerce. Sem vocês nada disso seria possível, abdicaram de sonhos pessoais, pelo meu. Eu jamais conseguiria expressar com palavras toda a minha gratidão a vocês e tudo que fizeram por mim nesses 25 anos de minha vida. Quero ser para o meu filho, aquilo que vocês são por mim e terei a certeza que farei dele um homem digno, com princípios e amor, assim, em meu coração a sensação de dever cumprido.

Agradeço ao meu marido, Eurácio Soares, que nos últimos quatro anos esteve comigo, em todos os sentidos, me apoiou, me ajudou, me entendeu, enfrentou comigo todos os desafios da graduação e da vida, mostrando dia após dia, que eu tenho certeza da escolha que eu fiz, ao escolher você para dividir a vida e ter uma linda família.

Agradeço a meu filho, minha maior fonte de amor, esperança e força. Tudo o que eu faço na vida, tem você em primeiro lugar. És minha riqueza, minha luz e o motivo da minha caminhada. Obrigada por me fazer forte, feliz, grata e forte para ir em busca de um futuro melhor.

Agradeço a minha dupla e amiga Mariana Amaral, que caminhou junto comigo durante cinco anos, uma pessoa que tem o meu respeito e minha admiração, obrigada por tudo.

Ao nosso orientador, por todo suporte dado, conhecimento, dicas e apoio, pelos professores e colaboradores, a vocês toda a minha gratidão.

Agradeço de forma geral a todos os amigos, familiares, colegas de graduação e professores. Todos que estiveram comigo de alguma forma o meu muito obrigada.

Natália Azevedo Gomes Vial

RESUMO

A construção civil segundo a Lei nº714/2017 é um dos setores que mais gera renda e emprego no país e uma das maiores questões é a quantidade de resíduos sólidos gerados nas construções, isso acontece frequentemente e é um fator comum nesse meio, acontece que algumas empresas buscam reutilizar todo esse material. A reutilização de resíduos é vista como uma saída para questões oriundas do descarte incorreto, também trazendo grandes benefícios ao meio ambiente, vale ressaltar a economia no consumo de recursos naturais não renováveis, redução da poluição, assim cuidando do meio ambiente, unindo o útil ao agradável. A realização deste estudo teve como justificativa verificar a importância do reaproveitamento de materiais construtivos, reciclagem, buscar empresas que utilizam desse método e uma revisão bibliográfica. Com o objetivo de avaliar e realizar um referencial teórico sobre reaproveitamento de materiais da construção civil, enquanto os objetivos específicos foram avaliar benefícios ecológicos e ambientais da reciclagem de materiais da construção civil, mostrar os tipos de materiais reciclados e apresentar duas empresas que coloquem em prática o reaproveitamento de resíduos. Este estudo apresenta uma revisão bibliográfica acerca do tema proposto, estudo de caso, em busca de uma empresa que utilize da técnica de reaproveitamento de materiais de construção civil, para assim embasar e construir o trabalho de conclusão de curso com excelência. A realização deste estudo possibilitou entender o processo de reciclagem de entulhos e resto de materiais oriundos da construção civil e a sua aplicabilidade para fabricação de produtos que podem ser utilizados nas obras. Vale destacar que são produtos de qualidade e que pode gerar economia no processo de construção, além de ser ecologicamente sustentável, aspecto que é importante em uma civilização que cada vez cresce mais a demanda por matéria prima.

PALAVRAS-CHAVE:

Construção. Reciclagem. Fabricação. Economia.

ABSTRACT

Civil construction according to Law No. 714/2017 is one of the sectors that generates the most income and employment in the country and one of the biggest issues is the amount of solid waste generated in construction, this happens frequently and is a common factor in this environment, it happens that some companies seek to reuse all this material. The reuse of waste is seen as an outlet for issues arising from incorrect disposal, also bringing great benefits to the environment, it is worth mentioning the economy in the consumption of non-renewable natural resources, reducing pollution, thus taking care of the environment, joining the useful to the pleasant. The purpose of this study was to verify the importance of reusing construction materials, recycling, seeking companies that use this method and a bibliographic review. With the objective of evaluating and performing a theoretical framework on the reuse of civil construction materials, while the specific objectives were to evaluate ecological and environmental benefits of recycling civil construction materials, show the types of recycled materials and present two companies that put into practice the reuse of waste. This study presents a bibliographic review on the proposed theme, case study, in search of a company that uses the technique of reuse of civil construction materials, to support and build the course completion work with excellence. The realization of this study made it possible to understand the process of recycling debris and rest of materials from civil construction and its applicability for the manufacture of products that can be used in the works. It is worth mentioning that they are quality products and that they can generate savings in the construction process, besides being ecologically sustainable, an aspect that is important in a civilization that increasingly grows the demand for raw material.

KEYWORDS:

Construction. Recycling. Manufacturing. Economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da coleta de lixo domiciliar urbana	21
Figura 2 - Composição média de RCD no Brasil	28
Figura 3 - Levantamento de usinas de reciclagem de RCD no país ao longo dos anos	31
Figura 4 - Tipos de resíduos gerados na obra	35
Figura 5 - Percentual de reciclagem da Ecosolidos e Renove	36
Figura 6 - Anúncio da areia ecológica	37
Figura 7 - ciclo de reciclagem de materias da construção civil	38
Figura 8 - Economia circular	39
Figura 9 - Gráfico de resíduos de construção e demolição coletados	41
Figura 10 - Bloco ecológico.	43
Figura 11 - Perspectiva da quantidade de material reciclado e tratado em toneladas.	46

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
ARC	Agregado Reciclado de Concreto
ARM	Agregado Reciclado Misto
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
MG	Minas Gerais
NBR	Norma Brasileira
NOV	Novembro
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PR	Paraná
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCD	Resíduo da Construção e Demolição
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SP	São Paulo
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 METODOLOGIA	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 A HISTÓRIA DO LIXO.....	16
2.2 RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	16
2.3 TIPOS DE REAPROVEITAMENTO	18
2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS	19
2.5 COLETA SELETIVA.....	21
2.6 DESPERDÍCIOS E PERDAS NA CONSTRUÇÃO.....	22
2.6.1 Desperdícios de materiais	22
2.6.2 Desperdícios de equipamentos e maquinários	22
2.6.3 Desperdícios de mão-de-obra	23
2.6.4 Desperdício financeiro	23
2.7 5 R'S	23
2.8 REDUZIR, REUTILIZAR E RECICLAR.....	23
2.9 LEIS REFERENTES AO RCD	24
2.10 O QUE É RCD.....	24
2.11 TÉCNICA RCD	24
2.12 ESTRUTURA DE UNIDADE.....	25
2.13 GESTÃO DO RCD.....	26
2.14 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA RECICLAGEM.....	26
2.14.1 Vantagens.....	27
2.14.2 Desvantagens.....	27
2.15 RCD NO BRASIL	27
2.16 AGREGADO RECICLADO	29
2.17 GERAÇÃO DE RESÍDUOS NAS DEMOLIÇÕES.....	30

3 ESTUDO DE CASO	32
3.1 EMPRESAS	32
3.2 PRODUTOS COMERCIALIZADOS	33
3.3 REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS	33
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
4.1 TIPOS DE RESÍDUOS	35
4.2 QUANTIDADE DE MATERIAL RECICLADO	40
4.3 LUCRATIVIDADE	41
4.4 INTERESSE DO MERCADO	44
5 CONCLUSÃO	48
5.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A construção civil segundo a Lei nº714/2017 é um dos setores que mais gera renda e emprego no país e uma das maiores questões é a quantidade de resíduos sólidos gerados nas construções, isso acontece frequentemente e é um fator comum nesse meio, acontece que algumas empresas buscam reutilizar todo esse material.

Como uma fonte de reaproveitamento, que a princípio seria apenas desperdício de matéria-prima e normalmente seria descartado no meio ambiente, trazendo grandes impactos negativos, bem como economizar em alguns procedimentos que também fazem parte da etapa de uma construção civil (FERNANDES, 2015).

O descarte dos resíduos muitas vezes, são feitas de maneira incorreta e inapropriada, como em lotes abandonados, aterros, áreas não preparadas para receber resíduos construtivos o que pode acarretar prejuízos para a saúde pública (ALMEIDA, 2015).

A reutilização de resíduos é vista como uma saída para questões oriundas do descarte incorreto, também trazendo grandes benefícios ao meio ambiente, vale ressaltar a economia no consumo de recursos naturais não renováveis, redução da poluição, assim cuidando do meio ambiente, unindo o útil ao agradável (OLIVEIRA, 2007).

No planeta a área que mais consome matéria-prima é a construção civil. Chega a ser mais de 500 quilos por ano, o que resulta em aproximadamente 4 milhões de toneladas por ano (OLIVEIRA, 2009). Além de causar um grande mal para o meio ambiente e para a população gera muito gasto com o descarte. Com tudo isso atualmente no ramo da construção civil o concreto reciclado vem crescendo cada vez mais, por ser uma solução sustentável.

O meio ambiente sempre foi uma questão importante e uma preocupação mundial. A produção de resíduos tem sido maior do que a natureza pode absorver. A cada vez mais a população vem crescendo, com isso o aumento de geração de resíduos (PRADO FILHO & SOBREIRA, 2007).

Logo, nota-se que os resíduos construtivos sempre existiram e sempre foi uma grande preocupação em relação ao meio ambiente, a sustentabilidade é essencial para que nunca falte a matéria-prima, para que não haja poluição e que sempre exista preservação do meio ambiente (ALMEIDA, 2015).

1.1 JUSTIFICATIVA

A construção civil é um dos setores mais influentes, tem forte crescimento, desenvolvimento, gera muito emprego, existem milhares de empresas ao redor do mundo, construindo sonhos, lares, escolas, hospitais e assim contribuindo bastante para a economia de um modo geral.

Com isso, um dos principais requisitos para a escolha desse tema são as questões relacionadas ao meio ambiente, o desgaste, a poluição, o uso de matérias primas esgotáveis, a intensa exploração de jazidas, trazendo inúmeras questões preocupantes para a sustentabilidade (SANTOS & FARIAS, 2017).

Esse aumento constante da construção civil gera resíduos, nas edificações e também nas demolições, esse processo acarreta em um impacto muito grande no meio ambiente, todo esse lixo, são levados a aterros e mais uma vez, a falta de sustentabilidade, do senso do bem comum, prejudica o nosso sistema ecológico (ALMEIDA, 2015).

Toda essa situação, nos fez pensar em desenvolver uma pesquisa amplificada sobre esse tema, focando em reaproveitamento de materiais construtivos, reciclagem, buscar empresas que utilizam desse método e também uma revisão bibliográfica (FERNANDES, 2015).

Para nós acadêmicos, o conhecimento dispõe a aplicação em campo, através das pesquisas feitas e elaboradas do referencial teórico, ajudando a aprimorar o ramo profissional de cada um. Portanto, para todo o Centro Universitário UniEvangélica dando base teórica para outros futuros acadêmicos elaborarem mamografias, estudos científicos, artigos e TCC's.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Pesquisar sobre o reaproveitamento de resíduos da construção civil.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar benefícios ecológicos e ambientais da reciclagem de materiais da construção civil;
- b) Mostrar os tipos de materiais reciclados;
- c) Apresentar duas empresas que coloquem em prática o reaproveitamento de resíduos.

