

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

ACÁCIO ALEXSANDER DO CARMO

ALINE KAREN LUIZ

CLEIRINE DE SÁ BEZERRA

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DA CONSTRUÇÃO
CIVIL

BELO HORIZONTE - MG

NOVEMBRO / 2021

ACÁCIO ALEXSANDER DO CARMO

ALINE KAREN LUIZ

CLEIRINE DE SÁ BEZERRA

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG), como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientador de conteúdo: Me. Marconi Lacerda Pires

Orientador (a) de metodologia: Ma. Raquel Ferreira de Souza

BELO HORIZONTE - MG

NOVEMBRO / 2021



FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL**, de autoria dos alunos ACÁCIO ALEXSANDER DO CARMO, ALINE KAREN LUIZ e CLEIRINE DE SÁ BEZERRA, isento de banca examinadora, em função de publicação de artigo científico nos ***Cadernos de Comunicações Universitárias***, do 5º SEAG – Simpósio de Engenharia, Arquitetura e Gestão, ISSN 2675-1879.

Belo Horizonte, 09 de novembro de 2021.

Profa. Ms. Raquel Ferreira de Souza

Coordenadora do Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

PPDC/FEAMIG

Dedicamos este trabalho a Deus, aos nossos pais e a todos que estiveram presentes durante o desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus que permitiu que tudo isso acontecesse nos dando saúde e força para superar as dificuldades.

A faculdade FEAMIG, seu corpo docente, direção e administração que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

Ao professor Ms. Marconi Lacerda Pires e Raquel Ferreira de Souza, pela orientação, apoio e confiança na elaboração deste trabalho.

À nossa família e amigos que fizeram parte da nossa formação nos dando apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação.

*“As nuvens mudam sempre de posição, mas
são sempre nuvens no céu. Assim devemos
ser todo dia, mutantes, porém leais com o que
pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se
desmancha no ar, menos os pensamentos”.*

(Paulo Beleki)

RESUMO

A construção civil vem crescendo de forma considerável nas últimas décadas no Brasil, e apesar de proporcionar inúmeros benefícios tanto econômico quanto social ao país, o setor traz atrelado ao seu crescimento problemáticas ambientais preocupantes. Atualmente, o setor da construção civil é um dos maiores consumidores dos recursos naturais não renováveis, e um dos maiores geradores de resíduos sólidos. Sabendo que a extinção dos recursos naturais é um problema que afeta toda a sociedade, e que a destinação irregular dos resíduos sólidos e seu mau reaproveitamento causam danos irreparáveis ao meio ambiente, surge a preocupação em buscar medidas que mitiguem os impactos ambientais causados por esses resíduos provenientes da construção civil. A reutilização de resíduos pela indústria da construção vem se concretizando como uma prática importante para a sustentabilidade, amenizando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Construção Civil. Meio Ambiente.

ABSTRACT

Civil construction has been growing considerably in recent decades in Brazil, and despite providing numerous economic and social benefits to the country, the sector brings to its growth worrying environmental problems. Currently, the construction sector is one of the largest consumers of non-renewable natural resources, and one of the largest solid waste generators. Knowing that the extinction of natural resources is a problem that affects the whole of society, and that the irregular disposal of solid waste and its poor reuse cause irreparable damage to the environment, there is a concern to seek measures that mitigate the environmental impacts caused by these waste stemming from civil construction. The reuse of waste by the construction industry has been concrete as an important practice for sustainability, softening the environmental impact generated by the sector or reducing costs.

Keywords: Solid Waste. Civil Construction. Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Origem dos resíduos da construção civil.....	23
Figura 2: Exemplo de Classe A	25
Figura 3: Exemplo de Classe B	25
Figura 4: Exemplo de Classe C	26
Figura 5: Exemplo de Classe D.....	26
Figura 6: Classificação por valorizável e não valorizável	27
Figura 7: Etapas para implementação de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	32
Figura 8: Gestão dos resíduos de construção civil.....	33
Figura 9: Definição de cores para cada tipo de resíduo	38
Figura 10: Processo de reciclagem do RCC	39
Figura 11: Processo de reciclagem de entulho classe A	40
Figura 12: Classificação dos resíduos segundo a NBR 10.004 quanto a periculosidade	50
Figura 13: Resíduos orgânicos na caçamba de resíduos de construção civil	51
Figura 14: Classificação dos resíduos segundo a Resolução do CONAMA	52
Figura 15: - Ilustração dos resíduos encontrados em caçambas e a destinação correta	54
Figura 16: Total de RCD coletado no Brasil em 2016 e 2017	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: - Impactos Ambientais Causados pela Geração de Resíduos na Construção Civil	59
Quadro 2: Disposição dos resíduos de RCD para minimizar os impactos ambientais	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resíduos por etapas da obra e seus possíveis reaproveitamentos	37
Tabela 2: Destinação final de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos por número de municípios	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

ABNT - Associação Brasileira De Norma Técnica

ATT - Áreas de transbordo e triagem

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICC - Indústria de Construção Civil

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

NBR - Norma Técnica brasileira

PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PIB – Produto Interno Bruto

RCC - Resíduos da Construção Civil

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Contexto do Problema.....	15
1.2 Problema de Pesquisa	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 Justificativa.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 Ambiente e Meio Ambiente	18
2.1.1 Ambiente Construído.....	18
2.2 Indústria de Construção Civil.....	19
2.2.1 Impactos Causados pela Indústria da Construção Civil	21
2.3 Resíduos da Construção Civil	22
2.3.1 Conceituação	23
2.3.2 Classificação dos Resíduos	24
2.3.3 Legislação e Políticas Públicas	28
2.3.4 Geração dos Resíduos da Construção Civil.....	29
2.3.5 Gestão dos Resíduos da Construção Civil	31
2.3.6 Destinação final dos Resíduos da Construção Civil	34
2.3.6.1 Reutilização	36
2.3.6.2 Reciclagem.....	38
2.3.6.3 Compostagem	41
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	43
3.1 Tipo de Pesquisa.....	43
3.2 Natureza da Pesquisa	44
3.3 Tipo de Pesquisa Quanto aos Fins	44
3.4 Tipo de Pesquisa Quanto aos Meios.....	46
3.5 Universo e Amostra	47
3.6 Coleta e Análise de Dados	48
3.7 Limitações	48
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	50
4.1 Classificação e Destinação Adequada dos Resíduos da Construção Civil	50

4.2 Quantitativos dos Resíduos Gerados na Construção Civil	54
4.3 Impactos Ambientais Causados pela Geração de Resíduos na Construção Civil	57
4.4 Melhorias para Diminuir os Impactos Causados ao Meio Ambiente	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICE A – Artigo Publicado.....	72

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades mais antigas de que se têm conhecimento, e desde o princípio da humanidade vem produzindo grande quantidade de resíduos de variados tipos. Apesar de a indústria da construção civil ser reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, ela também é um setor que gera diversos impactos ambientais negativos, seja na extração dos recursos naturais não renováveis, seja na destinação final dos resíduos gerados.

Estima-se que o setor utilize entre 20% e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade, e gere aproximadamente 40% dos resíduos totais produzidos (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

A geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) deve-se, em grande parte, às perdas de materiais de construção nas obras provenientes de desperdícios no seu processo de execução, pelos restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento, à falta de controle durante a obra e de processos de reutilização e reciclagem no canteiro, dentre outros. Outras atividades causadoras de RCC são as reformas e demolições que geram Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

A autoconstrução e as pequenas reformas feitas com a contratação de pequenos empreiteiros são responsáveis por parte dos RCC e, embora gerem pequenos volumes, na maior parte dos casos são transportados de forma inadequada e descartados em locais impróprios, trazendo desconforto à população do entorno, uma vez que, junto com os RCC, também são descartados pneus, móveis, resíduos domésticos, animais mortos etc.

O Brasil começou a ter consciência da problemática dos resíduos sólidos um pouco tarde, o que fez surgir danos irreparáveis ao meio ambiente. A ideia da construção sustentável foi discutida no conteúdo da Agenda 21, um documento assinado por 179 países na cidade do Rio de Janeiro em 1992 durante a Conferência das Nações

Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a ECO-92, baseava-se em formas de construção que trouxessem os menores prejuízo ao meio ambiente.

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelecer critérios, diretrizes e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Tal resolução foi um marco para instigar os construtores a investigar e buscar possíveis soluções para esses resíduos no país inteiro.

Sendo assim, é necessário um estudo sobre a definição, identificação e classificação dos resíduos gerados, bem como o levantamento dos impactos ambientais negativos. Nesse sentido, o conhecimento da realidade municipal é de vital importância para a manutenção da qualidade ambiental.

1.1 Contexto do Problema

Para tentar mitigar os problemas habitacionais e da construção civil, o Brasil ainda tem um grande caminho a percorrer. Afinal, o crescimento acelerado e desordenado das grandes cidades, muitas das vezes, fomentado pela procura das pessoas por moradias devido as facilidades na obtenção de crédito imobiliário, tem impulsionado e transformado o setor da construção civil.

Para atender a toda essa demanda, ouve um crescimento no consumo de recursos naturais e, por consequência, o aumento no volume de resíduos gerados nos processos construtivos que, caso não sejam tratados e destinados de maneira correta, podem provocar diversos problemas sociais e ambientais. As preocupações com os impactos gerados no meio ambiente proveniente do descarte inadequado desses resíduos estão cada vez mais presentes nos tempos atuais.

Pretende-se, com esta pesquisa, definir, identificar, classificar os tipos resíduos gerados na construção civil, realizar o levantamento dos impactos ambientais e propor possíveis soluções para a destinação final dos resíduos sólidos da construção civil.

1.2 Problema de Pesquisa

Quais são os resíduos provenientes da construção civil, seus impactos ambientais e a melhor destinação de acordo com a legislação vigente?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Contribuir para o conhecimento e analisar os resíduos provenientes da construção civil e seus impactos ambientais, bem como analisar melhorias que diminuam os impactos causados ao meio ambiente

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar e apresentar a classificação e destinação adequada dos resíduos da construção civil;
- b) Investigar dados quantitativos dos resíduos gerados na construção civil;
- c) Apresentar os impactos ambientais gerados pela geração de resíduos na construção civil;
- d) Apresentar melhorias que diminuam os impactos causados ao meio ambiente.

1.4 Justificativa

Trazer para o centro das discussões a definição e classificação de leis pertinentes a destinação dos resíduos sólidos gerados na construção civil é um dos fatores

fundamentais para a redução dos impactos ambientais negativos nas cidades e na qualidade de vida da sua população.

Dentre os benefícios proporcionados pela destinação adequada dos resíduos sólidos, no âmbito da engenharia, pode-se destacar alguns aspectos como: redução no custo de diversos processos, maior produtividade, redução de risco de contaminação, além de auxiliar na preservação do meio ambiente por meio de processos ecologicamente corretos.

Para os profissionais da construção civil, torna-se necessário o conhecimento e comprometimento com as questões ambientais, indicando e aplicando em seus projetos ações que potencializem a recuperação e/ou equilíbrio do meio ambiente através da destinação correta dos resíduos sólidos que serão gerados nas obras.

Neste sentido, visando apresentar um processo de grande importância para empreendimentos da construção civil, o interesse dos pesquisadores está em demonstrar para a sociedade a relevância de ter os conhecimentos das leis, planos e normas relacionados a destinação correta dos resíduos sólidos, principalmente para contribuir na preservação dos recursos naturais, o que seria economicamente e, sobretudo, ambientalmente benéfico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ambiente e Meio Ambiente

Existem diversas interpretações na literatura sobre a definição de ambiente e meio ambiente. A resolução nº 306 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) define-se por meio ambiente como “conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (CONAMA, 2002, p. 760).

De acordo com Art (1998),

Meio ambiente é a, soma total das condições externas circundantes no interior das quais um organismo, uma condição, uma comunidade ou um objeto existe. O meio ambiente não é um termo exclusivo; os organismos podem ser parte do ambiente de outro organismo. (ART, 1998, p. 22-23)

A expressão ambiente, conforme Abbagnano (2003), refere-se a um complexo de relações entre o mundo natural e o ser vivo, que influi na vida e no comportamento desse mesmo ser. Logo, o uso dessa expressão deve levar em conta as características de cada reino, assim como, os componentes e relações que constituem o espaço no qual um organismo vive, isso porque a dependência dos seres em relação às características do ambiente varia de uma espécie para outra.

Segundo Art (1998) a expressão ambiente é “conjunto de condições que envolvem e sustentam os seres vivos na biosfera, como um todo ou em parte desta, abrangendo elementos do clima, solo, água e de organismos”

2.1.1 Ambiente Construído

Desde que o homem deixou de ser nômade, ele planejou e construiu ambientes para abrigar suas diferentes necessidades vitais. A análise desse ambiente construído

pode concentrar-se em aspectos quantitativos, cor, padrões, formas, dimensões, etc., mais comumente vistos (SAVI, 2016).

O ambiente construído é espaço de vida, sujeito à ocupação, leitura, reinterpretação e/ou modificação pelos usuários que interagem com o ambiente social, cultural e psicológico. Fruto do comportamento humano e resultado de uma série de padrões e normas sociais que influenciarão as atividades ali realizadas. “Esta relação específica dos indivíduos com outrem num meio determinado faz de todo o lugar organizado aquilo a que se chama de um espaço “habitado” (FISCHER, 1994, p.16).

De acordo com Sousa e Araújo (1999),

O homem para proteger-se das adversidades da natureza, desde a sua existência, experimentou as mais diversas formas de abrigo, adequando-os, visando a satisfação das suas necessidades psicofisiológicas. Até a descoberta do fogo e do seu poder de transformação, o homem interagiu com a natureza numa relação de respeito, mantendo praticamente inalterados os ecossistemas e o próprio meio ambiente. A partir de então, a interferência do ser humano no meio ambiente se intensifica, provocando mudanças bruscas no equilíbrio dos ecossistemas da terra, gerando problemas ambientais de grandes proporções, consequência da ação predatória da humanidade diante do planeta. (SOUSA; ARAÚJO, 1999, p. 2)

Atualmente, o mundo está pensando com mais cuidado nas intervenções no meio ambiente para tentar diminuir os impactos ambientais causados pelo ambiente construído. A expansão e criação de novas tecnologias tem proporcionado aos profissionais da área como engenheiros, arquitetos e de demais profissionais incluídos no processo construtivo, a oportunidade de utilizar e experimentar novas situações e possibilitar qualidade de vida para a população atual e as futuras.

2.2 Indústria de Construção Civil

A construção civil é um ramo alto crescimento por causa da crescente demanda por construções de residências, estradas, indústrias, etc., justificando sua importância por ser essencial à população, ao desenvolvimento das cidades e a economia do país (SANTO *et al.*, 2014).

De acordo com Souza *et al.* (2015), a indústria da construção civil (ICC) está ligada às variações do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Além disso, são encontradas fortes evidências de que os investimentos em infraestrutura influenciam diretamente na ascensão dos demais setores industriais e, portanto, contribui de forma essencial para o crescimento do PIB.

Porém, segundo Lorenzon e Martins (2006) a ICC sempre foi objeto de críticas devido, principalmente, aos altos custos e baixa produtividade. A causa disso é o fato de que até a década de 1980 havia um elevado número de obras públicas e poucas exigências relacionadas à qualidade. As construtoras conseguiam obter grandes lucros, pois repassavam facilmente os custos aos clientes através dos produtos. Com essas características, o setor não sentia a necessidade de introduzir novos materiais, processos construtivos mais racionais e mecanizados e formas de gestão mais eficientes.

Entretanto, atualmente a qualidade constitui um conceito importante com espaço de destaque e interesse cada vez maior na construção civil. O intuito principal em buscar sistemas de gestão da qualidade é sanar problemas oriundos dos processos produtivos como baixa produtividade e elevado desperdício (PEREIRA; MOURA, 2013).

É importante também, avaliar os impactos ambientais causados pela indústria da construção civil, Miguez e Veról (2016) declara,

A indústria da construção civil, por sua vez, está diretamente relacionada a essa discussão, uma vez que age sobre este ambiente construído, promovendo novos desenvolvimentos urbanos e implantando redes de infraestrutura e transportes. A urbanização, quando realizada sem planejamento e de forma descontrolada é, na verdade, um dos grandes “vilões” da degradação ambiental, mas, paradoxalmente, é também receptora das consequências negativas desse processo. Cidades que crescem sem planejamento e controle sofrem com inundações, poluição, perda de ecossistemas e de valores ambientais, escassez de água, entre outros problemas. A cidade deve, portanto, ser objeto de racionalização, no sentido de buscar a sustentabilidade e, pode-se dizer, dessa forma, que o ambiente construído é resultado das atividades individuais de construção civil. (MIGUEZ; VERÓL, 2016, p. 1)

Sendo assim, é de suma importância que a indústria da construção civil busque inovações e métodos construtivos trazendo melhorias no processo e incluir métodos

construtivos nos projetos para minimizar os impactos ambientais e aproveitar o que o meio ambiente nos oferece.

2.2.1 Impactos Causados pela Indústria da Construção Civil

A indústria da construção civil produz impactos negativos ao meio desde a fase da extração de matéria-prima, passando pela fabricação de materiais, execução das obras e até a disposição final de resíduos gerados, que como consequência levam à formação de áreas degradadas (ROTH; GARCIA, 2009).

Conforme dados do MCTI (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação), os materiais utilizados na Construção Civil emitem gases de efeito estufa por três maneiras principais: no uso de combustível fóssil na fabricação e transporte de materiais, na decomposição de calcário e outros carbonatos durante a calcinação e na extração de madeira nativa, especialmente a não manejada. A parcela da indústria cimenteira atinge 6,1% das emissões totais de gases estufa no Brasil (MORAES; SOUZA, 2015).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 1, de 23 de janeiro de 1986, dispõe sobre as diretrizes gerais para o uso e implementação da avaliação dos impactos causados pela indústria da construção civil. No artigo primeiro define impacto ambiental como quaisquer alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria e energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, 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; e a qualidade dos recursos ambientais.

No processo construtivo, toda as etapas geram impactos ambientais, como a extração de matéria-prima, produção de materiais, construção, utilização e demolição. De acordo com Marques Neto (2005), um dos aspectos importantes e relevantes é a redução do desperdício de materiais e insumos na fabricação de materiais e componentes nas fases de execução dos empreendimentos e após a execução.

Em razão do conjunto das etapas da construção causar uma série de impactos e degradação, buscar materiais sustentáveis, maneiras de prevenção, recuperação das áreas degradadas e gestão dos resíduos sólidos das obras é de grande importância.

2.3 Resíduos da Construção Civil

A geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) se deve, na grande maioria, às perdas de materiais de construção nas obras através do desperdício durante o seu processo de execução, assim como pelos restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento (LIMA; LIMA, 2012).

De acordo com o Sal e Silva (2020) vários fatores contribuem para a geração de resíduos da construção civil e demolição, como: problemas nos memoriais descritivos e projetos, falta de uma boa qualificação de mão de obra, armazenamento e transportes incorretos dos materiais, técnicas errôneas para demolição ou construção, falta de etapas na reciclagem e reutilização do canteiro, baixa qualidade dos materiais, manejo, ineficiência ou falta de mecanismo de controle durante a obra.

Na Figura 1, é possível verificar os valores percentuais da origem dos resíduos da construção civil e percebe-se que os valores referentes às reformas representam mais que a metade do total dos RCC gerados.

Figura 1: Origem dos resíduos da construção civil



Fonte: LIMA; LIMA, (2012)

As pequenas reformas feitas com a contratação de pequenos empreiteiros e a autoconstrução são responsáveis por parte dos RCC mesmo que em pequenos volumes, pois, na maioria das vezes são transportados de forma inadequada e descartados em locais inapropriados, gerando desconforto à população do entorno, uma vez que junto com os RCC também são descartados pneus, móveis, resíduos domésticos, animais mortos etc.

2.3.1 Conceituação

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, os resíduos da construção civil (RCC) são:

Provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha” (CONAMA, 2002)

Já a ABNT (1998), define os resíduos sólidos como:

Aqueles nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição e agrícola. Ficam incluídos, nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face à melhor tecnologia disponível" (ABNT, 1998).

A NBR 10004/2004 define ainda, resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”

2.3.2 Classificação dos Resíduos

Os resíduos da construção civil gerados são aqueles oriundos de construção, demolição e reformas, esses resíduos são definidos em quatro classes, que devem ser tratados conforme a classe que se encontra. Segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, o RCC é dividido em 4 classes: classe A, classe B, classe C e classe D.

Classe A, são os resíduos oriundos da construção, demolição, reformas e ampliação, que podem ser reutilizados ou recicláveis, tais como as cerâmicas, restos de argamassa, concreto, na produção de peças pré-fabricadas que são produzidas no local da obra são os blocos, tubos e meio fio, esses resíduos deverão ser reaproveitados ou reciclados como agregados graúdos ou miúdos, em locais próprios de aterro de RCC, sendo depositados de modo que permita o aproveitamento ou reciclagem (CONAMA, 2002), representado na Figura 2.

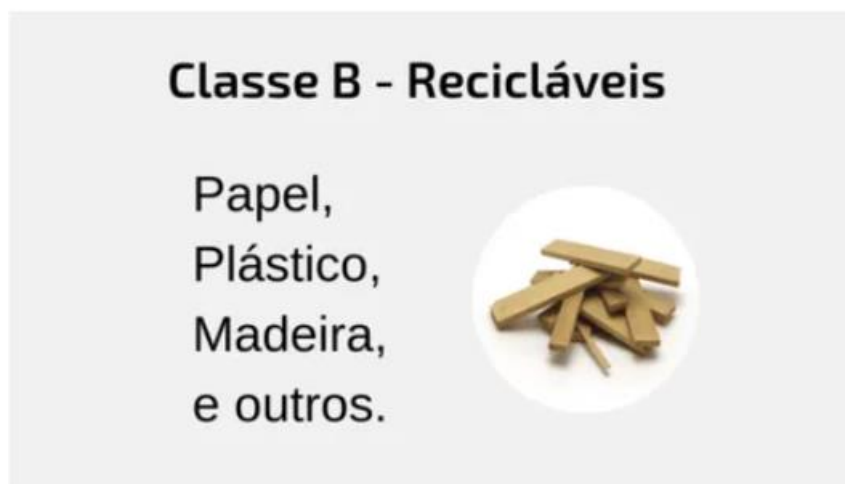
Figura 2: Exemplo de Classe A



Fonte: Projeta Sustentável (2020)

Classe B, são os resíduos que poderão ser reutilizados, como plástico, papel, madeira, metal, vidro e gesso, esses resíduos devem ser armazenados em locais que permitem a reutilização futura (CONAMA, 2002), representados pela Figura 3.

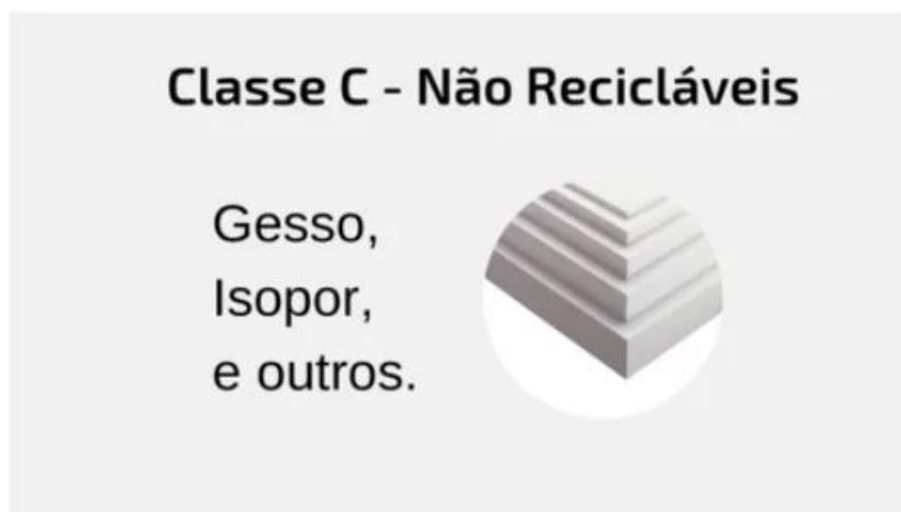
Figura 3: Exemplo de Classe B



Fonte: Projeta Sustentável (2020)

Classe C, são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso (CONAMA, 2002), representados na Figura 4.

Figura 4: Exemplo de Classe C



Fonte: Projeta Sustentável (2020)

Classe D, são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (CONAMA, 2002), representados na Figura 5.