1.3 METODOLOGIA

O Trabalho de Conclusão de Curso foi estudado, avaliado e escrito através de revisões e pesquisas bibliográficas. Com a utilização de artigos, monografias, TCC's, estudos na internet, livros e assim tirar embasamento para discorrer nosso próprio texto.

Essa pesquisa teve um referencial teórico de diversos autores em um só trabalho, escrito por nós, novos autores, dando base assim para outros futuros autores.

A metodologia desenvolvida uma revisão bibliográfica acerca do tema proposto, estudo de caso com duas empresas que utilizam da técnica de reaproveitamento de materiais de construção civil, para assim embasar e construir o trabalho de conclusão de curso com excelência.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Como já citado acima, este TCC foi destinado a realizar um estudo de caso a respeito de concreto reciclado – reaproveitamento de materiais da construção civil, para o bom entendimento de qualquer pessoa que venha a ler nosso trabalho, deixaremos dividido da seguinte maneira:

- Capítulo 1 – Introdução: Nesse primeiro momento, foi elaborado de maneira clara e simples o que significa o reaproveitamento, sua importância, a justificativa que mostra o motivo da escolha do tema, objetivo geral e objetivos específicos e a metodologia a ser desenvolvida no decorrer do TCC.
- Capítulo 2 – Referencial Teórico: O corpo e estrutura do trabalho, onde será pesquisado e apresentado de maneira mais sucinta possível, todas as questões sobre o tema proposto.
- Capítulo 3 – Estudo de caso: Neste capítulo mostra o estudo de caso utilizado no TCC, mostrando a empresa escolhida, tudo que acontece lá dentro, formas de trabalho, pros e contras, trazendo a realidade da reutilização de materiais.

- Capítulo 4 – Apresentação e análise dos resultados: Será discutido todos os resultados obtidos através das pesquisas, estudos e análise de casos, para assim, embasar futuros TCC's.
- Capítulo 5 – Conclusão: Por último e não menos importante, será concluído todo o conteúdo estudado e escrito, a importância desse determinado estudo para a Engenharia Civil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender o objetivo e os resultados da pesquisa proposta, deve-se primeiro compreender o conceito e as características do assunto. A seguir, serão apresentados os principais conceitos sobre o assunto propostos por meio de pesquisa bibliográfica e da Internet para subsidiar a análise de dados e resultados no processo de formulação da pesquisa.

2.1 A HISTÓRIA DO LIXO

Segundo o site Sampa (2020), o lixo existe desde a pré-história e vem trazendo transtornos desde então, o resíduo era queimado e soltava um odor forte e nesse período o homem ainda vivia em grupos nômades e os entulhos só se tornaram problemáticos na época que começaram as aldeias.

Segundo a Bemglô (2017), na idade média começaram os empregos de coleta ao lixo, muitas vezes o trabalho era fracassado e só depois no século XIX, com a chegada da revolução industrial, isso foi ficando cada vez maior e ganhando um espaço com a chegada do século XX, os problemas decorrentes do lixo começaram a aparecer, devido ao crescimento de grandes empresas, com isso nasce uma grande necessidade de um sistema que gerenciasse todo esse resíduo sólido.

Em meados do século XIX já existiam epidemias causadas pelo lixo, aquele transtorno veio a sair do controle logo depois. As pessoas eram conhecidas pela quantidade de lixo que produziam diariamente, começando assim a primeira forma de conter o desperdício, queimando o lixo, onde a principal ideia era a economia de energia (MIZIARA, 2011).

2.2 RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tudo aquilo que é considerado como restos de construções, reformas e demolições de realizações de obras da construção civil, também os restos da preparação e da escavação de terrenos, sendo aqueles: concreto em geral, tijolos, solos, blocos cerâmicos, rochas, metais, tintas, resinas, madeiras, colas, gesso, forros, argamassa, pavimento asfáltico, telhas, vidros, tubulações, plásticos, fiação elétrica entre outros, na maioria das vezes chamados de entulhos de obras, reboco ou metralha é considerado como Resíduos de construção civil (CURITIBA, 2004).

Para a regulamentação dos resíduos que sobram diariamente existe algumas normas e leis.

A primeira lei que se destaca é a Lei 6.938/81 que instituiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA como um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e Resolução CONAMA 307/2002 é a regulamentação dos resíduos sólidos da construção civil.

A questão dos Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) vem sendo alvo de grande preocupação e discussões, por ser um setor de intensa geração de resíduos, representando de 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos, de acordo Marques Neto (2005), e pela grande falta de áreas de transbordo, de triagem e de usinas para reciclagem na maioria dos municípios brasileiros (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010).

Com à falta de consciência e bom senso da população, a maioria dos resíduos são depositados em locais inapropriados, com isso causando vários riscos e impactos socioambientais como, proliferação de vetores de doenças, assoreamento de córregos e rios, e consequentemente poluição visual, ocasionando assim transtornos e prejuízos à cidade e aos cidadãos (MENDES *et al.*, 2004; SANCHEZ, 2013; PASCHOALIN FILHO & DUARTE, 2015).

Quando separado, fica mais fácil a remoção e o encaminhamento à destinação diferenciada. Algumas vantagens de separar (SMMA, 2004):

- Separação na fonte garante a qualidade dos resíduos e reduz os custos de beneficiamento.
- Diminuição dos custos de remoção dos resíduos.
- Reciclagem de alguns materiais na própria obra, outros separados para a coleta municipal e para a informal (coletores de material reciclável).
- Identificar os pontos de desperdício.
- Organização no canteiro de obras.

Os RCC são vistos como periculosidade baixa, mas de impacto grande ao meio ambiente devido à grande quantidade desperdiçada todos os dias de forma irregular. No Brasil, os RCC representam de 50 a 70% dos resíduos urbanos (SOARES; MARTIS, 2019).

2.3 TIPOS DE REAPROVEITAMENTO

Para que os resíduos possam ser reutilizados, todos devem ser classificados e caracterizados de acordo com suas características. Com isso o seu reaproveitamento pode permitir uma reutilização sem grande perda de qualidade inicial, conforme a comanda a Lei 12.305/2010, Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Segundo o critério de origem e produção, o resíduo pode ser classificado como (VR RESIDUOS, 2019):

- **Doméstico:** são todos os restos de alimentos, os resíduos sanitários, papel, plástico, vidro;
- **Comercial:** todo papel, papelão, embalagens, plásticos, restos orgânicos e sanitários;
- **Industrial:** são as cinzas, óleos, plásticos, papéis, borrachas etc.;
- **Hospitalar:** todos as seringas, agulhas, curativos;
- **Agrícola:** as embalagens de defensivos agrícolas, restos orgânicos e produtos veterinários;
- **Especial:** podas de jardins, entulhos de construção civil e animais mortos.

De acordo com Silva (2011), a reciclagem de resíduos da construção civil precisa passar por todos problemas e empecilhos, em todo o cenário da construção civil que se diz respeito a adoção de novas tecnologias, com isso é necessário à criação de políticas governamentais que abram os mercados para a compra desses produtos reciclados, que os estabelecimentos comercializem uma quantidade mínima de produtos elaborados a partir da reciclagem de resíduos da construção civil.

Segundo Melo e Frota (2014): A Resolução do Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, os resíduos de construção são classificados por classes. Foi o primeiro documento redigido tendo o RCD como objetivo. Onde esse se classificou os materiais em quatro classes específicas, sendo elas:

- Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a) de demolição, construção, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, incluindo solos naturais de terraplanagem;
 - b) de construção, demolição e reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo em que se transforma matéria prima em um produto acabado e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

- Classe B – todos os resíduos recicláveis para outros meios, exemplo: papel, plásticos, papelão, vidros, metais, madeiras e outros;

- Classe C – aqueles resíduos que não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis, que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

- Classe D – são os resíduos perigosos derivados do processo de construção, que são as tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados derivados de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais etc.

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS

A avaliação de impactos ambientais (AIA) seria compreendida como o exercício de olhar as alterações que ocorrerão no meio ambiente a partir de um projeto proposto no presente. Para a Associação Internacional para Avaliação de Impactos (IAIA, 2015) “avaliação de impacto, é o processo de identificação das consequências futuras de uma ação atual ou proposta.

De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 1, de 23 de janeiro de 1986, temos que:

Alguma possível mudança das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, significa impacto ambiental e afetam:

- A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- A biota;
- As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- A qualidade dos recursos ambientais. (Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986).

A seriedade dos problemas ambientais coloca em questão, não só os efeitos com a saúde humana, o potencial produtivo dos ecossistemas e a sobrevivência dos seres vivos, mas também, aponta para uma mudança de escala espacial e temporal desses problemas. Esses ultrapassam a esfera do local, do visível e do imediato, revelando-se como problemáticas concernentes em todo o mundo. (BARUQUE & SOUZA, 2012)

Araújo (2012) diz que o impacto ambiental é todo e qualquer tipo de mudança das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, que são causadas por qualquer meio de matéria ou energia e resultante das atividades humanas que indireta ou diretamente prejudique a segurança, saúde, bem-estar, atividades socioeconômicas, condições estéticas e sanitárias e qualidade dos recursos ambientais. Essas alterações precisam ser quantificadas, pois apresentam variações relativas, podendo ser negativas ou positivas, pequenas ou grandes.

A resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986, estabeleceu que atividades que apresentam significativo potencial de degradação ou poluição dependerão da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para que ocorra seu licenciamento. Dentre as atividades que necessitam da elaboração desses documentos, podemos destacar:

- Criação de estradas, ferrovias e aeroportos;
- Construção de barragens para fins hidrelétricos;
- Extração de petróleo e de minérios;
- Criação de aterros sanitários. (Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986).

Existem alguns tipos de impactos ao meio ambiente, como:

- Impacto positivo ou benéfico – quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental;
- Impacto negativo ou adverso – quando a ação resulta em danos à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental;
- Impacto direto – quando resulta de uma simples relação de causa e efeito, também chamado impacto primário ou de primeira ordem;
- Impacto indireto – quando é uma reação secundária em relação à ação ou quando é parte de uma cadeia de reações;
 - Impacto local – quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações;
 - Impacto regional – quando o efeito se propaga por uma área e suas imediações;
 - Impacto estratégico – quando é afetado um componente ou recurso ambiental de importância coletiva ou nacional;
- Impacto imediato – quando o efeito surge no instante em que se dá a ação;
- Impacto a médio e longo prazo – quando o efeito se manifesta depois de decorrido certo tempo após a ação;

- Impacto temporário – quando o efeito permanece por um tempo determinado;
- Impacto permanente – quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar, num horizonte temporal conhecido.