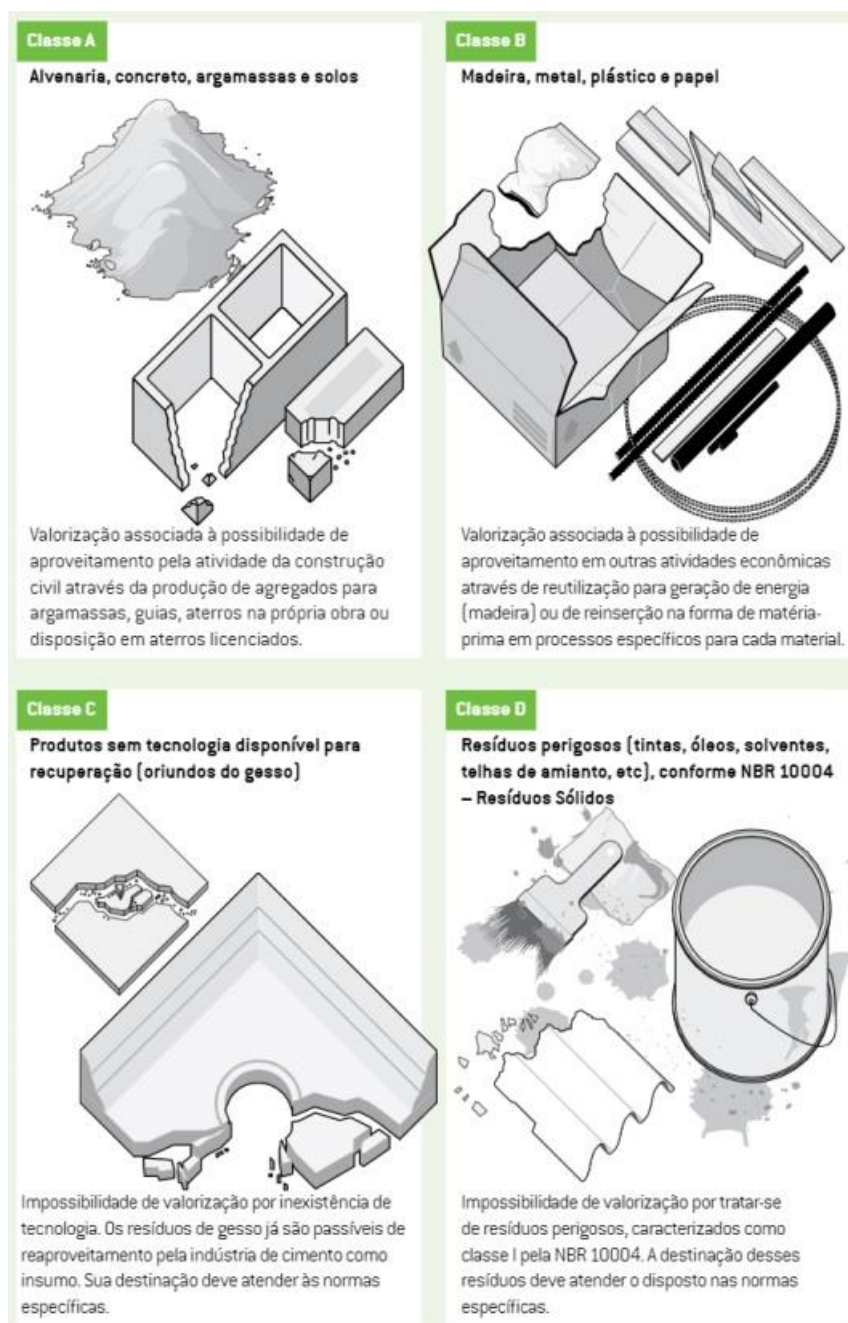
Figura 5: Exemplo de Classe D



Fonte: Projeta Sustentável (2020)

De acordo com São Paulo (2010), o agrupamento em classes considera distinção relativa à possibilidade de sua valorização. Deste modo a classe A e B agrupam os resíduos considerados valorizáveis e as classes C e D os não valorizáveis conforme Figura 6.

Figura 6: Classificação por valorizável e não valorizável



Fonte: SÃO PAULO (2010).

É de extrema importância esta fase de caracterização do RCC pois é ajuda a identificar e quantificar os resíduos e, desta forma, realizar o planejamento adequado, visando a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final de forma correta.

2.3.3 Legislação e Políticas Públicas

O projeto de lei 1.991/07, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, define o tratamento de resíduos sólidos e os tipos de resíduos, bem como a responsabilidade dos grandes geradores e dos consumidores comuns. Define, também, o sistema de logística reversa, em que gerador é extremamente responsável pelo destino final do seu produto pós-consumo (BRASIL, 2007).

A Resolução n.º 307 do CONAMA, de 5 de julho de 2002, art. 5º, surgiu da necessidade de solucionar problemas da imensa geração dos resíduos gerados pela indústria da construção civil e de seus impactos ambientais, sociais e econômicos. Veio para priorizar a geração dos resíduos da construção civil, regulamentar o descarte de resíduos sólidos em locais inadequados, como aterros sanitários, bota-fora, locais de proteção ambiental, encostas e outras áreas protegidas por lei.

Além de tratar da disposição e encaminhamento dos resíduos sólidos gerados pela indústria da construção civil, a Resolução traz o princípio da viabilidade econômica e técnica da fabricação de materiais produzidos a partir da reciclagem dos RCC, alinhado ao princípio da gestão integrada dos RCC, com objetivo de gerar benefício para a população nas esferas ambiental, social e econômica (SILVA, 2010).

Em relação à responsabilidade, a Resolução obriga os municípios a elaborem um Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC que incorpore um Programa Municipal de Gerenciamento dos RCC para geradores de pequenos volumes que, conforme Pinto e Gonzáles (2005), podem corresponder a 75% dos resíduos gerados pelos municípios brasileiros.

O gerenciamento dos resíduos da construção civil, baseado na Resolução n.º 307 do CONAMA (2002), segue a seguinte linha:

- caracterização: identificação e quantificação dos resíduos;
- triagem: preferencialmente na obra, respeitadas as quatro classes estabelecidas;
- acondicionamento: em conformidade com as características dos resíduos e com as normas técnicas específicas; e
- destinação: designada de forma diferenciada, conforme as quatro classes Estabelecidas (CONAMA, 2002).

Na ausência de alternativas para a redução dos resíduos na geração e administração devem ser elaborados programas de gestão integrada de gerenciamento de resíduos da construção civil, a serem implantados pelos municípios e pelo Distrito Federal. Esse plano incorpora um programa municipal de gerenciamento dos RCC e projetos para o gerenciamento desses resíduos.

2.3.4 Geração dos Resíduos da Construção Civil

Com o aumento da geração de resíduos da construção civil, os impactos causados no meio ambiente se elevam. Ao consumir um produto, existe uma cadeia por trás disso, que consiste basicamente na extração de matéria prima, produção e no transporte até o atacado. Durante o processo há gastos de energia, água e também com o combustível do transporte. Assim quando há desperdício em obras, conseqüentemente aumenta-se o consumo de materiais, extração de matéria prima, gastos com energia, água e combustível, aumento da poluição e da geração de resíduos (SCALONE,2013).

Para Marques Neto (2005), a indústria da construção civil, tanto no Brasil como no exterior, apresenta particularidades que a diferencia dos demais setores industriais. Dentre elas, a mais marcante e preocupante é a baixa produtividade do setor. Nessa indústria, ainda que considerada a junção de todos os setores envolvidos no processo construtivo, o nível de produtividade nos canteiros de obra continua muito abaixo do desejado, principalmente fora dos grandes centros urbanos.

Durante muitos anos não houve estimativa do desperdício de materiais de construção nos processos produtivos, também não havia dados referentes à natureza das atividades construtivas, da participação dos diversos agentes na construção das edificações e da origem dos resíduos gerados no canteiro de obras. Atualmente, os dados das informações referentes à geração dos resíduos, exibem índices de perdas na construção civil, os quais têm alta incidência em sua composição (SILVA, 2010).

Segundo Pinto (1999) um dos impactos que o gerenciamento inadequado de resíduos pode ocasionar é em relação à drenagem superficial, pois durante épocas de chuva os resíduos são levados até os bueiros, os quais entopem e ocasionam enchente, fazendo com que haja danos públicos e particulares. Também pode ocorrer a obstrução de córregos, assoreamento de lagos e rios devido ao carreamento de sedimentos, tais como areia e solo. Com isso, o poder público precisa fazer investimentos para diminuir esses problemas.

As principais razões para geração de resíduos são: falhas de projeto, projetos que não estão compatíveis, falta de procedimentos padronizados de serviços e o armazenamento e transporte inadequado de materiais no canteiro. Em reformas, a falta de conhecimento para reutilização e reciclagem de materiais e do potencial de um resíduo reciclado ser utilizado como material de construção é visto como as principais causas de geração de resíduos (CASTRO, 2012).

De acordo com Silva (2010) pesquisas recentes indicam que o crescimento do desperdício na indústria da construção civil oscila entre 7% e 8%, somando as perdas de materiais que conseqüentemente tornam-se entulhos, onerando a obra com despesas de sua retirada e encaminhamento. Entretanto, a complexidade e a dificuldade de levantar estimativas do volume de RCC desperdiçado, dificultam a estimativa de um valor que essas perdas representam para o setor da construção civil.

2.3.5 Gestão dos Resíduos da Construção Civil

De acordo com Pinto (1999), a maior parte das atividades realizadas pelo setor da construção civil dá origem aos entulhos, isso se deve pelo processo construtivo, que é onde acontece o maior índice de perdas de materiais. Ainda em seu estudo, em média, a geração per capita de resíduos oriundos da construção civil no Brasil é de 510 kg habitante⁻¹ ano⁻¹.

Com o objetivo de reduzir a geração dos resíduos da construção civil, a Resolução CONAMA n° 307 de 2002, indica que os geradores devem visar em primeiro lugar a não geração de RCC e, na ordem de prioridade, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Sendo assim, os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de vazadouros, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (CONAMA, 2002).

Segundo Leite *et al.* (2018) o gerenciamento dos resíduos oriundos da construção civil não deve ter ação corretiva e sim uma ação educativa, criando condições para que as empresas envolvidas possam exercer suas responsabilidades sem produzir impactos socialmente negativos.

Karpinsk *et al.* (2009), aponta que o programa de ações educativas deve ser divulgado entre os pequenos geradores e coletores e apontado as opções para a correta disposição de resíduos no município, informando a rede de pontos de entrega voluntária e a possibilidade de solicitação telefônica da prestação de serviços, por meio de um sistema como o “disque coleta”.

São vários os motivos que justificam a geração excessiva de RCC, como a baixa qualificação da mão de obra, técnica construtiva de pouca tecnologia que não emprega princípios de racionalização, falhas nos métodos de transporte dos materiais nos canteiros de obras, excesso de produção de materiais e de embalagens, entre outros (MIOTTO, 2013).

Uma ferramenta disponível e eficiente capaz de auxiliar na redução dos resíduos gerados na construção civil e minimizar os impactos que os mesmos causam é a utilização o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) que tem como objetivo o levantamento de todo ciclo de vida dos resíduos, desde a sua geração até seu descarte final através de suas etapas conforme Figura 7.

Figura 7: Etapas para a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil



Fonte: SÃO PAULO (2010)

É fundamental que todos os procedimentos operacionais do PGRCC sejam considerados na sua elaboração e os princípios e métodos seja a tradução do projeto. Ressalta-se que o gerenciamento dos resíduos é um tema muito importante e deve

ser pautado na classificação dos resíduos gerados obrigatoriamente conforme CONAMA n° 307 (CONAMA, 2002) Classes A, B, C e D definidas em sua resolução (ROS; MAZONI, 2006).

Além do PGRCC, é muito importante para uma gestão de resíduos eficiente (Figura 8), que no projeto do empreendimento já se planeje utilizar métodos ou materiais que visem à redução de resíduos. Com a implantação do PGRCC é essencial que seja cobrado ao máximo a redução, reutilização e reciclagem no próprio canteiro. Caso não haja a possibilidade, o ideal é que os resíduos fossem transportados até um local licenciado, onde há a triagem dos materiais, que posteriormente terão sua destinação final adequada.



Fonte: MARTINS (2012)

A geração de resíduos deve ser foco de estudo por tempo indeterminado, e deve envolver as empresas privadas, as entidades públicas e toda a sociedade. O poder público tem como responsabilidade garantir a gestão eficiente dos resíduos, por meio da legislação e fiscalização. As empresas privadas são responsáveis em elaborar e executar os planos de gerenciamento. Recolher e designar de forma apropriada os

resíduos é uma atividade que irá trazer vantagens ambientais como sociais, econômicas e de bem-estar para a sociedade (SCHNEIDER, 2003)

2.3.6 Destinação final dos Resíduos da Construção Civil

É significativa a quantidade de resíduos domiciliares cujo destino é em lixões ou aterros controlados e, é preocupante o desconhecimento do poder público municipal sobre a destinação dos resíduos industriais (IBGE 2000). As informações sobre a geração e a destinação de RCC no Brasil são escassas, mas a participação no Produto Interno Bruto do setor de atividade da qual se originam, é significativa, aliás como em outras partes do mundo: no Brasil, em 1999, correspondeu a cerca de 14,8 % do PIB (ABEA 1999).

Segundo Oliveira e Mendes (2008) as problemáticas ambientais envolvendo a grande geração de resíduos da construção civil são notórias, bem como as inúmeras interferências no meio ambiente devido ao acúmulo e destinação inadequada para tal resíduo. Mesmo diante desse quadro, percebe-se ainda uma tímida reação, tanto por parte do setor público como do setor privado, no sentido de buscar saídas eficazes transcritas em mecanismos de absorção desse resíduo como agregado que possa ser incorporado ou mesmo substituir recursos naturais em linhas de produção, ou até mesmo no seu retorno para as fontes geradoras, como insumo.

Os resíduos devem ser destinados segundo sua classificação na Resolução CONAMA nº 307 (CONAMA, 2002):

- I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução 448/12);
- II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (nova redação dada pela Resolução 448/12) (CONAMA, 2002).

Tanto os transportadores quanto as empresas que fazem a destinação final precisam ter licença ambiental e seguir normas técnicas, como descrito na Resolução CONAMA No 307 (BRASIL, 2002). Algumas normas de acordo com (OLIVEIRA, 2010):

- NBR 8.419/1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 12.235/1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
- NBR 13463/1997 – Coleta de resíduos sólidos. 34
- NBR 15.112/2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e Operação.
- NBR 15.113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15.114/2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação (OLIVEIRA, 2010, p.13).

No entanto, de acordo com Pucci (2006), muitas normas técnicas estão sendo revisadas e outras ainda estão sendo elaborados, pois não havia nenhuma norma específica anteriormente, como a relativa à destinação de gesso e seus subprodutos.

No Brasil, a destinação adequada, bem como a prática de reciclagem de entulho, ainda é pouco difundida. Alguns municípios, como Belo Horizonte, São Paulo, Londrina e Porto Alegre possuem usinas de reciclagem; essas, entretanto, absorvem menos de 10% dos resíduos urbanos (John e Agopyan, 2004).

A destinação dos RCC deve ser feita de acordo com o tipo de resíduo. Os RCC classe A deverão ser encaminhados para áreas de triagem e transbordo, áreas de reciclagem ou aterros da construção civil. Já os resíduos classe B podem ser comercializados com empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam esses resíduos ou até mesmo serem usados como combustível para fornos e caldeiras. Para os resíduos das categorias C e D, deverá acontecer o envolvimento dos fornecedores para que se configure a corresponsabilidade na destinação dos mesmos (LIMA; LIMA, 2012).

2.3.6.1 Reutilização

Os RCC, dependendo da sua classificação, deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; ou deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (SCHNEIDER, 2003).

A reutilização de produtos alternativos gera benefícios ambientais. A inserção de um produto reciclado novamente na cadeia produtiva, é um método de disposição para muitos resíduos, já que naturalmente a indústria da construção civil é responsável por gerar grandes volumes e causar grandes impactos no meio ambiente. Fabricantes, varejistas e construtores descartam grandes quantidades de um número ilimitado de resíduos sólidos, como madeira, blocos, telhas, tintas, latas, gesso, vidro, papelão, e plástico, entre outros insumos (SILVA, 2010).

Segundo Oliveira (2010), cada PGRCC poderá admitir os melhores procedimentos para a reutilização dos materiais na própria obra, e quais entulhos poderão ser encaminhados para a reciclagem, contribuindo desta forma, não apenas para a diminuição da quantidade de entulho gerada, para a minimização dos depósitos de material, evitando-se a retirada de novas matérias-primas do meio ambiente, e também podendo reduzir os custos. A Tabela 1 apresenta os tipos de resíduos possivelmente gerados de acordo com as fases das obras e seu reaproveitamento.

Tabela 1: Resíduos por etapas da obra e seus possíveis reaproveitamentos

Fases da obra	Tipos de resíduos possivelmente gerados	Possível reutilização no canteiro	Possível reutilização fora do canteiro
Limpeza do terreno	Solos	Reaterros	Aterros
	Rochas, vegetação, galhos	-	-
Montagem do canteiro	Blocos cerâmicos, concreto (areia; brita)	Base de piso, enchimentos	Fabricação De agregados
	Madeiras	Formas/escoras/ Travamentos (gravatas)	Lenha
Fundações	Solos	Reaterros	Aterros
	Rochas	Jardinagem, Muros de arrimo	-
Superestrutura	Concreto (areia; brita)	Base de piso; Enchimentos	Fabricação De agregados
	Madeira	Cercas; portões	Lenha
	Sucata de ferro, fôrmas plásticas	Reforço para Contrapisos	Reciclagem
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa	Base de piso, Enchimentos, argamassas	Fabricação De agregados
	Papel, plástico	-	Reciclagem
Instalações hidro sanitárias	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	PVC; PPR	-	Reciclagem
Instalações elétricas	Conduites, mangueira, fio de cobre	-	Reciclagem
	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos	Fabricação De agregados
Reboco interno/externo	Argamassa	Argamassa	Fabricação de agregados
Revestimentos	Pisos e azulejos cerâmicos	-	Fabricação de agregados
	Piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico	-	Reciclagem
Forro de gesso	Placas de gesso acartonado	Readequação em áreas Comuns	-
Pinturas	Tintas, seladoras, vernizes, texturas	-	Reciclagem
Coberturas	Madeiras	-	Lenha
	Cacos de telhas de fibrocimento	-	-

Fonte: VALOTTO (2007) Adaptado LIMA (2009).

O ideal seria se a reutilização e reciclagem na obra dos RCC fossem práticas constante e incorporada ao dia a dia das construtoras como parte integrante do planejamento e execução das obras. Porém, no Brasil essa prática ainda é vista como uma sobrecarga de trabalho e até mesmo como empecilho para o bom andamento dos serviços e seus prazos.

2.3.6.2 Reciclagem

Sabendo-se que é praticamente impossível a total ausência de resíduos numa obra, uma das soluções para estes materiais é a reciclagem, fazendo com que permaneçam em utilização o maior tempo possível. A reciclagem nada mais é que a preparação do entulho para substituir materiais convencionalmente usados na construção civil, com propriedades suficientes para se obter a qualidade desejada (ZORDAN, 2001).

Segundo Silva (2010) o mercado consumidor está em competição acirrada, e já não mais se consegue repassar os custos com a perda para o consumidor final, entretanto empresas construtoras, para minimizar esses desperdícios, buscam mecanismos que minimizem os custos, a ponto de significar sucesso e aumento na lucratividade de seus processos.

O resíduo da construção civil apresenta um grande potencial de reutilização, principalmente os denominados e classificados como classe A, que segundo a Resolução n.º 307 do CONAMA (2002) são os agregados reutilizáveis e recicláveis, como alvenaria, concreto, argamassas, e solos, entre outros, que são separados por cores de acordo com a Figura 9.

Figura 9: Definição de cores para cada tipo de resíduo



Fonte: LOPES (2020)

O processo de reciclagem dos resíduos de construção é constituído das etapas de triagem, homogeneização, trituração, extração de materiais metálicos, eliminação de contaminantes e estocagem para expedição representado na Figura 10. O mercado brasileiro apresenta sinais de interesse no sentido de explorar o negócio de reciclagem na construção civil e não apenas o negócio de transporte, com experiências limitadas em ações das municipalidades (PINTO, 2005).

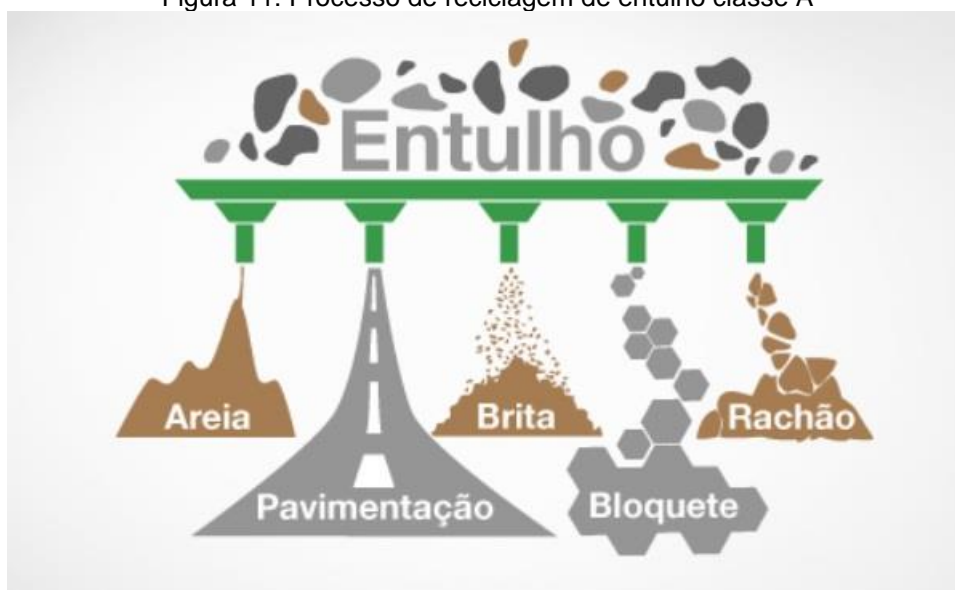
Figura 10: Processo de reciclagem do RCC



Fonte: Adaptado PINTO (2005)

De acordo com Camilotti (2018) os RCC mais reciclados nas usinas são de Classe A, produzindo materiais que podem ser utilizados sem a função estrutural, tais como: areia, na produção de argamassas de assentamentos, blocos e tijolos de vedação; pedrisco, na fabricação de artefatos de concreto, pisos intertravados e manilhas de esgoto; brita, em obras de drenagens e produção de concretos não estruturais; bica corrida, em base e sub-base de pavimentação, reforço e subleito de pavimentos e regularização de pavimentos não pavimentados; rachão, em obras de pavimentos, drenagens e terraplenagem conforme Figura 11.

Figura 11: Processo de reciclagem de entulho classe A



Fonte: CAMILOTTI (2018)

Para Couto Neto (2007), o uso mais praticado de RCC's reciclados é na pavimentação, reduzindo significativamente a quantidade de resíduos. Também afirma que pode ser feito o controle de erosão, camadas drenante e cobertura de aterro.

A madeira que é utilizada em obras de construção civil pode ser reutilizada como material de apoio, como, formas para estruturas e pallets, como também, portas e janelas. (TOZZI, 2006). Os resíduos de gessos podem ser reutilizados para melhorar o solo, melhorando suas características e trabalhando em sua acidez (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2010).

Em algumas cidades do Brasil, como Belo Horizonte, existe programas sobre Reciclagem de Entulhos, e tem como objetivo corrigir alguns efeitos ambientais que surgem nos municípios. Nessas estações de reciclagem, existem equipamentos que transformam os entulhos em agregados, para serem novamente reutilizados em obras; esses equipamentos são utilizados pela prefeitura em obras de vias públicas, obras de manutenção e instalações a limpeza urbana e em infraestrutura de vilas e favelas (SINDUSCON-MG; SENAI-MG, 2008).

2.3.6.3 Compostagem

Utilizadas no Brasil desde o final da década de 1960, as usinas de triagem e compostagem têm sido consideradas uma opção adequada para a destinação dos resíduos sólidos urbanos, conforme o que preconiza a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o fim dos lixões (VIMIEIRO et al., 2009; BATALHA, 2015).

Compostagem é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. Esse processo tem como resultado o composto orgânico que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente. (CEMPRE, 2018).

Os resíduos orgânicos são considerados uma fonte geradora de impactos ambientais provenientes da geração de gases, líquidos percolados, atração de animais vetores, danificação de equipamentos e estruturas (ALBUQUERQUE NETO *et al.*, 2007).

O processo de compostagem atua como alternativa para curar os resíduos, por meio de atuações de conjuntos de microrganismos decompositores aeróbios, somando um caráter biológico ao sistema. As reações de maturação dos produtos liberam energia para o meio juntamente com dióxido de carbono (CO₂), vapor d'água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica, conhecida como húmus (BERNAL, 1998)

De acordo com Bidone e Povinelli (1999) o produto final deste processo, comumente conhecido como húmus, apresenta propriedades completamente diferentes do material que lhe deu origem, podendo o mesmo ser utilizado para fins agrícolas.

Entretanto, ainda, são poucos os municípios brasileiros que possuem essa forma de disposição e tratamento de resíduos, sendo a maior parcela do resíduo doméstico encaminhada para os lixões, aterros controlados e aterros sanitários, Tabela 2, implicando no desperdício de materiais potencialmente recicláveis e reutilizáveis.

Tabela 2: Destinação final de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos por número de municípios

DESTINO FINAL	NÚMERO DE MUNICÍPIOS		PORCENTAGEM DE MUNICÍPIOS (%)	
	2000	2008	2000	2008
Aterro sanitário	810	1.540	14,5	27,7
Aterro controlado	1074	1254	19,3	22,5
Vazadouros a céu aberto (lixão)	3763	2810	54,61	50,5
Unidade de compostagem	157	211	2,8	3,8
Unidade de triagem para reciclagem	248	643	4,5	11,6
Unidade de tratamento para incineração	176	134	3,2	0,6
Vazadouros em áreas alagáveis	33	14	0,6	0,3
Locais não fixos	109	-	2	-
Outra unidade	43	134	0,8	2,4
Total de municípios	5564	5564	-	-

Fonte: Adaptado de IPEA (2012).

Segundo D'almeida e Vilhena (2010) dentre os 37 municípios brasileiros no ano de 1990 que operavam usinas de compostagem utilizando o método natural, os quais desse total dezessete se encontram paradas ou desativadas, cinco em obras e quinze em operação. Já as usinas que operam pelo método acelerado na mesma ocasião, desse total sete estavam paradas ou desativadas, dez em obras e três operando. O que mostra a evidência da dificuldade de trabalho com compostagem de resíduos no Brasil.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

De acordo com Bruyne (1991), a construção de um trabalho científico não deve envolver somente a explicação teórica sobre o tema e tudo o que o envolve, como exigência normatizadas ou os conceitos apresentados por autores em matéria de metodologia de pesquisa científica, mas também explicar de forma dinâmica quais foram os métodos empregados.

Considerando uma abordagem mais filosófica, para Minayo (1993) a pesquisa pode ser definida como:

Atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados (MINAYO, 1993, p.23).

Buscando a solução de um problema, uma pesquisa é feita partindo de métodos, regras e conhecimentos já existentes, que servem como base para a análise de dados do problema em questão.