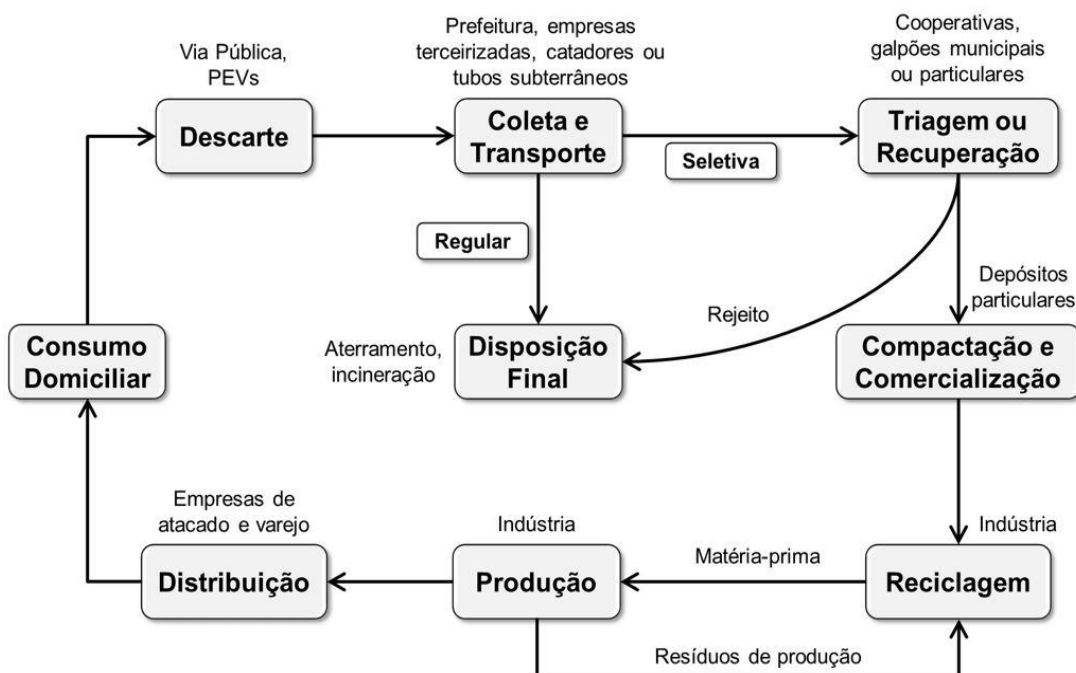
2.5 COLETA SELETIVA

Apenas 451 cidades brasileiras participam do programa de coleta seletiva, tendo início em meados da década de 1990, e até nos dias atuais não se tornou cultura para os brasileiros devido à falta de investimento adequado, treinamento para os catadores, falta de cooperativas capacitadas para esse tipo de serviço (RIBEIRO, 2007).

Segundo o portal de notícias R7 (2020), na atualidade existem formas seguras de reciclar o lixo, essa maneira é separar os resíduos por tipo e cores, esse método ganhou visibilidade na década de 70, onde alguns países identificaram que reaproveitar seria lucrativo.

Outro ponto de vista a ser questionado é a valorização da mão-de-obra dos catadores de lixo, que são marginalizados e não possuem socialização necessária, ou seja, uma reintegração dos mesmos na sociedade, com mais dignidade, mais oportunidades sociais e mais visibilidade, porque exercem uma função de extrema importância para o meio ambiente. (RIBEIRO; DO CARMO LIMA, 2001).

Figura 1 - Ciclo da coleta de lixo domiciliar urbana



Fonte: CONKE; NASCIMENTO, 2018.

Segundo Conke e Nascimento (2018), o lixo sempre foi uma problemática que afeta a sociedade, os resíduos ganharam espaço no nosso país e se tornou uma questão, 28% dos brasileiros veem o lixo com problema ambiental e como fatores principais questões ambientais urbanas 47% (Brasil 2012). A Figura 1 apresenta um esquema explicativo.

2.6 DESPERDÍCIOS E PERDAS NA CONSTRUÇÃO

Basicamente, são quatro os tipos mais comuns de desperdícios na construção civil:

- Materiais;
- Equipamento e maquinário;
- Financeiro;
- Mão de obra.

2.6.1 Desperdícios de materiais

Os pedaços e sobras de madeira, telhas, aço, cimento, tijolos e areia são exemplos de perdas materiais. Em uma visão geral, entulho ou Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são os desperdícios na construção civil que são os mais fáceis de detectar. Uma das melhores formas de evitar que essas situações aconteçam com frequência é garantir que os profissionais estejam atentos às especificidades do projeto. Com isso, torna-se mais fácil manter a construção o mais fiel possível.

2.6.2 Desperdícios de equipamentos e maquinários

A falta de um planejamento logístico e as falhas na gestão de mão de obra são as duas principais causas das perdas de máquinas e ferramentas na construção civil.

Além de falhas e quebras em equipamentos, os desperdícios desse tipo também incluem máquinas paradas por desencontros de datas ou horários de processos, os aluguéis fora do prazo, a falta de orientação e dimensionamento incorreto da frota.

2.6.3 Desperdícios de mão-de-obra

Algumas soluções para evitar os desperdícios na construção civil relacionados ao pessoal são bastante semelhantes às do item anterior. Para garantir que a mão de obra trabalhe com otimização de tempo e entrega de qualidade, é essencial garantir a logística e o gerenciamento adequados.

O tempo que se é perdido pela falta de material para a realização de atividades, por exemplo, causa impacto em todo o processo produtivo, com repercussões financeiras negativas. Sendo assim, é preciso que o arranjo do canteiro seja pensado para máxima otimização de deslocamentos e manuseios.

2.6.4 Desperdício financeiro

Todos os exemplos de desperdício citados acima geram, em maior ou menor grau, perdas financeiras. Uma das maneiras de evitar os desperdícios materiais é trabalhar com métodos de cálculo sobre demandas. De forma que é possível acompanhar rigorosamente o andamento da obra e do planejamento, bem como realizar o cálculo sobre os materiais necessários para cada etapa, evitando sobras. (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 19 DE SETEMBRO DE 2018).

2.7 5 R'S

Segundo o artigo publicado pelo TCU (2017), a prática dos 5 R's é adotada por alguns países, são repensar, reduzir, recusar, reutilizar e reciclar a produção de resíduos. No Brasil, cerca de 240 mil toneladas de resíduos sólidos são produzidas por dia, infelizmente apenas 2% é reciclado e todo o resto é resíduo acumulado.

2.8 REDUZIR, REUTILIZAR E RECICLAR

Segundo Penido (2001), o mercado construtivo é um dos setores mais explorativos em relação a recursos naturais e também considerado o que mais produz lixo. Aqui no país, a tecnologia empregada favorece o grande desperdício na construção de novas edificações. É fundamental pensar na sustentabilidade, reduzir, reciclar e reutilizar são fatores de suma importância atualmente.

2.9 LEIS REFERENTES AO RCD

De acordo com algumas pesquisas, essas leis foram escritas afim de manter um certo padrão de reciclagem e finalidade definida para cada item proposto. Exemplo:

Resolução CONAMA n° 307 de 2002 (Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil);

Resolução CONAMA n° 431 de 2011 (Altera o art. 3° da Resolução n° 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso);

NBR 15112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;

NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros: Diretrizes para projeto, implantação e operação;

NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação;

NBR 15115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;

NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

2.10 O QUE É RCD

A resolução 307 do CONAMA, define resíduos da construção civil tudo que provém de resíduo da construção, como: blocos cerâmicos, concreto em geral, solo, rocha, madeira, forros, argamassa, gesso, vidros, pavimento asfáltico, telhas, plásticos, fiação elétrica, tubulações e outros.

2.11 TÉCNICA RCD

Segundo a resolução n° 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), define-se Resíduos de Construção e Demolição (RCD) como o material. Com palavras mais limpas, RCD pode ser considerado todo material oriundo de atividades de construção, reformas e demolições de obras civis (VIEIRA; MOLIN, 2004). Sua classificação segundo a

Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), ela que divide os resíduos da construção civil em 4 classes distintas:

- Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, sendo esses, resíduos de construção, demolição;
- Resíduos recicláveis para outras finalidades, sendo plásticos, papel, papelão;
- Resíduos dos quais não foram criadas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis;
- Resíduos perigosos provenientes do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleo, etc. (Adaptado de CONAMA, 2002).

Complementarmente, Lintz *et al.* (2012) estudaram a substituição do agregado natural por agregado reciclado de concreto (menos poroso que o agregado de RCD misto) na confecção de blocos estruturais de concreto por vibro prensagem (pneumática). Substituindo os agregados naturais por agregados reciclados entre 30% e 50% e proporção cimento: agregados iguais a 1:10, que foram produzidos corpos de prova com cilindros de concretos secos com resistência média à compressão entre 12 e 22 MPa (ou blocos vazados 14 x 19 x 39 com resistência média à compressão entre 4 e 6 MPa, podendo atender à classe B de blocos estruturais. Souza (2001) estudou a substituição do agregado natural por agregados de RCD de natureza mista (com presença de partículas cimentícias e de cerâmica vermelha) na confecção de blocos de vedação de concreto por vibro prensagem manual.

2.12 ESTRUTURA DE UNIDADE

A unidade de reciclagem de RCD possui uma estrutura que é composta pela recepção, capacidade de operação, fluxograma de operação e planta do empreendimento.

- a) Recepção: Os resíduos que chegarão ao pátio da Usina de Reciclagem deverão estar pré-selecionados, ou seja, classificados como resíduos de Classe A. Esta pré-seleção será feita por empresas responsáveis pela coleta destes resíduos no município, chamadas “tele entulho”.
- b) Capacidade de produção: A capacidade nominal do conjunto é de 20 t/h, considerando uma efetividade de 70 % de produção, obtemos um processamento de 14 t/h, trabalhando 8 horas por dia, teríamos uma produção de 112 t/dia. A massa específica encontrada para o resíduo analisado foi de 1,2 t/m³, o que representa uma

capacidade efetiva de produção da Usina de Reciclagem de RCD, de 112 t/dia ou em torno de 93,33 m³/dia.

c) Fluxograma de operação: As etapas de processo da usina funcionariam da seguinte forma:

- Etapas a serem feitas manualmente:

- Recepção e análise visual dos resíduos recebidos;
- Disposição em áreas para triagem;
- Triagem e retirada de contaminantes dos resíduos.

- Etapas a serem feitas com equipamentos:

- Manejo, estocagem e expedição de rejeitos; alimentação do núcleo de reciclagem;
- Processamento dos resíduos (pré-classificação, britagem, peneiração, rebitagem e transporte);

- Retirada de contaminantes após a britagem (impurezas como metal, ferro e outras);
- Formação de pilhas de agregado reciclado na forma de “brita corrida”;
- Estocagem de agregado reciclado;
- Expedição.

d) Planta do empreendimento: Para a instalação do empreendimento utilizou-se uma área de 7.210,00 m², distribuindo os equipamentos e as áreas de manejo. Esta área foi estimada, levando em conta a distribuição dos equipamentos e os fluxos de veículos, necessários para o volume de resíduo processado (ALMEIDA, 2015).

2.13 GESTÃO DO RCD

Quem gera resíduo na construção civil, sendo obras públicas ou privadas, todas as atividades que podem envolver resíduos sólidos como: reformas, demolições de estruturas, novas construções, reparos de danos, escavação de solo, estradas e qualquer trabalho construtivo, devem ser responsáveis pelos resíduos gerados dos mesmos. (CONAMA, 2002).

2.14 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA RECICLAGEM

A reciclagem é um meio sustentável de cuidar do meio ambiente, pensando ecologicamente correto, devemos sempre reciclar tudo que for possível, no entanto, existem pontos positivos e negativos a serem contextualizados. (OLIVEIRA; CARVALHO, 2014).