3.1 Tipo de Pesquisa

As pesquisas, segundo Yin (2005), podem ser:

- Básica: Objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da Ciência, sem aplicação de prática prevista. Envolve verdades e interesses universais;
- Aplicada: Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais (YIN, 2005, p. 35).

O tipo de pesquisa utilizado neste estudo é a pesquisa básica dado que, realizou-se captação e acúmulo de informações e conhecimento que auxiliaram a encontrar, por meio do tratamento desses dados, resultados sobre a destinação dos resíduos provenientes da construção civil.

3.2 Natureza da Pesquisa

Quanto à abordagem do problema, os principais métodos de pesquisa, segundo Yin (2005), são:

- Pesquisa quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.);
- Pesquisa qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador é instrumento-chave. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo seu significado são os focos principais de abordagem (YIN, 2005, p.34).

Desta forma, o presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa por apresentar conhecimento e análise dos resíduos provenientes da construção civil, seus impactos ambientais e propostas que diminuam os impactos causados ao meio ambiente.

3.3 Tipo de Pesquisa Quanto aos Fins

Em um estudo científico utilizam-se procedimentos metodológicos nos quais discriminam as etapas concretas, restritas e menos abstratas da investigação, podendo empregá-los concomitantemente. O processo de pesquisa é definido como “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico” (Gil, 1999, p. 42). O autor ainda cita que, para que um conhecimento seja reconhecido como científico, ele deve ser embasado em requisitos mentais e técnicos que sejam de fontes confiáveis.

Segundo Vergara (2007), a pesquisa, quanto aos fins, pode ser:

- Exploratória: A investigação exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Por sua natureza de sondagem, não com porta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa;
- Descritiva: A pesquisa descritiva expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. Não tem compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação. Pesquisa ele opinião insere-se nessa classificação;
- Explicativa: A investigação explicativa tem como principal objetivo tornar algo inteligível, justificar lhe os motivos. Visa, portanto, esclarecer quais fatores contribuem de alguma forma para a ocorrência de determinado fenômeno;
- Metodológica: A pesquisa metodológica é um estudo que se refere a instrumentos de captação ou de mulher manipulação da realidade. Está, portanto, associada a caminho, forma, maneiras, procedimentos para atingir determinado fim.
- Aplicada: A pesquisa aplicada é fundamentalmente motivada pela necessidade resolver problemas concretos: mais imediatos, ou não. Tem, portanto, finalidade de prática, ao contrário da pesquisa pura, motivada basicamente pela curiosidade intelectual do pesquisador e situada sobretudo no nível da especulação
- Intervencionista: A investigação intervencionista tem como principal objetivo interpor-se, interferir na realidade estudada, para modificá-la. Não se satisfaz, portanto, em apenas explicar. Distingue-se da pesquisa aplicada pelo compromisso de não somente propor resoluções de problemas, mas também de resolvê-los efetiva e participativamente (VERGARA, 2007, p.45).

Diante do exposto, a pesquisa desse estudo é classificada como exploratória e, ao mesmo tempo descritiva. Exploratória, porque o estudo explora os resíduos provenientes da construção civil e as consequências na destinação inadequada dos mesmos, visto que mesmo existindo legislação vigente indicando a correta destinação, existem pessoas físicas e jurídicas (empresas) que fazem o descarte inapropriado. E descritiva porque tudo o que for observado será descrito, isso com vista a expor as características claras na escolha da destinação correta de cada resíduo.

3.4 Tipo de Pesquisa Quanto aos Meios

A pesquisa quanto aos meios busca os dados pesquisados, segundo o método adotado e em articulação ao referencial teórico, pretende dar explicações com o intuito de responder o problema de pesquisa (GIL, 1999).

De acordo com Fonseca (2002), a pesquisa possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar, como um processo permanentemente inacabado. Ela se processa através de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo subsídios para uma intervenção no real. Para que possa ser realizada uma pesquisa, necessita esclarecer seus procedimentos, sendo assim, é selecionado o método que se alinhe ao qualitativo e ao quantitativo.

Quanto aos procedimentos as pesquisas podem ser classificadas em (FONSECA 2002):

- Pesquisa bibliográfica: a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas “já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, página de web sites”;
- Pesquisa documental: a pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão, etc.;
- Estudo de campo: Caracteriza as investigações em que para além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se coletam dados junto de pessoas, utilizando diversos tipos de pesquisa;
- Pesquisa de levantamento: este tipo de pesquisa é utilizado em estudos exploratórios e descritivos, o levantamento pode ser de dois tipos: levantamento de amostra ou levantamento de uma população;
- Estudo de caso: É uma investigação que se assume como particularista, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única e muitos aspectos, procurando descobrir a que há nela demais essencial e característico.
- Pesquisa-ação: a pesquisa ação pressupõe uma participação planejada do pesquisador na situação problemática a ser investigada. Recorre a uma metodologia sistemática, no sentido de transformar as realidades observadas, a partir da sua compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa.
- Pesquisa experimental: a pesquisa experimental seleciona grupos de assuntos coincidentes, submete-os a tratamentos diferentes, verificando as variáveis estranhas e checando se as diferenças observadas nas respostas são estatisticamente significantes (FONSECA, 2002, p. 31).

Assim, a pesquisa deste estudo é classificada como uma pesquisa bibliográfica, pois é um estudo desenvolvido a partir da análise de materiais já publicados que abordaram os tipos de resíduos provenientes da construção civil e as devidas destinações, seus impactos ambientais e as alternativas que possibilitam diminuir os impactos causados ao meio ambiente.

3.5 Universo e Amostra

O universo, ou população, é o conjunto de elementos que possuem as características que serão objeto do estudo, enquanto que a amostra, ou população amostral, é uma parte do universo escolhido selecionada a partir de um critério de representatividade (VERGARA, 2007).

Neste trabalho, o universo pesquisado é a destinação dos resíduos provenientes da construção civil no âmbito nacional, suas definições e classificações, impactos ambientais gerados e alternativas que possibilitem a diminuição destes impactos. A escolha pelo tema deu-se a partir do interesse dos pesquisadores em aprofundar os conhecimentos sobre resíduos sólidos gerados pela construção civil e como a destinação inadequada pode trazer diversas consequências negativas, principalmente para o meio ambiente.

Segundo Vergara (2007), a amostra pode ser classificada em:

- Probabilística: baseado em procedimentos estatísticos e não probabilísticas. Da amostra probabilísticas são aqui destacadas aleatória simples a estratificada e a por conglomerado.
- Não probabilística: destaca-se aqui aquelas selecionadas por acessibilidade e por tipicidade, longe de qualquer procedimento estatístico com elementos de fácil acesso;

Desta forma, a amostra deste estudo é classificada como não probabilística, sendo que a seleção foi feita por acessibilidade e tipicidade, onde os elementos pesquisados são considerados representativos da população-alvo. As amostras estudadas são baseadas em conceitos e fundamentos dos resíduos provenientes da construção civil,

bem como sua destinação, impactos ambientais causados e das alternativas de diminuição destes impactos.

3.6 Coleta e Análise dos Dados

De acordo com Gil (1999), a coleta de dados não é um processo acumulativo e linear cuja frequência, controlada e mensurada, autoriza o pesquisador, exterior à realidade estudada e dela distanciado, a estabelecer leis e prever fatos. Deste modo, a coleta de dados será realizada entre março/2021 e setembro/2021 por meio de pesquisa bibliográfica em periódicos nacionais, análises estatísticas, no intuito de levantar as informações pertinentes para o desenvolvimento e atendimento aos objetivos e do problema da pesquisa.

Sendo assim, a coleta de dados será por meio de informações, pesquisas, vídeos, conteúdos diversos, que tratam sobre o tema. As conclusões extraídas na pesquisa serão baseadas nos fatos e dados apresentados, cuidadosamente analisadas e organizadas para melhor entendimento sobre a destinação dos resíduos provenientes da construção civil durante a elaboração da pesquisa.

3.7 Limitações

De acordo com Gil (1999), conceitua-se limitação como sendo a ação e o efeito de limitar ou restringir. O verbo “limitar” significa lugar/impor limites a algo, enquanto a noção de limite é vinculada a uma linha que separa os dois territórios, no final de um período de tempo, ao extremo para obter o psíquico e o físico ou uma restrição.

A principal limitação encontrada na pesquisa foi o isolamento social enfrentado pela população devido à pandemia causada pelo novo Covid-19. O isolamento social acabou impedindo encontros presenciais, visitas de campo para coleta de dados e amostras para discussão e análise de dados.

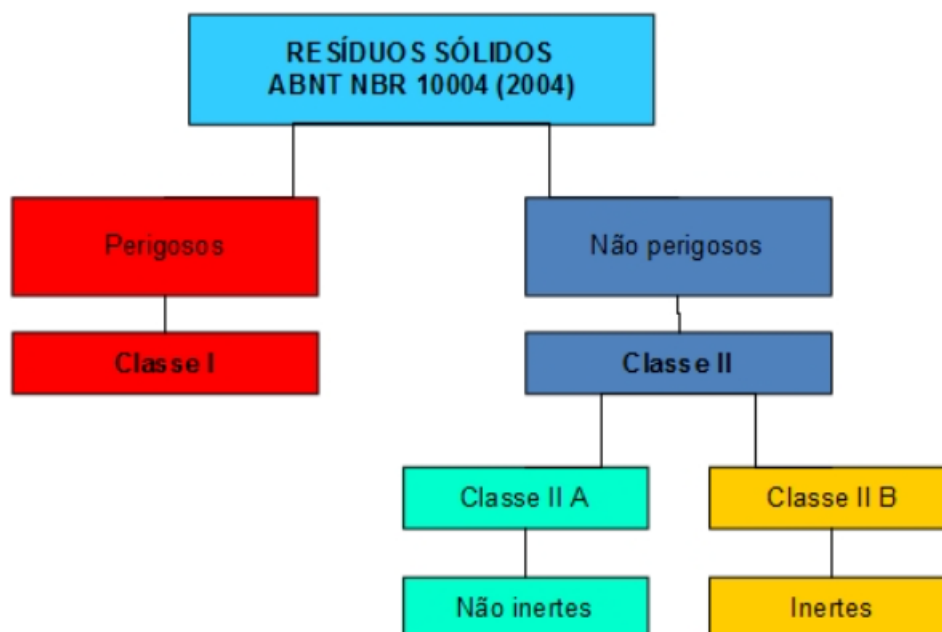
Este estudo descreveu o conceito e classificação dos resíduos sólidos, as legislações vigentes, a geração, gestão e destinação final destes resíduos e os impactos ambientais que podem ser causados. Os limitadores desta pesquisa devem-se a falta de uma análise mais abrangente em campo e elaboração de entrevistas em construtoras para analisar sobre a gestão dos resíduos gerados nas obras.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Classificação e Destinação Adequada dos Resíduos da Construção Civil

A classificação dos resíduos pode ser feita quanto à periculosidade, de acordo com a Norma Brasileira - NBR 10.004 (ABNT, 2004) e na resolução do CONAMA no 307 (BRASIL, 2002) divide os resíduos de construção civil em quatro classes.

Figura 12: Classificação dos resíduos segundo a NBR 10.004 quanto a periculosidade



Fonte: MARTINS (2012)

Conforme Figura 12, a classificação dos resíduos quanto à periculosidade, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), é dividido entre Classe I ou II. Os resíduos Classe I são classificados como perigosos, quando oferecer riscos à saúde pública, fazendo com que haja mortes, cause doenças ou acentue seus índices, e quando oferecer riscos ao meio ambiente. Um resíduo também pode ser perigoso se estiver no Anexo A ou B da NBR 10.004 ou se apresentar pelo menos uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade (ABNT, 2004). São exemplos de resíduos perigosos na construção civil: tinta, solvente e óleo.

Os resíduos Classe II A são classificados como não perigosos e não inertes e tem como características biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Se o resíduo entrar contato com água destilada ou desionizada, em temperatura ambiente, não havendo nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações maiores que os padrões de potabilidade de água, exceto o aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, é classificado como Classe II B – Não perigosos e Inertes (ABNT, 2004)

De acordo com Degani (2003), o entulho (argamassa, tijolo, telha, cerâmica, concreto e solo de escavação) é caracterizado como resíduo Classe II B. No entanto, no Brasil é comum depositarem resíduos domiciliares em caçambas estacionárias, assim muitas vezes o material coletado não é constituído apenas por resíduo Classe II B. Um exemplo disso é a Figura 13, em que os círculos brancos mostram resíduos domiciliares.

Figura 13: Resíduos orgânicos na caçamba de resíduos de construção civil



Fonte: KARPINSK *et al.* (2009, p.59)

Os resíduos da construção civil são classificados segundo a Resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002) em quatro classes (A, B, C e D), conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14: Classificação dos resíduos segundo a Resolução do CONAMA



Fonte: <https://www.pgrsbrasil.com.br/classificacao-de-residuos-em-obras-civis-e-gerenciamento>

A Resolução CONAMA Nº 448 (BRASIL, 2012) altera alguns artigos da Resolução CONAMA No 307 (BRASIL, 2002). No artigo 8 fica estabelecido que os PGRCC's devem ser elaborados e implantados pelos grandes geradores e ter como objetivo o manejo e destinação de resíduos ambientalmente adequada (BRASIL, 2012).

Para se avaliar a composição média dos RCC, vários fatores devem ser considerados, tais como a tipologia construtiva utilizada, as técnicas construtivas existentes e os materiais disponíveis em cada região. Ainda nesse contexto, devem ser considerados os índices de perdas de materiais mais significativos, ou seja, a composição do RCC também é um reflexo dos insumos que têm os índices de desperdício mais elevados no setor. Todos esses fatores influenciarão a composição do resíduo de construção e demolição (LEITE, 2001).

Segundo Vieira e Dal Molin (2004), quando se analisa a composição dos resíduos de construção e demolição das cidades, percebe-se que sua composição, em geral,

possui elevados percentuais de concreto, material cerâmico e argamassa, independentemente da região, estado e até mesmo país em que foram gerados.

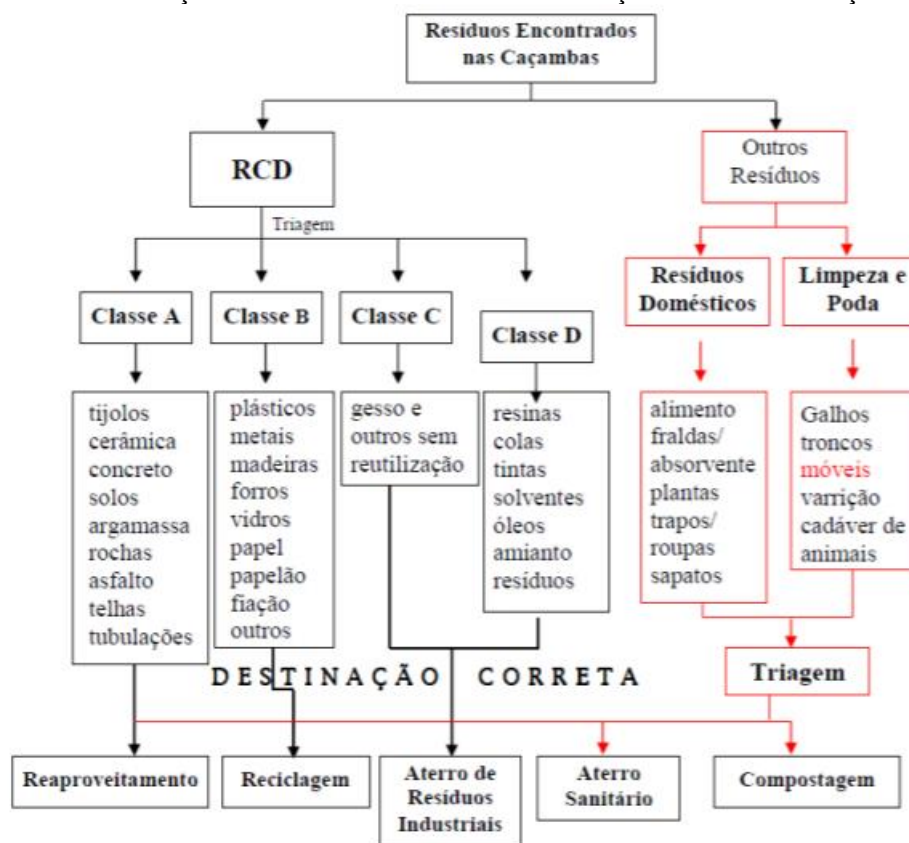
Com relação à destinação dos RCC, esta é de responsabilidade de seu gerador, incluindo ações voltadas a seu reuso, reciclagem ou destinação responsável (BRASIL, 2002). No Brasil, são gastos em torno de R\$ 2 milhões por mês com o recolhimento de entulho disposto clandestinamente em centros urbanos acima de 2 milhões de habitantes. Pode-se dizer que mais da metade do entulho é disposto irregularmente na maioria dos centros urbanos brasileiros de médio e grande portes (BLUMENSCHIN, 2007).

Por outro lado, ainda são restritas, em muitos municípios, as alternativas para a destinação ambientalmente adequada dos RCC. Entre as alternativas de destinação para o resíduo classe A, pode ser indicada a reciclagem em obra para produção de areia e brita. Deve-se atentar para o fato de que alternativas para destinação podem surgir com o desenvolvimento tecnológico, alterações no mercado, políticas públicas, iniciativas privadas, entre outras possibilidades (EVANGELISTA *et al.* 2010). Segundo Souza *et al.* (2004), embora seja de grande importância a destinação adequada dos resíduos gerados, tornam-se imperativas ações que tenham como objetivo a redução do entulho diretamente na fonte de geração, ou seja, nos próprios canteiros de obras.

A principal forma de reciclagem de RCC consiste na moagem do resíduo e sua posterior utilização na confecção de concretos, argamassas ou na execução de bases de pavimentação”, e a aplicação do material reciclado depende das características e propriedades dos RCC, os que contêm “grandes quantidades de resíduos pétreos, que, ao atenderem especificações relacionadas à granulometria, resistência dos grãos, teor de impurezas, e outros, tornam-se similares aos agregados de fontes naturais, substituindo-os com sucesso e menor custo (KUNKEL, 2009, p. 20).

Na Figura 15, tem-se o fluxograma que ilustra os resíduos encontrados nas caçambas por Kunkel (2009), com suas respectivas classificações, auxiliando na discriminação no momento da reciclagem e as destinações corretas de cada resíduo gerado.

Figura 15: - Ilustração dos resíduos encontrados em caçambas e a destinação correta



Fonte: Kunkel (2009)

Para que a gestão de resíduos da construção civil seja eficiente, o entendimento dos colaboradores quanto aos motivos que levaram à execução de determinadas práticas na obra é fundamental. Promover a educação ambiental tem como seu principal objetivo o fomento à participação e mobilização comunitárias, através da difusão e incorporação de conceitos e práticas, de forma de induzir dinâmicas sociais, promovendo abordagem colaborativa e crítica das realidades socioambientais e uma compreensão autônoma e criativa dos problemas que se apresentam e das soluções possíveis para eles (LEME, SILVA, 2010).

4.2 Quantitativos dos Resíduos Gerados na Construção Civil

A determinação de dados quantitativos dos resíduos, como a quantidade nacional gerada, os locais de produção e a sua periculosidade, é de grande importância para

a sua localização dentro do cenário econômico, social e político do local onde ele é gerado. Os inventários de resíduos são certamente as fontes mais fáceis de obtenção destas informações, mas nem sempre eles existem ou estão disponíveis (ÂNGULO; ZORDAN, 2001).

Segundo Oliveira e Mendes (2008) nas construções civis realizadas nos municípios brasileiros nota-se a geração de uma grande quantidade de entulho, evidenciando um desperdício irracional de material: desde a sua extração, passando pelo seu transporte e chegando à sua utilização na obra. Outro ponto preocupante dessa questão é a não realização da segregação desses materiais que vão para descarte, o que gera a contaminação desses materiais que poderiam ser reciclados e novamente empregados nas obras de engenharia, por tintas, solventes, etc.

Conforme John (1996), a construção civil é, sem dúvida, a maior fonte geradora de resíduos de toda a sociedade. O índice de perdas no setor é surpreendentemente elevado. Essas, em sua maioria, causadas por fatores como:

- a) falha ou omissões na elaboração e na execução dos projetos;
 - b) má qualidade e acondicionamento impróprio dos materiais;
 - c) falta de equipamentos e técnicas adequadas para a construção;
 - d) má qualificação da mão-de-obra;
 - e) falta de planejamento nos canteiros de obras;
 - f) falta de acompanhamento técnico durante a produção;
 - g) ausência de cultura de reaproveitamento e reciclagem dos materiais
- (JOHN, 1996, p. 35)

Para Zordan (1997) o fato de muitos países se darem conta de que os métodos organizacionais e produtivos, na construção civil, precisam mudar, acontece não só devido ao elevado desperdício de tempo e materiais e seus consequentes e indesejados impactos nos custos finais, mas também porque as áreas urbanas destinadas a deposição de resíduos estão se tornando cada vez mais escassas.

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) causam tantos problemas à vida urbana e ao meio ambiente que a melhor solução é que o mesmo seja visto como fonte de materiais que podem ser reutilizados na construção civil e pavimentação. Guimarães et al. (2005) afirmam ainda que, além de atrair a deposição de outros resíduos no local, também acarrete um ciclo vicioso de gastos públicos com limpeza,

uma vez que mais lixo será depositado ali posteriormente (OLIVEIRA, MENDES, 2008).

De acordo com Carneiro et al. (2001 apud MOTTA e FERNANDES, 2003), relata que os resíduos gerados possuem uma considerável heterogeneidade em termos da sua composição. Sua quantidade varia de 54% a 70% dos resíduos sólidos urbanos de cidades brasileiras como o Rio de Janeiro e Belo Horizonte, representando uma geração per capita entre 0,4 e 0,76 t /hab./ano (MOTTA; FERNANDES, 2003).

No Brasil, a tarefa de quantificação é ainda mais difícil, pois uma importante fonte na geração de RCD são os geradores informais, para os quais dados estatísticos estão indisponíveis e podem representar uma parcela importante dos RCD gerados em um município (MMA, 2010).

Porém, segundo a ABRELPE (2013) em algumas grandes cidades, como São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador, têm estimativas específicas. Nestas três cidades, a média de produção diária de RCD foi de 0,49 kg por habitante, correspondendo a cerca de 31% dos resíduos recolhidos nacionalmente.

A ABRELPE (2017) divulgou em seu Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, uma estimativa feita para os anos de 2016 e 2017 do total de RCD coletado no Brasil Figura 5. Todos os dados referem-se apenas à coleta executada pelo serviço público, o qual usualmente limita-se a recolher os resíduos desta natureza lançados em logradouros públicos, pois a responsabilidade da coleta e destino final destes resíduos é de seu gerador.

Figura 16: Total de RCD coletado no Brasil em 2016 e 2017

REGIÃO	2016	2017	
	RCD Coletado (t/dia) / Índice (kg/hab/dia)	RCD Coletado (t/dia)	Índice
Brasil	123.619/0,600	123.421	0,594

Fonte: ABRELPE (2017)

Entretanto, as projeções dos resíduos não incluem os RCD oriundos de demolições e construções coletados por serviços privados, os quais constituem a grande maioria do total de RCD gerado. Também não estão incluídos os resíduos informais que são descartados de qualquer forma.

4.3 Impactos Ambientais Causados pela Geração de Resíduos na Construção Civil

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo de crescimento econômico e social. Contudo, também se constitui em uma atividade potencialmente geradora de impactos ambientais devido a capacidade de mudança da paisagem, o excessivo consumo de recursos naturais e a elevada geração de resíduos, a construção civil configura-se como uma (Pinto, 2005 apud Karpinsk et al, 2009).

De acordo com Pinto e Gonzáles (2005), em cidades de médio e grande porte do Brasil, os resíduos da construção civil correspondiam de 41 a 70% do total dos resíduos gerados nestes municípios, com análise de dados realizada no período de 1990 até 2001. Para Azevedo, Kiperstok e Moraes (2006), o principal problema dos resíduos de construção civil, do ponto de vista ambiental, é a sua disposição irregular, incentivando a criação de pontos de despejo inadequados.

O site do Ministério do Meio Ambiente informa que o Conselho Internacional da Construção – CIB,

Aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente.

Os RCC representam um grave problema em muitas cidades brasileiras. Por um lado, a disposição irregular destes resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública conforme apresentado no Quadro 1. Por outro lado, eles representam um problema que sobrecarrega os sistemas de limpeza pública municipais, visto que, no Brasil, os RCC podem representar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (FERNANDES, 2012).

Quadro 1: Impactos Ambientais Causados pela Geração de Resíduos na Construção Civil

TIPOS DE PROBLEMAS	DESCRIÇÃO
Aterramento de banhados e nascentes	Os banhados são aterrados com materiais provenientes da construção civil, gerando um grave problema ambiental, pois os banhados contribuem na alimentação dos corpos de água, uma vez que esses banhados são aterrados e ocupados, diminui o aporte de água para os corpos de água e aumenta a poluição do lençol freático. Ainda ocorrem deposições de RCC em leitos de rio que causam assoreamento dos cursos d'água, degradação de áreas de manancial e de proteção ambiental permanente. As áreas de bota-fora de RCC próximas a talvegues, encostas, redes de drenagem e córregos podem, por carreamento, provocar assoreamento dos rios e obstrução de redes de drenagem, aumentando os custos com limpeza pública e os riscos de enchentes e de deslizamento de encostas. A existência e acúmulo de RCC podem gerar riscos ainda por sua periculosidade, podendo degradar áreas de mananciais e preservação permanente.
Contaminação do Solo	Os RCCs devem ser segregados na origem para evitar a contaminação, pois estes resíduos possuem em sua composição materiais indesejáveis, tais como cimento, amianto, gesso de construção e alguns resíduos químicos que, se depositados inadequadamente, podem provocar graves impactos ao meio ambiente e prejuízos para a sociedade, pois podem, conjunta ou isoladamente, provocarem a contaminação do solo e de outros resíduos impossibilitando a reciclagem. Devido aos custos com descartes especiais destes resíduos e outros resíduos industriais, tais como latas de tinta, solventes, estes podem ser encontrados dispostos ilegalmente nos pontos de bota-fora de RCC clandestinos e poderão representar graves riscos sanitários e ambientais para a localidade em decorrência do risco de contaminação do solo e das águas. A reciclagem também pode gerar resíduos, cuja quantidade e características vão depender do tipo de reciclagem escolhida.
Poluição Hídrica	A poluição hídrica causada pela deposição ilegal ou irregular dos resíduos da construção civil é um dos impactos ambientais, pois este tipo de poluição causa obstrução de córregos provocando inundações, contaminação dos recursos hídricos dos corpos de drenagem provocando inundações, assoreamento e contaminação dos recursos hídricos
Poluição Visual	Em sua grande maioria, os RCC são resíduos inertes, de baixa periculosidade, cujos impactos ambientais originam-se basicamente do expressivo volume gerado e da sua disposição ilegal em locais inadequados, tais como ruas, calçadas, terrenos baldios, encostas, leitos de córregos e rios, etc. As áreas de disposição ilegal de RCC deterioram a região onde se situam e atraem a disposição de outros tipos de resíduos sólidos, tais como lixos volumosos (móveis, geladeiras), galhadas (resto de poda ou corte de árvores), lixo domiciliar e resíduos industriais. Junto com o lixo domiciliar que traz parcela de resíduos orgânicos, estas áreas podem se transformar em locais com incidência de insetos e roedores (moscas, mosquitos, baratas, escorpiões e ratos), trazendo riscos à saúde da população.