2.14.1 Vantagens

- Reutilização de matéria prima;
- Aumento do tempo útil e maximização do valor extraído de cada recurso natural;
- Poupanças energéticas;
- Conservação de recurso natural;
- Desvios de resíduos sólidos para aterros ou outros meios de descarte de lixo;
- Participação ativa individual de cada consumidor, pensando ecológico e cuidando do meio ambiente;
- Redução da poluição da atmosfera e economizando recursos hídricos;
- Criação de novas fontes de renda com a reciclagem;
- Evitar o desperdício de materiais construtivos;
- Economizar financeiramente na obra.

2.14.2 Desvantagens

- Altos custo de recolher lixo;
- Custos de processo de reciclagem;
- Custos de transportes;
- Altos investimentos em maquinários e treinamentos de funcionários;
- Materiais reciclados por vezes são menos acessíveis que materiais produzidos com matéria-prima virgem;
- Instabilidade no mercado de procura e demanda, área ainda não muito valorizada no Brasil;
- Mercado pouco valorizado.

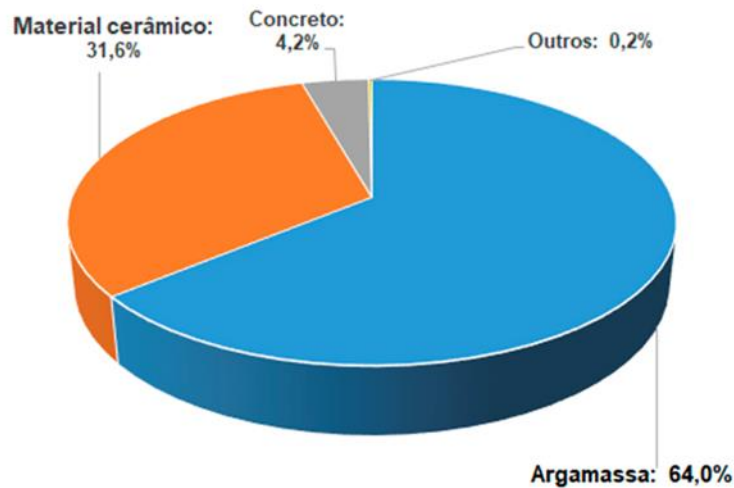
2.15 RCD NO BRASIL

Cada vez mais o mundo fica mais atento as questões ambientais, sociedade, governos, ONG's, estão preocupadas com a poluição do planeta que provem dos resíduos sólidos, que já sofre duras consequências, para essa geração, que se não olhados com mais

atenção por órgãos políticos podem causar danos irreversíveis para as futuras gerações. (DOS SANTOS; PINTO & CATUNDA, 2015).

No Brasil, o sistema de RCD não tem grande reconhecimento, mas, existem algumas nas cidades de São Paulo - SP, Belo Horizonte - MG, Londrina - PR, João Pessoa - PB e Petrolina - PE, contextualiza-se que ainda falta um longo caminho a percorrer para ser grandes potencias no ramo de reaproveitamento de materiais, leva-se a crer que é uma ótima oportunidade de negócios e uma ajuda governamental seria uma ajuda essencial. A Figura 2 ilustra a composição média dos RCD gerados no Brasil. (FREITAS, 2018).

Figura 2 - Composição média de RCD no Brasil



Fonte: FREITAS, 2018.

No Brasil nota -se que os governos municipais são falhos em suas gestões de RCD, no produto final sobre resíduos. Não buscam soluções eficientes, não investem como deveriam, não dão atenção devida a essa problemática (NETO; SCHALCH, 2010).

A gestão de RCD no Brasil tem sido uma grande questão, esse meio sustentável de tem sido um enorme desafio, devido a grandes impactos sofridos por tantas cidades nos centros urbanos, o descarte ilegal de resíduos construtivos tem causado grandes estragos na natureza, o mercado construtivo tem se desafiado buscando medidas para os RCD (DOS SANTOS; PINTO e CATUNDA, 2015).

Os planos municipais têm funções como carregar entulhos de pequeno porte, por meio de equipamento próprios para esse tipo de serviço, para assim destinar esse resíduo para um lugar adequado, esse papel é de grande valia, levando em consideração que pequenas

quantidades de entulhos é correspondente as maiores estatísticas de oriundos nos RCD produzidos nos municípios. Além do mais, esse lixo deixaria de ser descartado em áreas vulneráveis como córregos, fundos de vales, áreas ambientais protegidas e em todos os locais impróprios que são descartados tão corriqueiramente, fazendo também uma gestão de limpeza pública (NETO; SCHALCH, 2010).

2.16 AGREGADO RECICLADO

Quando observa - se os agregados com característica reciclável de concreto, no qual se diz possuir em seu teor, uma porcentagem de 40 a 50% do seu volume de argamassa, feito isso pode-se notar um mau desempenho do concreto quando ele é produzido com a reutilização dos agregados reciclados (CABRAL, 2007). De acordo com Hood (2006), é citado alguns fatores importantes em relação à utilização do agregado podendo ele ser graúdo ou miúdo. Se o caso for de agregados graúdos ele analisou que a sua utilização apresenta resultados satisfatórios, no quesito fator água cimento sendo o valor bastante baixo, sujeito a apresentar concreto com características mais densas, já na sua utilização como agregado graúdo, está claro a sua deficiência principalmente referente à resistência a compressão, a abrasão e a permeabilidade (HOOD, 2006).

Conforme o dicionário da Construção Civil Agregado Reciclado é o material granular que é obtido por meio de processos de reciclagem de rejeitos ou subprodutos da produção industrial, mineração, construção ou demolição da construção civil, incluindo agregados recuperados de concreto fresco, por lavagem, para uso como agregado.

Onde o agregado reciclado é proveniente de resíduos da construção civil, podemos classificá-lo em dois grupos:

- Agregado reciclado de concreto (ARC) – é obtido por reciclagem de concreto fresco ou endurecido, que é formado na sua fração graúda (>4,75mm) de no mínimo 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland ou de material pétreo que atendam à norma NBR 15116 (ABNT, 2004a).

- Agregado reciclado misto (ARM) – é obtido de acordo com o item de agregado reciclado de concreto (ARC), que é formado na sua fração graúda (>4,75mm) por menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland ou de material pétreo que atendam à norma NBR 15116 (ABNT, 2004a).

Segundo a NBR 15.114, a reciclagem do RCC classe A é o processo de aproveitamento de um resíduo após ter sido submetido à transformação, resultando em um produto identificado

como agregado reciclado. Essa atividade industrial deve ser realizada na “Área de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil” destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados (ABNT, 2004a).

Classificação do RDC:

- Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis na forma de agregados, como:
 - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B – aqueles resíduos recicláveis para outras destinações;
- Classe C – são os resíduos que não foram desenvolvidas tecnologias;
- Classe D – todos os resíduos perigosos (CONAMA, 2004.a).

2.17 GERAÇÃO DE RESÍDUOS NAS DEMOLIÇÕES

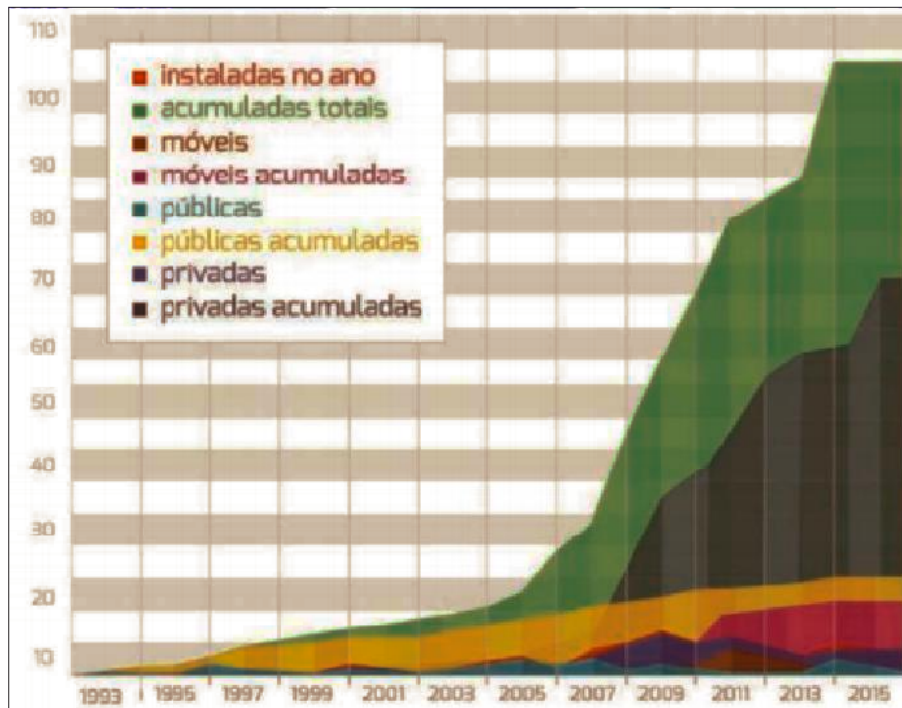
É uma solução bastante interessante o uso de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição (RCD) em blocos de concreto. Dependendo da triagem realizada no RCD ou técnica de reciclagem utilizada, esses agregados reciclados passam a apresentar características bem distintas de composição e porosidade (de 3% a 20% da absorção da água) (ANGULO; FIGUEIREDO, 2011), elas podem ser compatibilizadas com os diferentes níveis de exigência mecânica em uso dos blocos. Os blocos de concreto podem ser classificados em três classes de resistência característica distintas (ABNT, 2014).

Os concretos secos prensados (como os dos blocos de concreto) são os menos estudados em escala de laboratório do que os concretos plásticos, porque as suas características dependem do tipo de equipamento de prensagem utilizado (MEDEIROS, 1993; FERNANDEZ, 2012). A energia de prensagem dos equipamentos industriais não é facilmente reproduzível em laboratório. Por isso, diversos autores têm tentado reproduzir em laboratório as condições de

compactação e vibração realizadas nas fábricas, tornando os estudos de formulação de concretos secos menos trabalhosos e mais acessíveis.

De acordo com a pesquisa setorial da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2015) o número de usinas continuou crescendo de 2009 até 2013, com média de 10,6 novas usinas por ano. De 2013 a 2015, os dados se mostram estáveis, conforme representado na Figura 3.

Figura 3 - Levantamento de usinas de reciclagem de RCD no país ao longo dos anos



Fonte: ABRECON (2015)

3 ESTUDO DE CASO

3.1 EMPRESAS

Para a realização deste estudo foram escolhidas duas empresas com sede no município de Aparecida de Goiânia, estado de Goiás. As empresas selecionadas foram a Ecosolidos e Renova, ambas produzem produtos que são utilizados na construção civil. As empresas autorizaram a divulgação dos seus nomes, bem como os dados que foram obtidos através do envio de quatro perguntas: Tipos de resíduos? Quantidade de material reciclado? Lucratividade? Interesse do mercado?

A empresa Ecosolidos foi criada em março de 2008, registrado em maio de 2010 e com início de suas atividades no mesmo ano. Foi fundada por uma equipe de consultores ambientais que sempre identificaram a falta de empresas de tratamento, reciclagem e descarte de resíduos sólidos na região; que estão em consonância com as mais modernas normas legais, tecnológicas e ambientais. A empresa opera plenamente, é devidamente licenciada, possui excelente infraestrutura, uma equipe técnica treinada e uma experiência comprovada de mais de 8 anos de experiência de mercado. Com capacidade nominal para tratar e reciclar 3.000 toneladas de resíduos sólidos por mês.

A empresa Renove iniciou suas atividades em 2010, é considerada a maior recicladora de resíduos de construção e demolição do Centro-Oeste. A empresa seguiu o tripé da sustentabilidade, com soluções viáveis econômicas, com visão ambiental e social. Em 2016 a Renove foi vencedora do 16º prêmio Crea Goiás de Meio Ambiente, com o projeto “Pavimentação ecológica com uso de agregados reciclados”. Em 2012 a empresa foi vencedora também do prêmio CBIC de inovação e sustentabilidade com o projeto intitulado “Ciclo de vida sustentável dos resíduos da construção civil: da geração ao destino.

A empresa possui conscientização a respeito de cuidado com o meio ambiente, todos os processos são rigorosamente avaliados e relatam também que respeitam todas as exigências ambientais. A empresa recicla 8 mil toneladas por mês, recebem resíduos da classe A, como exemplo tijolos, concreto e argamassa.

Os funcionários de ambas as empresas que tivemos acesso por meio de telefonema (face a pandemia não foi possível a visita presencial) demonstraram estarem satisfeitos com o ambiente de trabalho e com a política interna de cada empresa. O fato de reutilizar escombros e outros materiais da construção após a separação do que pode ser utilizado gera um sentimento de orgulho percebido nas conversas.

3.2 PRODUTOS COMERCIALIZADOS

A empresa Ecosolidos possui linhas de produtos ecológicos, como exemplo a areia, blocos e pisos. A areia ecológica é produzida a partir de resíduos sólidos das construções e demolições utilizados pela empresa para areia com aplicações na construção civil. Os blocos ecológicos também são produzidos a partir de resíduos sólidos das construções e demolições. Para a produção dos pisos ecológicos as matérias primas são separadas do entulho e processadas, proporcionando a obtenção do piso.

A empresa Renove realiza gestão de resíduos com metodologia própria, fazemos a Gestão Total de Resíduos. Implantamos "in loco" a gestão, transporte de resíduos com frota licenciada e dedicada para o transporte de resíduos perigosos e não perigosos, realiza também a reciclagem de resíduos de construção civil.

Os colaboradores de ambas as empresas demonstraram possuírem preocupação e também conscientização com o aspecto de utilizar resto da construção e escombros para a produção novos produtos, considerado um aspecto ecologicamente correto e também financeiramente atrativo.

3.3 REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS

As empresas pesquisadas possuem consciência da importância da reutilização de materiais provenientes de resto da construção e demolição. Em geral, defendem que os seus produtos são de qualidade, a empresa Ecosolidos possui foco no ecológico e potencial lucratividade que seus produtos representam, pois todos levam o termo ecológico, reportam que tem tido sucesso nesta tática de marketing, no que tange a evidência da sua preocupação com o meio ambiente já no nome dos seus produtos. A empresa Renove não tem a mesma postura em evidenciar o potencial financeiro em seus produtos aliados ao aspecto ecológico, entretanto, na política interna desta é descrita a sua preocupação com as questões ambientais e a importância de reutilizar quando possível.

Vale destacar, que a reutilização de resto de escombros ou outros materiais provenientes da construção civil ainda é reduzido, ainda existe uma ausência de conscientização das empresas que é possível investir e obter retorno financeiro a médio e longo prazo, este

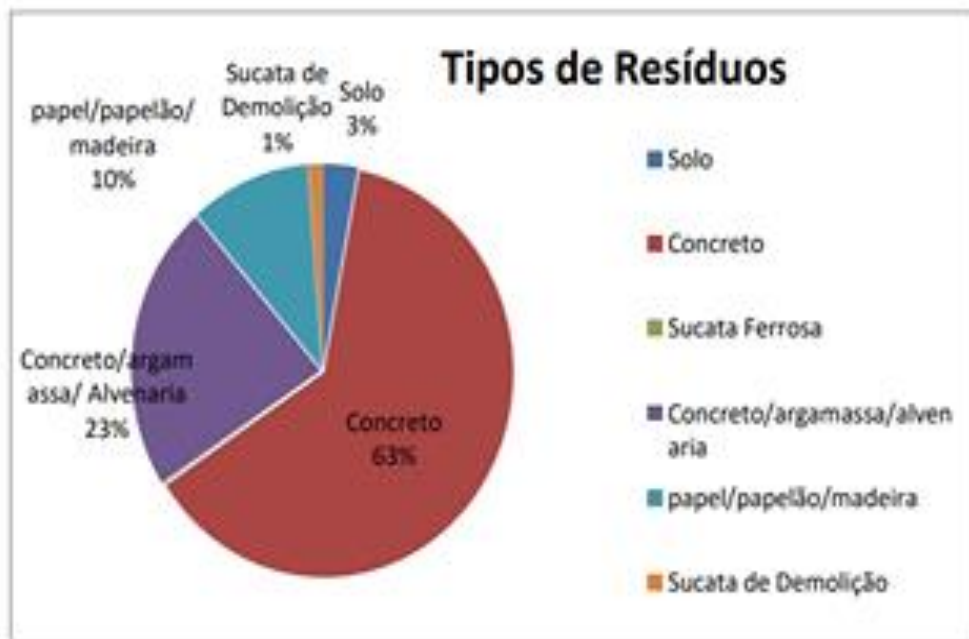
aspecto foi considerado por algumas pessoas que tivemos acesso das empresas como sendo a principal dificuldade, alguns até relataram experiências em outras empresas do mesmo seguimento que consideravam a reutilização como algo desnecessário e que não gera lucratividade.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 TIPOS DE RESÍDUOS

O nosso estudo mostra que à medida que o volume de geração de resíduos aumenta, os problemas relacionados ao tratamento de resíduos, como a falta de aterros finais e o tratamento inadequado de resíduos piora. Desta forma no estudo realizado por Carvalho (2017) observamos os principais tipos de resíduos gerados na construção civil, incluindo blocos de concreto gerados em obras de construção, asfalto ou blocos de concreto e madeiras geradas em obras de construção, o concreto representa 63% de todo o volume de resíduos gerados na construção civil, 23% concreto ou argamassa ou alvenaria e 10% papel ou papelão ou madeira (Figura 4).

Figura 4 - Tipos de resíduos gerados na obra



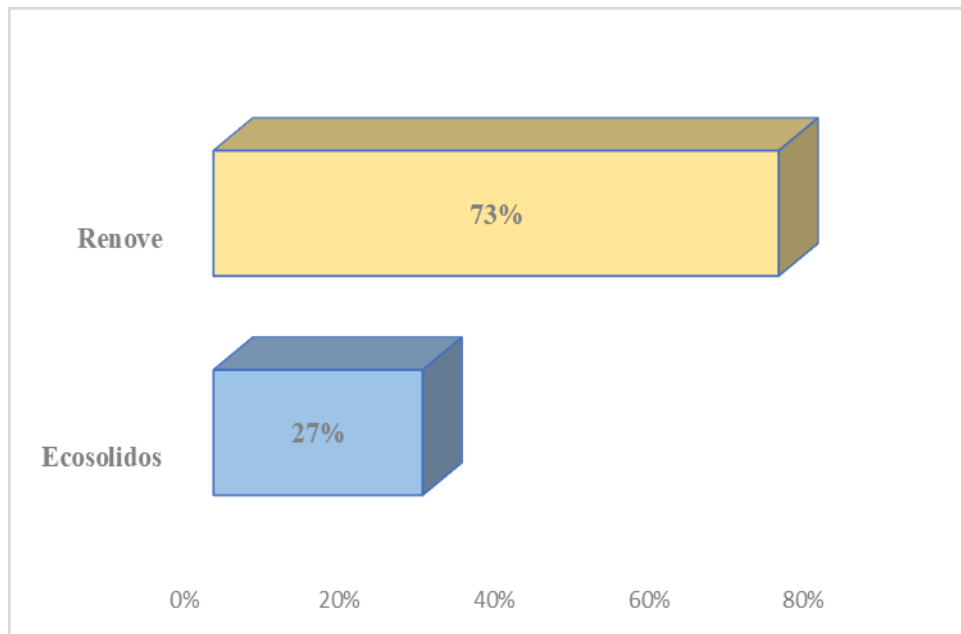
Fonte: CARVALHO (2017).

No estudo que realizamos é possível perceber que o resíduo de construção e demolição é gerado durante todo o ciclo de vida da construção - fase de projeto, fase de realização, fase de ocupação e fase de demolição. Por outro lado, o projeto sustentável de construção em fase de projeto apresenta possibilidade de redução significativa do volume de resíduos de construção gerados. Nesta fase, somos capazes de identificar e quantificar o volume e tipo de resíduo de

construção. Almeida (2015) em sua dissertação também observa as possibilidades de destinação de resíduos de construção e os custos de seu tratamento.

Na Figura 5 é possível observar o percentual de reciclagem de cada empresa que nós pesquisamos, A empresa Ecosolidos recicla 27% (3 mil toneladas) e a Renove 73% (8 mil toneladas). Ambas as empresas possuem a capacidade de reciclar 11 mil toneladas.

Figura 5 - Percentual de reciclagem da Ecosolidos e Renove



Fonte: PRÓPRIAS AUTORAS (2021).

A nossa pesquisa demonstra a necessidade de esforço contínuo dentro da indústria de forma a atingir os objetivos de construção sustentável e redução dos impactos ambientais da construção em cada fase do ciclo de vida do projeto de construção, realização, ocupação, gestão e demolição de edifícios. Conforme Mello, Sathler (2015) o crescente impacto ambiental da construção torna-se um problema sério que pode causar danos significativos, não apenas aos ecossistemas, mas também à saúde e ao bem-estar dos trabalhadores do campo e residentes próximos aos canteiros de obras.

Face ao exposto pelos autores no parágrafo anterior, as empresas Ecosolidos e Renove possuem a visão da importância da reutilização do resto da construção e dos escombros para obtenção de um novo produto. A empresa Ecosolidos possui até uma linha eco, produzindo apenas produtos ecológicos. A empresa demonstra em seu anúncio até o fator motivante para aquisição da areia pelos clientes (Figura 6).

Figura 6 - Anúncio da areia ecológica



Fonte: ECOOQUALY (2021).

No nosso trabalho é possível observar que muitos componentes e detritos de construção podem ser reciclados. O concreto e o entulho são frequentemente reciclados em agregados e produtos de concreto. A madeira pode ser reciclada em produtos de madeira projetados, como móveis. Metais como aço, cobre e latão também são recursos valiosos para reciclagem. De acordo com Evangelista, Costa, Zanta (2010) existem três métodos de reciclagem de resíduos, que é a separação no local, reciclagem mesclada e híbrida.

O estudo que realizamos mostra que a separação dos resíduos de construção no local de trabalho fornece feedback imediato a todos no trabalho e pode ajudar a garantir que as metas de reciclagem do projeto sejam cumpridas. A separação do local também promove uma atmosfera responsável no local de trabalho e é o melhor método para objetivos de desvio. No entanto, ocupa mais espaço e requer um alto nível de supervisão.