Fonte: SCHWENGBER (2015)

Além dos impactos causados pelos resíduos que a construção civil gera, estima-se que o setor consuma cerca de 210 milhões de toneladas por ano de agregados naturais somente para a produção de concretos e argamassas, e que o volume de recursos naturais utilizados pela construção civil, muitos deles não renováveis, corresponde a pelo menos um terço do total consumido anualmente por toda a sociedade e que, dos 40% da energia consumida mundialmente pela construção civil, aproximadamente 80% concentra-se no beneficiamento, produção e transporte de materiais, alguns deles também geradores de emissões que provocam o aquecimento global, chuva ácida e poluição do ar (JOHN, 2000).

Diante disso, entende-se a necessidade e a importância do gerenciamento dos resíduos gerados, realizar o reuso quando possível, o descarte correto e a reciclagem entre outros métodos que possam minimizar os impactos causados pela geração de resíduos da construção civil.

4.4 Melhorias para diminuir os Impactos Causados ao Meio Ambiente

Algumas medidas podem ser tomadas, a fim de evitar ou minimizar os impactos gerados por pelo setor da construção civil. Há soluções que, apesar de serem simples e práticas, podem trazer grandes benefícios ao meio. Uma simples organização da obra evita o desperdício de materiais e consequentemente beneficia o meio ambiente. Também propicia um ambiente mais limpo, agradável e também ajuda no desenvolvimento da construção.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos apresenta a repartição das responsabilidades a respeito da gestão dos resíduos. A regulação dessa política transcende o setor público e atinge as empresas privadas e a sociedade em geral. Os resíduos sólidos da construção civil produzidos, por exemplo, dentro de um canteiro de obras, ou advindos de pequenos produtores consumidores, gera um grande impacto ambiental caso tenha a destinação final inadequada. A produção do RCC é considerada atividade lesiva ao meio ambiente se não houver o manejo e a gestão adequada dos resíduos produzidos (SCHWENGBER, 2015).

Segundo Karpinski *et al.* (2009, p. 22), “para avaliar o nível de impacto causado pelos RCC’s ao meio ambiente com a disposição de resíduos de construção e demolição, pode-se lançar mão da avaliação da hierarquia da disposição de resíduos [...]. Peng *et al.* (apud LEITE, 2001, p. 16), apresenta a hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição, em seis passos, conforme Quadro 2:

Quadro 2: Disposição dos resíduos de RCD para minimizar os impactos ambientais

DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS	DESCRIÇÃO
Redução	mostra-se como a alternativa mais eficaz para a diminuição do impacto ambiental, além de ser a melhor alternativa do ponto de vista econômico
Reutilização	uma simples movimentação de materiais de uma aplicação para outra, decisão utilizada com o mínimo de processamento e energia
Reciclagem	a transformação destes em novos produtos
Incineração	pode extrair energia dos materiais sem gerar substâncias tóxicas, quando é cuidadosamente operacionalizada
Aterramento	quando não há mais o que se aproveitar dos resíduos.

Fonte: Peng *et al.* (apud LEITE, 2001)

Embora a redução na geração de resíduo seja sempre uma ação necessária, ela é limitada, uma vez que existem impurezas na matéria-prima, envolve custos e patamares de desenvolvimento tecnológico (SOUZA *et al.*, 1999; JOHN, 2000).

A reutilização de resíduos pela indústria da construção vem se concretizando como uma prática importante para a sustentabilidade, amenizando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos. Essa ação exige do setor um grande esforço e investimento para que tudo funcione corretamente, o que agrava é a grande quantidade de resíduos gerada pela construção. (MORAES; SOUZA, 2015)

De acordo com Lucas e Benatti (2008) o reuso e a reciclagem de resíduos têm um potencial de crescimento muito grande, principalmente nos países em desenvolvimento. Neste cenário, a reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor seja reduzindo os custos.

Outra estratégia para tentar diminuir os impactos com a realização de acordos setoriais e termos de compromisso. Os acordos setoriais são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, com o escopo de implantar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (ANTUNES, 2014).

Utilização de aterros para recebimento de resíduos da construção civil é uma alternativa de destinação correta pois são voltadas para atender os grandes geradores de RCC, a área de transbordo e triagem dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos – ATT –, é uma área para a destinação temporária e triagem do RCC de grandes geradores e visa a evitar que esses resíduos sejam depositados clandestinamente em lugares indevidos pelos transportadores legais e ilegais contratados pelos grandes geradores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos dados levantados durante a pesquisa deste trabalho, pode-se concluir que os resultados obtidos foram satisfatórios para alcançar o objetivo geral proposto, contribuindo para o conhecimento sobre os resíduos provenientes da construção civil e apresentando melhorias que diminuam os impactos causados ao meio ambiente.

O crescimento urbano é inevitável, o que faz ser fatal a geração de resíduos. A importância da destinação correta de resíduos é hoje plenamente reconhecida, sendo que o seu desenvolvimento metodológico vem apresentando um progresso bastante significativo.

O objetivo geral deste estudo era contribuir para o conhecimento e analisar os resíduos provenientes da construção civil e seus impactos ambientais, bem como analisar melhorias que diminuam os impactos causados ao meio ambiente, que foi atingido pois foram apresentados a classificação e destinação adequada dos resíduos da construção civil, a investigação de dados quantitativos destes resíduos e apresentação dos impactos ambientais gerados e melhorias que diminuam estes impactos causados ao meio ambiente.

A solução para acabar ou diminuir com esses resíduos não significa segurar o crescimento das cidades, mas em levá-las a se desenvolverem de maneira que o meio ambiente seja capaz de absorver seus impactos, ou seja, sustentável. Foram diversas as alternativas para destinação dos resíduos, mas também foi apresentado alternativas para redução, reuso e reciclagem dos mesmos, com intuito de evitar, principalmente os impactos ambientais que são causados.

Portanto, os desafios para o setor da construção civil são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução e destinação adequada dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído.

Realizar a gestão adequada já é um importante passo para a realização disto. Cabe o governo fiscalizar, induzir, implementar e fomentar boas práticas por meio da legislação urbanística, código de edificações, incentivos tributários e convênios, bem como implantar e incentivar a instalação de usinas de reciclagem de RCC como estratégia para regular de modo mais consistente o fluxo de resíduos da construção observando a perspectiva da redução dos impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

ABEA. **Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Construbusiness gera 14,8% do PIB e responde por 13,5 milhões de empregos**, 1999. Disponível em: <<http://www.abea.org.br/jornal/j41>>. Acesso em: 15 mai. 2021.

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

ABRELPE, “**Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**”, disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf> Acesso em: 28 set. 2021.

ABRELPE, “**Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**”, disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf> Acesso em: 18 out. 2021

ALBUQUERQUE, H. C.; MARQUES, C. C.; ARAÚJO, P. G. C; GONÇALVES, W. P.; MAIA, R.; BARBOSA, E. A. **Caracterização de resíduos sólidos orgânicos produzidos no restaurante universitário de uma instituição pública**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Foz do Iguaçu, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr650481_0422.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2021.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E. **Desenvolvimento Sustentável e a reciclagem de resíduos da construção civil**. PCC - Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica, São Paulo, 2001.

ANTUNES, P. B. **Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA: Comentários à Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Rio de Janeiro: Lumen Júris, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Resíduos de Gesso na Construção Civil: Coleta, armazenagem e destinação para reciclagem**. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: **Resíduos sólidos** - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ART, W. H. **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. São Paulo: UNESP/Melhoramentos, 1998.

BLUMENSCHIN, R. N. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília, DF: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, Universidade de Brasília, 2007. Dossiê Técnico.

BRASIL. PL 1991/07. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF ,2007. Disponível em: <<http://imagem.camara.gov.br/Imagem/d/pdf/DCD02ABR1991.pdf#page=37>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 18 abr. 2013.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. São Paulo: Cerâmica, 2015.

BRUYNE, P. **Dinâmica das pesquisas em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.

CAMILOTTI, A. **A reciclagem de Resíduo da Construção Civil (RCC): necessidade ou perda de tempo?** Domini Arquitetura, 2018. Disponível em: <<https://dominiarquitetura.com/reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/>> Acesso em: 12 mai. 2021

CASTRO, C. X. **Gestão de Resíduos na Construção Civil**. Monografia – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CEMPRE. Compromisso Empresarial Para Reciclagem. **LIXO MUNICIPAL: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: Cempre, 2018.

CONAMA. Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critério e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

COUTO NETO, A. G. **Construção Civil Sustentável: avaliação da aplicação do modelo de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do SINDUSCON/MG em um canteiro de obras - um estudo de caso**. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado** – 2ª ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010.

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-28082003-161920/en.php> acesso em 27, abr. 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, 2010.

FERNANDES, J. A. B. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. IPEA: Brasília, 2012.

FISCHER, G. N. **Psicologia social do ambiente**. Editora Instituto Piaget: São Paulo, 1994.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia de pesquisa científica**. UECE - Universidade Estadual do Ceará, Ceará, 2002. Disponível em: <http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/lapnex/arquivos/files/Apostila_-_METODOLOGIA_DA_PESQUISA%281%29.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

IBGE. **Fundação IBGE. Pesquisa nacional de saneamento básico:2000**. Rio de Janeiro, 2000.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil: relatório de pesquisa**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

JOHN, V.M. **Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos**. In:., 1996, São SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, 1996, São Paulo. Anais São Paulo: PCC – USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1996.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000.

JOHN, V. M.; AGROPYAN, S. C.; **Variabilidade dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. e-Mat – Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil, 2004.

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

KUNKEL, N.; SOUZA, M. M. **QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC), PNEUS E EMBALAGENS LONGA VIDA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA- RS**. Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 27-47, 2012.

LEITE, M. B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. 2001. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LEITE, I. C. A.; DAMASCENO, J. L.; REIS, A. M.; ALVIM, M. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: Um estudo em Belo Horizonte e região Metropolitana**. REEC: Revista Eletrônica de Engenharia Civil: Belo Horizonte, 2018.

LEME, S.; SILVA, M. C. **Material Instrucional de Educação Ambiental: Instrumento de Gestão Pública em Curitiba, PR**. Linhas Críticas. 2010.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. CREA-PR: Londrina, 2021. Disponível em: > https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf<. Acesso em: 01 abr. 2021.

LOPES, T. C. S. **PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. UESPI – Universidade Estadual do Piauí: Teresina, 2020

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. M. **Discussão sobre a medição de desempenho na *lean Construction***. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: São Paulo, 2006.

LUCAS, D.; BENATTI, C. T. **Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, 2008.

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

MARTINS, F. G. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Obras de Grande Porte – Estudos de Caso**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MIGUEZ, M. G; VERÓL, A. P. **Drenagem Urbana**, Elsevier, 2016.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.

Ministério do Meio Ambiente - MMA, “**Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil**” - BRA/OEA/08/001 (2010)

MIOTTO J. L. **Princípios para o projeto e produção das construções sustentáveis**. 1 ed. Ponta Grossa: UEPG/NUTEAD; 2013.

MORAES, P.; SOUZA, C. R. **O Impacto ambiental de uma edificação**. Revista Organização Sistêmica: Santa Catarina, 2015.

MOTTA, L. M. G.; FERNANDES, C. **Utilização de Resíduo Sólido da Construção Civil em Pavimentação Urbana**. 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, ABPv, Aracaju, Sergipe. 2003

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO: ESTUDO DE CASO DA RESOLUÇÃO 307 DO CONAMA**. Universidade Católica de Goiás: Goiânia, 2008.

OLIVEIRA, T. F. **Gestão de Resíduos da Construção Civil: Exigências para construção de obras públicas no Estado do Paraná**. Monografia Universidade Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2010.