Nossa pesquisa mostra a reciclagem mesclada usa um recipiente. O caminhão classifica tudo fora do local. Isso torna mais fácil para a equipe de campo gerenciar os resíduos no local. A reciclagem combinada requer pouco espaço de armazenamento e é a melhor opção para sites com pouco espaço.

É perceptível neste estudo realizado que a reciclagem híbrida combina a separação no local e a reciclagem combinada. Por exemplo, uma caixa para madeira, uma caixa para concreto e uma caixa para resíduos não recicláveis. A reciclagem híbrida representa o melhor dos dois

mundos. Otimiza o peso em relação ao esforço de classificação. Conforme Carvalho (2017) o número total de caixas pode ser reduzido trabalhando em fases. Acreditamos que isso reduz o trabalho de triagem de caminhões, o que reduz as taxas de transporte.

Os benefícios ambientais da reciclagem podem ser significativos, conforme os dados obtidos neste estudo. Muitos recicladores aceitam metal, papelão, concreto e madeira em todo o país. Os mercados de *drywall*, telhas de asfalto e outros materiais estão ganhando terreno. Com opinião parecida com a nossa Brasileiro, Matos (2015) apontam que a reciclagem de materiais de construção e demolição gerados em um canteiro de obras é cada vez mais importante. Como mencionamos antes, alguns recicladores aceitam cargas mistas de materiais, enquanto outros podem exigir a separação de materiais, pode ser destacado que existe um ciclo de reciclagem (Figura 7).

Figura 7 - ciclo de reciclagem de materias da construção civil



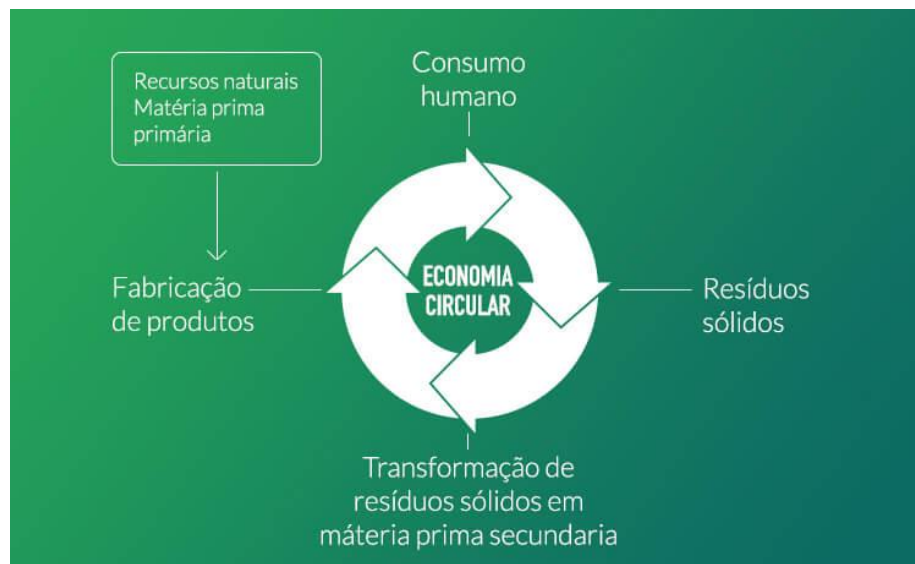
Fonte: ECOOQUALY (2021).

O estudo mostra que o concreto pode ser reciclado em muitos mercados que atualmente usam brita. Como o concreto é comumente reciclado, existem várias instalações de reciclagem de concreto em todo o país. O pavimento asfáltico é altamente reciclado atualmente e é comumente triturado e reciclado de volta ao asfalto, seja no local ou em uma usina de asfalto de mistura a quente. Madeira limpa e não tratada pode ser lascada ou moída e usada para fazer tábuas projetadas, combustível de caldeira e cobertura morta.

A redução da fonte evita que os resíduos sejam gerados em primeiro lugar, conforme observado neste estudo realizado. Alguns exemplos disso incluem - preservar edifícios existentes em vez de construir novos, otimizar o tamanho de novos edifícios, projetar novos edifícios para adaptabilidade para prolongar sua vida, uso de métodos de construção que permitem a desmontagem e facilitam a reutilização de materiais e empregando técnicas alternativas de enquadramento.

Neste estudo é possível perceber que a redução dos detritos de construção e demolição também conserva o espaço do aterro, reduz o impacto ambiental da produção de novos materiais e pode reduzir as despesas gerais do projeto de construção por meio da compra evitada com a adoção da economia circular (Figura 8).

Figura 8 - Economia circular



Fonte: ECYCLE (2021).

As vantagens ambientais incluem a minimização do risco de poluição ambiental imediata e futura e danos à saúde humana, enquanto as vantagens econômicas incluem menores custos de projeto, aumento do patrocínio empresarial, menor risco de litígio sobre resíduos, entre outros. Brasileiro, Matos (2015) apontam que existem duas razões fundamentais para reduzir, reutilizar e reciclar resíduos: as vantagens econômicas e as vantagens ambientais

No trabalho desenvolvido é demonstrado as vantagens e o impacto negativo dos resíduos de construção na entrega bem-sucedida do projeto, este documento identifica as principais causas dos resíduos, a posição das empresas de construção e dos profissionais da

indústria de construção nigeriana na gestão de resíduos de construção e as restrições à gestão eficaz de resíduos do local, como questões políticas e legislativas.

4.2 QUANTIDADE DE MATERIAL RECICLADO

Neste estudo que realizamos é possível constatar que a indústria da construção busca formas de mitigar seu impacto ambiental, agora que governos e empresas estão dando mais importância à sustentabilidade. Os resíduos de construção causam danos significativos, uma vez que representam cerca de um terço de todos os resíduos em todo o país. A reciclagem de materiais de construção pode reduzir significativamente o impacto ambiental da indústria.

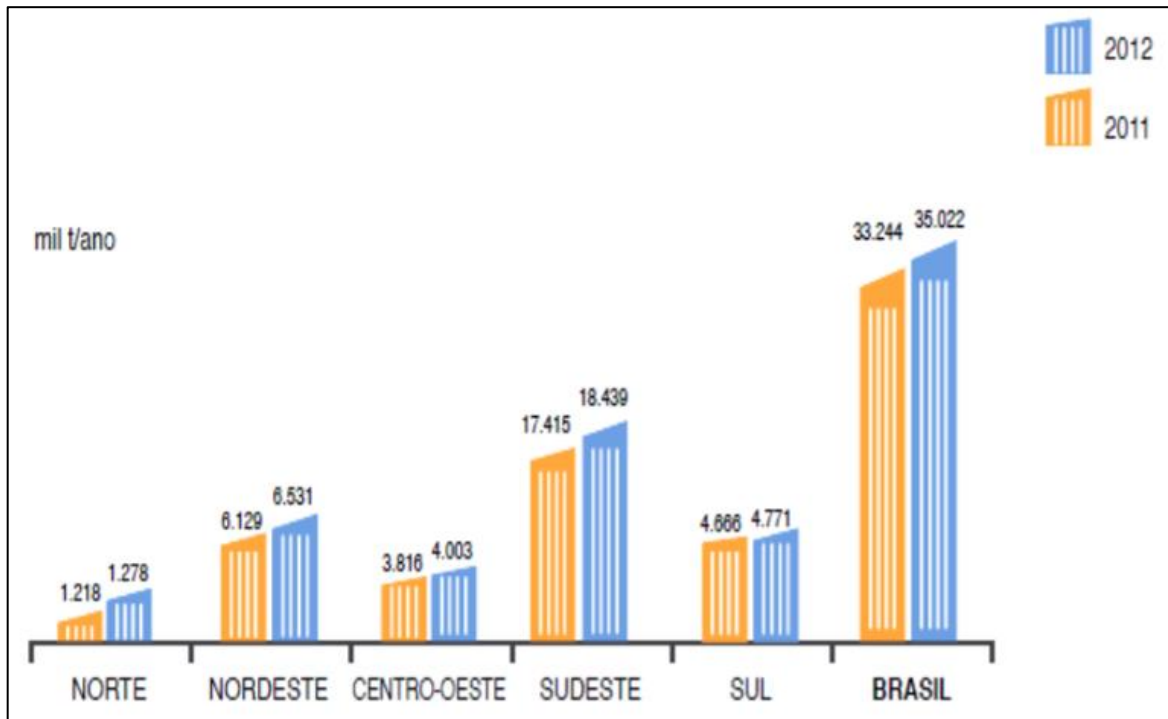
O processo de redução da qualidade de uma matéria-prima, potencial para usos futuros e econômicos. O processo de reaproveitamento de um material para usos semelhantes, mantendo assim a possibilidade de reaproveitamento posterior, é a reciclagem. O processo de aumento do material qualidade, potencial para uso futuro e valor econômico é chamado de upcycling.

Com a redução da fonte, pode reduzir o ciclo de vida do uso de materiais, energia e geração de resíduos. A mais alta prioridade deve ser dada para tratar de questões de resíduos sólidos. Tradicionalmente, os resíduos de construção e demolição são depositados em aterros. No entanto, isso tem um impacto ambiental negativo, contaminando as águas subterrâneas e habitats circundantes. As construtoras e incorporadoras estão aprendendo que a reciclagem é benéfica para toda a indústria.

A pesquisa realizada aponta que a reciclagem e a reutilização de materiais de construção reduzem o custo de descarte e transporte. Algumas organizações de reciclagem até cobram menos em comparação com os métodos convencionais de descarte. A reciclagem também reduz a demanda por novos recursos, o que também reduz os custos de transporte e produção.

Na Figura 9 é possível observar o total de resíduos de construção e demolição coletados em 2011 e 2012 através do levantamento realizado pela associação brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos especiais, visto que o aumento da quantidade de coleta registrada de um ano para o outro no Brasil foi de 5,3%, o que demonstra ser necessária uma maior atenção a respeito destes resíduos, no que se refere ao destino e o seu potencial para ser reciclado (ABRELPE, 2012).

Figura 9 - Gráfico de resíduos de construção e demolição coletados



Fonte: ABRELPE (2012).

Na monografia desenvolvida por Moraes (2008) com temática próxima deste estudo que nós desenvolvemos, o autor aponta que os produtos reciclados podem ser usados no lugar de outros materiais convencionais, tornando possível a preservação dos recursos naturais, com a diminuição do descarte de lixo potencialmente prejudicial ao meio ambiente.

Neste estudo que realizamos diferentes tipos de materiais recicláveis são descritos como usados na construção civil. Dentre os materiais possíveis de serem utilizados se tem os fragmentos de pneus, borracha de pneu moída, escória de alto forno, escória de aço, pó de forno de cimento, sílica ativa, vidro triturado, pavimento asfáltico recuperado e também a cinza de casca de arroz. A reutilização desses materiais é considerado benéfico, visto que na construção civil são necessários grande volume de material.

4.3 LUCRATIVIDADE

O estudo que realizamos demonstra que em um mundo perfeito, o termo reciclagem seria descrever um processo no qual as matérias-primas alcançam uma vida útil infinita. Cada conversão para a reutilização do material teria futuras possibilidades de reutilização projetadas. É verdade que nada pode ser usado para sempre. O passar do tempo eventualmente torna todos

os materiais inúteis. Porém, o conceito de um potencial infinito de vida útil para as matérias-primas é alcançável. A reciclagem de "ciclo fechado" deve ser o objetivo final da indústria de reciclagem, a fim de maximizar a utilidade de materiais virgens e minimizar a necessidade de extraí-los.

Atualmente, a reciclagem de materiais freqüentemente não permite o uso futuro do material após a conversão inicial. Quando a madeira extraída do local de desconstrução ou demolição é moído em cobertura morta para paisagismo, a vida útil do material é estendida e essa quantidade de materiais virgens é preservado. No entanto, a possibilidade de uso futuro depois disso é virtualmente eliminado. Processos como este, que geralmente chamamos de reciclagem, não são realmente reciclados em tudo.

Vale destacar, com base no estudo realizado que quase todos os materiais de construção têm potencial para reutilização após sua vida útil inicial. Embora as possibilidades de reutilização estejam disponíveis para materiais de construção após a demolição, a desconstrução maximiza esse potencial porque permite que esses materiais sejam recuperados com o menor quantidade possível de danos e contaminação. Além disso, a natureza organizacional de a desconstrução envolve a classificação de materiais separados, o que facilita ainda mais as oportunidades de reutilização. Madeira, aço, concreto, telhas de asfalto, tijolo e plástico têm alta reutilização potencial.

Como exemplo de material reciclável da construção cívica, observamos que tem o concreto, que pode ser reciclado com o transporte dos detritos de concreto para uma instalação de reciclagem permanente para trituração e peneiramento ou pode ser triturado e peneirado no local de demolição, onde o agregado é reutilizado quando é processado. A última abordagem é preferida porque reduz os custos de transporte e o uso de energia devido ao transporte de materiais. Alguns estados convertem os gastos existentes estradas de concreto para escombros no local.

A disponibilidade de matéria-prima em usinas de reciclagem depende de a quantidade de demolições ocorrendo, que é muito maior em cidades maiores e mais antigas. Usinas de reciclagem de concreto muitas vezes têm a oportunidade de cobrar uma taxa para aceitar detritos de concreto, especialmente onde as taxas para o depósito de materiais em aterros sanitários são altas. Esta receita adicional pode compensar por um preço de mercado mais baixo para produtos agregados reciclados. Conforme Orth, Baldin, Zanutelli (2014) para que a reciclagem de concreto seja lucrativa, os custos de transporte precisam ser mantidos baixos, o que obriga o mercado deve ser orientado para o urbano.

O estudo demonstra que o futuro dos agregados reciclados será impulsionado por custos mais altos de aterros sanitários, maior aceitação de produtos, mandatos de reciclagem do governo e um grande estoque de estradas e edifícios existentes a serem demolido. Experiência em serviço favorável com agregados reciclados e desenvolvimento de especificações e diretrizes para seu uso são necessárias para aceitação de agregados reciclados. De acordo com Rocha, Cancio, Proença (2014) a indústria de agregados de reciclagem sustentável requer matérias-primas suficientes, distâncias de transporte favoráveis, aceitação de produtos e espaço limitado para aterros sanitários.

Desta forma, a reciclagem de materiais de construção oferece uma oportunidade de redução de custos. Essas economias incluem o custo de novos materiais e também os custos de transporte e descarte. O uso de materiais reciclados também resulta em economia de energia e redução das emissões de carbono. Na figura 10 é possível observar exemplo de produto obtido utilizando material reciclado.

Figura 10 - Bloco ecológico.



Fonte: ECOOQUALY (2021).

Nosso trabalho mostra que as tecnologias avançadas e o desenvolvimento de novos aplicativos têm facilitado a economia de custos em materiais reciclados Resíduos da construção civil. Essa economia de custos pode ser categorizada como social, ambiental ou econômica e são melhores para os resultados financeiros, as pessoas e o planeta. Embora haja evidências de redução de custos econômicos em materiais reciclados materiais estão sendo cada vez mais revelados os benefícios.

Nosso estudo mostra que a redução de custos a ponto de levar a um aumento na acessibilidade econômica da habitação é um desafio para as construtoras. Observa-se também que, em algumas situações, as taxas de aterro geram resultados, como despejo ilegal e estocagem. A reciclagem de resíduos é o melhor método para reduzir ou eliminar os custos associados ao uso de uma taxa de aterro sanitário.

4.4 INTERESSE DO MERCADO

Nossa pesquisa mostra que o processo de reciclar e reutilizar materiais de construção é a forma mais impactante de ser mais ambientalmente responsável na construção. Com tantos incentivos e variedades de material, mudar para usar mais material reciclado ou reutilizado é simplesmente uma questão de mudar velhos hábitos, sendo um aspecto que não é fácil, mas vale a pena para as empresas que produzem algum tipo de produtos empregados na construção cívil.

De acordo com Paiva Filho *et al.* (2018) apenas quatro materiais, sendo eles o concreto, metal, madeira serrada de alta qualidade e madeira têm valor de mercado atual. Nós observamos que é importante que sejam estabelecidas especificações e diretrizes de compra para cada material recuperado; com um papel de liderança na promoção do desenvolvimento de novas tecnologias e processos que irão produzir produtos reciclados duráveis, econômicos e de alta qualidade; fornecer incentivos fiscais para usuários finais do produtos reciclados; e desenvolver padrões de inspeção nacionais para instalações de reciclagem

Nosso estudo mostra que o futuro dos materiais reciclados será impulsionado por custos mais altos de aterros sanitários, maior aceitação do produto e exigências governamentais de reciclagem. Experiência em serviço favorável com materiais reciclados e desenvolvimento de especificações e diretrizes para seu uso são necessários para reciclados aceitação de materiais. Uma indústria de materiais de reciclagem sustentável requer matérias-primas suficientes, distâncias de transporte favoráveis, aceitação do produto e espaço limitado para aterro sanitário.

De acordo com Ribeiro *et al.* (2014) a reciclagem possui aspecto ambiental e vantagens econômicas, pois reduz o consumo de recursos naturais. Portanto, há uma ampla gama de pesquisas sobre o custo social e financeiro, produção, caracterização e reciclagem deste desperdício. usinas de reciclagem provaram ser economicamente viável, além de ter um impacto ambiental positivo o que pode impulsionar empresas da construção cívil a se conscientizar é ter preferência por produtos oriundos da reciclagem.

Entretanto, as construtoras indicam uma problemática que as partes interessadas do setor de construção enfrentam problemas como qualidade, contaminação e desempenho inaceitável ao escolher produtos reciclados em vez de materiais convencionais. A falta de suporte tecnológico, como recursos, treinamento, equipe competente e experiência limitada e falta de ferramenta de benchmarking, a falta de procedimentos de descontaminação sistemáticos são as principais razões que afetam a qualidade e o desempenho reduzido dos resíduos reciclados. Como não há garantia de manutenção da mesma qualidade e desempenho dos recursos virgens no produto reciclado e há uma necessidade crítica de definição de padrões, produtores e treinamento de funcionários

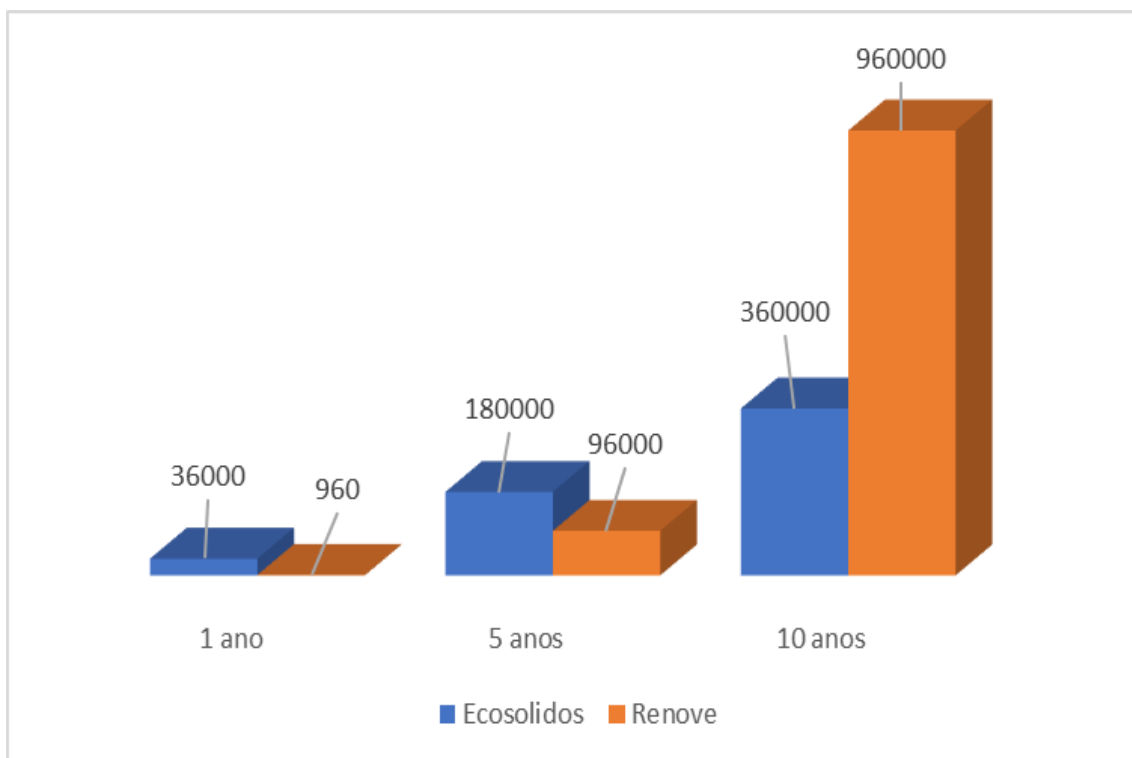
De acordo com Ecycle (2021) o mercado viável tem uma relação mútua direta com a continuação do uso de produtos reciclados. Quando existe um mercado estabelecido para produtos reciclados, a economia de escala auxilia com mais investimentos em instalações de reciclagem, resultando em menor custo total, maior qualidade e menos contaminação. O desequilíbrio de oferta e demanda por produtos reciclados cria uma janela estreita de oportunidade para o comércio de produtos reciclados

Nosso estudo demonstra que a existência de um debate contínuo na indústria de gestão de resíduos e recuperação de recursos sobre o papel das especificações, normas e licenças na promoção da aplicação de produtos reciclados na indústria da construção. Se as organizações precisam fornecer indenizações, operar testes ou aceitar riscos, isso também cria uma camada adicional de complexidade que pode se tornar impedimentos para a reciclagem de produtos residuais. Por outro lado, especificações e normas determinam a qualidade dos materiais reciclados, proporcionando tranquilidade às partes interessadas no uso desses materiais. Por outro lado, Gouveia (2012) relatam que muitos recicladores indicam que especificações e padrões complicados e difíceis de atender são um obstáculo significativo na venda de produtos reciclados para o mercado.

A aceitação por materiais da construção civil de origem reciclado está mudando à medida que os testes de campo mostram como usar esses materiais para seu desempenho ideal e à medida que os recursos virgens se tornam mais escassos. Isso destaca a necessidade crítica de prototipagem durante os estágios de projeto para testar a aceitabilidade. Conforme Popadiuk, Santos (2010) por diversos fatores, como a falta de conhecimento e a visão dos produtos como não convencionais, existe uma percepção negativa entre os stakeholders da construção civil em relação ao uso de produtos reciclados. Diferentes grupos de partes interessadas podem ter percepções diferentes.

Na Figura 11 é possível observamos o potencial de reciclagem da Ecosolidos e Renove quando realizada uma previsão de 1 ano, 5 anos e 10 anos de quantidade de material reciclado e tratado. Dados que possibilitam perceber o potencial e importância da reciclagem em um período de tempo médio a longo, pode ser evidenciado também os impactos ambientais e econômicos deste tipo de prática, aspecto que pode motivar o interesse pelo emprego de produtos provenientes da reciclagem de escombros e restos de materiais provenientes da construção civil.

Figura 11 - Perspectiva da quantidade de material reciclado e tratado em toneladas.



Fonte: PRÓPRIAS AUTORAS (2021).

Nosso estudo demonstra que o acesso à informação e a formação de especialistas em construção são as duas alavancas para aumentar a aplicação de produtos reciclados. Portanto, é necessário intensificar os esforços para informar as partes interessadas sobre as propriedades técnicas e desempenho ambiental, e a legislação e normas existentes. Além disso, Ribeiro *et al.* (2014) apontam que a distribuição de mais dados, melhor documentação e relatórios sobre edifícios de referência ajudam a aumentar a experiência dos engenheiros com produtos reciclados. Além disso, a comunidade científica precisa fazer um esforço mais significativo para transmitir os conhecimentos adquiridos aos profissionais.

Nosso estudo demonstra que a certificação de produto concedida após o teste de material, além do controle de qualidade, pode aumentar a adoção de materiais reciclados na construção civil. Como diferentes fontes de suprimento causarão variação na qualidade, controles de qualidade mais rígidos para materiais reciclados são necessários. Um governo deve ser estabelecida uma agência para controlar a qualidade e a produção desses materiais. Orientação sobre especificações técnicas claras ou padrões sobre o uso de agregado reciclado para aplicações estruturais permitirá que os recicladores produzam de acordo com os padrões da indústria.

5 CONCLUSÃO

No estudo que realizamos foi possível entender o processo de reciclagem de entulhos e resto de materiais oriundos da construção civil e a sua aplicabilidade para fabricação de produtos que podem ser utilizados nas obras. Vale destacar que são produtos de qualidade e que pode gerar economia no processo de construção, além de ser ecologicamente sustentável, aspecto que é importante em uma civilização que cada vez cresce mais a demanda por matéria prima.

Através da realização deste estudo, foi possível observar que as empresas Ecosolidos e Renove possuem importante papel frente a reciclagem de resto de materiais provenientes da construção civil, as empresas reciclam 4360 toneladas anualmente, com perspectiva de reciclarem 1320000 toneladas em 10 anos, fator que demonstra a importância das empresas para a reciclagem de restos da construção civil.

Face aos aspectos de restrição de circulação e necessidade de distanciamento social por causa da pandemia nos anos de 2021, período que estava programado a realização da pesquisa de campo, com visitas e entrevistas nas empresas escolhidas que reciclam materiais provenientes da construção civil, foi necessária a realização de ajustes face ao momento epidemiológico. As informações de cada empresa foram coletas por meio de ligações e e-mail.

Espera-se com a realização deste estudo contribuir para a conscientização da população a respeito da importância da utilização de materiais provenientes da reciclagem, visto que é perceptível para nós que as pessoas no geral possuem a ideia distorcida a respeito da qualidade e diminuição de custos para a construção de obras.

5.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Para a realização de trabalhos futuros, podemos sugerir a realização de visitas em mais empresas que realizam a reciclagem de materiais provenientes da construção civil. Com visitas presenciais para obtenção de mais dados, que tornaria possível verificar de forma detalhada os aspectos relacionados a reciclagem.

Sugerimos também a realização da pesquisa com os geradores de resíduos da construção civil e também com os consumidores de produtos que foram obtidos por meio da reciclagem, para verificação da aceitação e consciência a respeito do assunto.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S.; GARRIDO, F. S. R. G.; ALMEIDA, A. A. Avaliação de Impactos Ambientais: Uma Introdução ao Tema com Ênfase na Atuação do Gestor Ambiental. **Revista Diversidade e Gestão**, Santa Catarina - RS, V. 1, n.1, p.70-87, 2017.
- ALMEIDA, J. **Viabilidade técnica do uso e econômica da produção do agregado de RDC em pavimentação de vias urbanas**. 2015, 118p. Dissertação de mestrado em engenharia civil e ambiental. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.
- ALMEIDA, J.; ROSA, F. D.; PANDOLFO, A.; BERTICELLI, R.; BRUM, E. M.; MARTINS, M. S. Estudo da Viabilidade Econômica do uso do Agregado de RCD em Pavimentação de Vias Urbanas. **Revista de Engenharia Civil**, Passo Fundo - RS, n. 54, p.16-25, março, 2018.
- ALVES, M. R.; RODRIGUES, G. A.; PANDOLFI, M. A. C.; SCABELO, C. **A reciclagem e Reaproveitamento no Uso de Resíduos da Construção e Demolição**: Criando novos Produtos. In: III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga. Disponível em: <www.fatectq.edu.br/simtec> 13p. Outubro de 2015.
- BARROS, H. T. G. **Resíduos de Construção e Demolição**: Aspectos e Diretrizes. 2017. 69p. Monografia de Graduação em Engenharia Civil- Escola Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2017.
- BRASIL ESCOLA. [Brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br). **Química Ambiental** – Impactos Ambientais. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/impactos-ambientais.htm>. Acessado em: 17 de Novembro de 2020.
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, São Paulo, v. 61, n. 358, p. 178-189, junho, 2015.
- CARDOSO, L. M. Plataforma SIENGE. 2017. **Tudo Sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil>. Acessado em: 17 de Novembro de 2020.
- CARVALHO, G. M. **Levantamento dos resíduos gerados pela construção civil na cidade do Rio de Janeiro**. 2017. 114p. Projeto de Graduação em Engenharia Civil - UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.
- CRUZ, F. C.; CRUZ, A. C.; ROSSATO, M. V. **Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais**: um estudo de caso. *Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas – UFSM*. Santa Maria - RS, V. 18, n. 2, p.777-791, mai/ago, 2014.
- CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano de Gerenciamento de Resíduos do Município de Curitiba**, v. 4, p. 1-186, 2004.
- DESCHAMPS, M.; BEUREN, I. M. Desperdícios de materiais diretos na construção civil. **Revista de Ciências e Administração**, Fortaleza - CE, V. 15, n. 1, p. 156-179, jan./jun, 2009.

ECIVIL: **Descomplicando a Engenharia**. Ecivilnet.com. Dicionário – Agregado Reciclado. Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-agregado-reciclado.html>. Acessado em: 17 de Novembro de 2020.

ECCOQUALY. **Gestão de resíduos sólidos para construção civil**. ecooqualy.com.br. Disponível em: <https://ecooqualy.com.br/servicos/>. Acesso em: 30 de março de 2021.

ECYCLE. **O que é economia circular**. Ecycle.com.br. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/2853-economia-circular.html>. Acessado em: 30 de março de 2021.

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

FERNANDES, G. Q. **Resíduos de Construção e Demolição: Uma Abordagem do Assunto e a Situação do Município de Florianópolis**. 2018. 25p. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em MBA em Gestão de Obras e Projetos – UNISUL, Florianópolis, 2018.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, Junho, 2012.

MATIAS, L.; NUNES, A. F.; CRUZ, R. C. A. L. Desperdícios na Construção Civil. **Revista Campo do Saber**. Cabedelo – PB, V. 04, n. 03, p. 10, abril, 2018.

MELO, A. V. S. **Diretrizes para a Produção de Agregado Reciclado em Usinas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**. 2011. 233p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbano - Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

MELLO, L. F.; SATHLER, D. A demografia ambiental e a emergência dos estudos sobre população e consumo. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 32, n.2, p. 357-380, maio/ago. 2015.

MOBUSS. **Construção**. mobussconstrucao.com.br. 2018. Desperdícios na construção civil e seus impactos. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/en/blog/desperdicios-na-construcao-civil/#:~:text=Desperd%C3%ADcios%20materiais,que%20toda%20obra%20produz%20res%C3%ADduos>. Acessado em: 17 de Novembro de 2020.

MORAES, L. **Aspectos relevantes da potencialidade e da aplicabilidade da reciclagem de resíduos sólidos na construção civil**. 2008, 113 p. Monografia de graduação em Engenharia Civil - Departamento de Tecnologia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

NAVES, A. R. C. **Gestão de resíduos sólidos da construção civil e demolição no município de Goiânia: gargalos e oportunidades na reutilização ou reciclagem**. 2014, 144p. - Dissertação de Mestrado Profissional. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2014.

OLIVEIRA, D. D.; SOARES, F. D. N.; BATISTA, G. S.; MAGNI, J. R.; KRUG, L. F. **Produção de concreto com uso de agregados reciclados oriundos de resíduos da construção civil**. XXIV Seminário de Iniciação Científica - Unijuí. Relatório técnico-científico. 5p. Santa Rosa – RS, 2016.

ORTH, C. M.; BALDIN, N.; ZANOTELLI, C. T. A geração de resíduos sólidos em um processo produtivo de uma indústria automobilística: uma contribuição para a redução. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 2, p. 447-460, Junho, 2014.

PAIVA FILHO, J. C. et al . Diagnóstico do uso da madeira como material de construção no município de Mossoró-RN/Brasil. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, e12179, 2018.

POPADIUK, S.; SANTOS, A. E. M. Conhecimentos tácito, explícito e cultural no planejamento da demanda. **Journal of Information Systems and Technology Management**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 205-226, 2010.

RIBEIRO, L. C. S. et al . Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 191-214, Abril, 2014.

ROCHA, V. G.; CANCIO, E. P.; PROENÇA, R. R. **Gestão e reuso de resíduo classe A**. XIII SEPA - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, UNIFACS, 2014.

SCALONE, P. A. **Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil**: Estudo de Caso de Empreendimentos Comercial e Residencial em Londrina/PR. 2013. 105p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

SILVA, W. C.; SANTOS, G. O.; ARAÚJO, W. E. L. Resíduos Sólidos da Construção Civil: Caracterização, Alternativa de Reuso e Retorno Econômico. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis – SC, V. 6, n. 2, p 286 – 301, jul/set, 2017.

Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná. SINDUSCONPR.com.br. **Canal do Associado** - Meio Ambiente - Gerenciamento de resíduos da construção civil. Disponível em: <https://sindusconpr.com.br/gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-1960-p#:~:text=Res%C3%ADduos%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil%3A%20s%C3%A3o,tintas%2C%20madeiras%20e%20compensados%2C%20forros>. Acessado em: 17 de Novembro de 2020.

SIPRES, C. **Análise Técnica do Uso de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) na Produção de Concreto Seco para Piso Intertravado**. 2019. Monografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SOUZA, L. M.; ASSIS, C.D; SOUTO, S.B.G. Agregado Reciclado: um Novo Material da Construção Civil. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**. Santa Maria - RS, v. 18, n. 1, p.273-278, Abril, 2014.