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: Estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA**. Universidade Católica de Goiás: Goiânia, 2008.

PEREIRA, C. M.; MOURA, R. C. A. **Qualidade na construção civil: um estudo de caso em duas empresas da construção civil em Aracaju**. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas. 2013.

PINTO, Tarcísio de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese de Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios**. Brasília: Caixa, 2005.

ROS, D. C.; MAZONI, P. **Por que e como elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 1ª Edição. Brasília-DF, 2006.

ROTH, C. G.; GARCIAS, C. M. **Construção Civil e a Degradação Ambiental**. Editora Unijuí: Ijuí, 2009.

SAL, T. C.; SILVA, T. D. **Resíduos da construção civil: Estudo de caso no aterro sanitário de Goianésia – Goiás**. Faculdade Evangélica de Goianésia: Goianésia, 2020.

SANTO, J. O.; BATISTA, O H.; SOUZA, J. K. S.; LIMA, C. T.; SANTOS, J. R.; MARINHO, A. A. **Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de reciclagem para minimização dos impactos ambientais**. Ciências exatas e tecnológicas: Maceió, 2014.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria da Educação. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Manual para Gestão de Resíduos em Construções Escolares**. São Paulo, 2010.

SAVI, A. E. **O ambiente construído**. Santa Catarina: Arquitetura, História e patrimônio, 2016. Disponível em:
<<https://arquiteturahistoriaepatrimonio.wordpress.com/2016/10/08/o-ambiente-construido/#:~:text=O%20ambiente%20constru%C3%ADdo%20%C3%A9%20espa%C3%A7o,ambiente%20social%2C%20cultural%20e%20psicol%C3%B3gico.>>
Acesso em: 02 mai. 2021.

SCALONE, P. A. **Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil: Estudo de Caso em Empreendimento Comercial e Residencial em Londrina/PR**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Londrina, 2013.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SCHWENGBER, E. R. **Resíduos da construção civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2015.

SILVA, R. P. **Gestão dos resíduos de construção civil integrada resolução 307 do CONAMA: uma aplicação de casa no município de Taubaté**. Universidade de Taubaté: Taubaté, 2010

SIMÃO, G. L. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PGRSCC**. Nativa Incorporações Imobiliárias Ltda: Guaratuba – PR, 2021.

Disponível em:

><http://portal.guaratuba.pr.gov.br/docsconsultas/malibu/PGRSCRETIFICADO2021.pdf><. Acesso em: 01 abr. 2021.

SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Cartilha de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 3. ed. rev. e aum. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2008.

SOUSA; V M, J. J.; ARAÚJO, D. **O ambiente construído a questão ambiental**.

Disponível em: <http://www.infohab.org.br/encac/files/1999/ENCAC99_167.pdf>.

Acesso em: 3 mai. 2021.

SOUZA, U. E. L. et al. **Diagnóstico e Combate à Geração de Resíduos na Produção de Obras de Construção de Edifícios: uma abordagem progressiva**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, dez. 2004.

SOUZA, B. A. *et al.* **Análise dos indicadores PIB nacional e PIB da indústria da construção civil**. Revista de Desenvolvimento Econômico: Salvador, 2015.

TOZZI, R. F. **Estudo da Influência do Gerenciamento na Geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) – Estudo de Caso de duas obras em Curitiba/PR**.

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

VALOTTO, D. V. **Busca de informação: gerenciamento de resíduos da construção civil em canteiro de obras**. Monografia – Universidade Estadual de Londrina: Londrina, 2007.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. **Viabilidade Técnica da Utilização de Concretos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 47-63, dez. 2004.

VIMIEIRO, G. V.; PEREIRA, L. Z.; LANGE, L. C. **Trabalho e qualidade de vida em usinas de triagem e compostagem de resíduos urbanos**. Revista de

Administração FACES Jornal, Belo Horizonte, 2009. Disponível em:

<<http://www.fumec.br/revistas/facesp/article/view/149/146>>. Acesso em: 15 mai. 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso planejamento e método**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZORDAN, S. E. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. São Paulo, 2001.



ISSN: 2675-1879

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

DISPOSAL OF WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION

ACÁCIO ALEXSANDER DO CARMO
ALINE KAREN LUIZ
CLEIRINE DE SÁ BEZERRA
MARCONI LACERDA PIRES
RAQUEL FERREIRA DE SOUZA

RESUMO

A construção civil vem crescendo de forma considerável nas últimas décadas no Brasil, e apesar de proporcionar inúmeros benefícios tanto econômico quanto social ao país, o setor traz atrelado ao seu crescimento problemáticas ambientais preocupantes. Atualmente, o setor da construção civil é um dos maiores consumidores dos recursos naturais não renováveis, e um dos maiores geradores de resíduos sólidos. Sabendo que a extinção dos recursos naturais é um problema que afeta toda a sociedade, e que a destinação irregular dos resíduos sólidos e seu mau reaproveitamento causam danos irreparáveis ao meio ambiente, surge a preocupação em buscar medidas que mitiguem os impactos ambientais causados por esses resíduos provenientes da construção civil.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Construção Civil. Meio Ambiente.

ABSTRACT

Civil construction has grown considerably in the last decades in Brazil, and despite providing numerous economic and social benefits to the country, the sector has brought to its growth problematic environmental problems. Currently the construction industry is one of the largest consumers of non-renewable natural resources, and one of the largest generators of solid waste, knowing that the extinction of natural resources is a problem affecting the whole society, as well as the irregular disposal of waste Solids and bad reutilization cause irreparable damage to the environment, there is a concern to seek measures that attenuate the environmental impacts caused by waste from construction.

Keywords: Solid Waste. Civil Construction. Environment.

Correspondência/Contato

FEAMIG

Rua Gastão Bráulio dos Santos, 837
CEP 30510-120
Fone (31) 3372-3703
<http://www.feamig.br/revista>

Editora responsável

Raquel Ferreira de Souza
raquel.ferreira@feamig.br

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades mais antigas de que se têm conhecimento, e desde o princípio da humanidade vem produzindo grande quantidade de resíduos de variados tipos. Apesar de a indústria da construção civil ser reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, ela também é um setor que gera diversos impactos ambientais negativos, seja na extração dos recursos naturais não renováveis, seja na destinação final dos resíduos gerados.

Estima-se que o setor utilize entre 20% e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade, e gere aproximadamente 40% dos resíduos totais produzidos (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

A geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) deve-se, em grande parte, às perdas de materiais de construção nas obras provenientes de desperdícios no seu processo de execução, pelos restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento, à falta de controle durante a obra e de processos de reutilização e reciclagem no canteiro, dentre outros. Outras atividades causadoras de RCC são as reformas e demolições que geram Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

A autoconstrução e as pequenas reformas feitas com a contratação de pequenos empreiteiros são responsáveis por parte dos RCC e, embora gerem pequenos volumes, na maior parte dos casos são transportados de forma inadequada e descartados em locais impróprios, trazendo desconforto à população do entorno.

O Brasil começou a ter consciência da problemática dos resíduos sólidos um pouco tarde, o que fez surgir danos irreparáveis ao meio ambiente. A ideia da construção sustentável foi discutida no conteúdo da Agenda 21, um documento assinado por 179 países na cidade do Rio de Janeiro em 1992 durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a ECO-92, baseava-se em formas de construção que trouxessem os menores prejuízo ao meio ambiente.

Sendo assim, é necessário um estudo sobre a definição, identificação e classificação dos resíduos gerados, bem como o levantamento dos impactos ambientais negativos. Nesse sentido, o conhecimento da realidade municipal é de vital importância para a manutenção da qualidade ambiental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos da Construção Civil

A geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) se deve, na grande maioria, às perdas de materiais de construção nas obras através do desperdício durante o seu processo de execução, assim como pelos restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento (LIMA; LIMA, 2012).

De acordo com o Sal e Silva (2020) vários fatores contribuem para a geração de RDC como: problemas nos memoriais descritivos e projetos, falta de uma boa qualificação de mão de obra, armazenamento e transportes incorretos dos materiais, técnicas errôneas para demolição ou construção, falta de etapas na reciclagem e reutilização do canteiro, baixa qualidade dos materiais, manejo, ineficiência ou falta de mecanismo de controle durante a obra.

Na Figura 1, é possível verificar os valores percentuais da origem dos resíduos da construção civil e percebe-se que os valores referentes às reformas representam mais que a metade do total dos RCC gerados.



Figura 1: Levantamentos por topografia convencional

Fonte: <www.agrimensordofuturo.com/post.cfm?id=40>. Acesso em 01 de jan. 2017.

As pequenas reformas feitas com a contratação de pequenos empreiteiros e a auto-construção são responsáveis por parte dos RCC mesmo que em pequenos volumes, pois, na maioria das vezes são transportados de forma inadequada e descartados em locais inapropriados, gerando desconforto à população do entorno, uma vez que junto com os RCC também são descartados pneus, móveis, resíduos domésticos, animais mortos etc.

2.2 Classificação dos Resíduos

Os resíduos da construção civil gerados são aqueles oriundos de construção, demolição e reformas, esses resíduos são definidos em quatro classes, que devem ser tratados

conforme a classe que se encontra. Segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, o RCC é dividido em 4 classes: classe A, classe B, classe C e classe D.

- Classe A, são os resíduos oriundos da construção, demolição, reformas e ampliação, que podem ser reutilizados ou recicláveis, tais como as cerâmicas, restos de argamassa, concreto, na produção de peças pré-fabricadas que são produzidas no local da obra são os blocos, tubos e meio fio, esses resíduos deverão ser reaproveitados ou reciclados como agregados graúdos ou miúdos, em locais próprios de aterro de RCC, sendo depositados de modo que permita o aproveitamento ou reciclagem;
- Classe B, são os resíduos que poderão ser reutilizados, como plástico, papel, madeira, metal, vidro e gesso, esses resíduos devem ser armazenados em locais que permitam a reutilização futura;
- Classe C, são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- Classe D, são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (CONAMA, 2002).

De acordo com São Paulo (2010), o agrupamento em classes considera distinção relativa à possibilidade de sua valorização. Deste modo a classe A e B agrupam os resíduos considerados valorizáveis e as classes C e D os não valorizáveis.

É de extrema importância esta fase de caracterização do RCC pois é ajuda a identificar e quantificar os resíduos e, desta forma, realizar o planejamento adequado, visando a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final de forma correta.

2.3 Legislação e Políticas Públicas

O projeto de lei 1.991/07, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, define o tratamento de resíduos sólidos e os tipos de resíduos, bem como a responsabilidade dos grandes geradores e dos consumidores comuns. Define, também, o sistema de logística reversa, em que gerador é extremamente responsável pelo destino final do seu produto pós-consumo (BRASIL, 2007).

A Resolução n.º 307 do CONAMA, de 5 de julho de 2002, art. 5º, surgiu da necessidade de solucionar problemas da imensa geração dos resíduos gerados pela indústria da construção civil e de seus impactos ambientais, sociais e econômicos. Veio para priorizar a geração dos resíduos da construção civil, regulamentar o descarte de resíduos sólidos em locais inadequados, como aterros sanitários, bota-fora, locais de proteção ambiental, encostas e outras áreas protegidas por lei.

Além de tratar da disposição e encaminhamento dos resíduos sólidos gerados pela indústria da construção civil, a Resolução traz o princípio da viabilidade econômica e técnica da fabricação de materiais produzidos a partir da reciclagem dos RCC, alinhado ao princípio

da gestão integrada dos RCC, com objetivo de gerar benefício para a população nas esferas ambiental, social e econômica (SILVA, 2010).

Em relação à responsabilidade, a Resolução obriga os municípios a elaborem um Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC que incorpore um Programa Municipal de Gerenciamento dos RCC para geradores de pequenos volumes que, conforme Pinto e Gonzáles (2005), podem corresponder a 75% dos resíduos gerados pelos municípios brasileiros.

O gerenciamento dos resíduos da construção civil, baseado na Resolução n.º 307 do CONAMA (2002), segue a seguinte linha:

- caracterização: identificação e quantificação dos resíduos;
- triagem: preferencialmente na obra, respeitadas as quatro classes estabelecidas;
- acondicionamento: em conformidade com as características dos resíduos e com as normas técnicas específicas; e
- destinação: designada de forma diferenciada, conforme as quatro classes Estabelecidas (CONAMA, 2002).

Na ausência de alternativas para a redução dos resíduos na geração e administração devem ser elaborados programas de gestão integrada de gerenciamento de resíduos da construção civil, a serem implantados pelos municípios e pelo Distrito Federal. Esse plano incorpora um programa municipal de gerenciamento dos RCC e projetos para o gerenciamento desses resíduos.

Uma ferramenta disponível e eficiente capaz de auxiliar na redução dos resíduos gerados na construção civil e minimizar os impactos que os mesmos causam é a utilização o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) que tem como objetivo o levantamento de todo ciclo de vida dos resíduos, desde a sua geração até seu descarte final através de suas etapas confirme Figura 2.



Figura 2: Etapas para a implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção

Fonte: SÃO PAULO (2010).

É fundamental que todos os procedimentos operacionais do PGRCC sejam considerados na sua elaboração e os princípios e métodos seja a tradução do projeto. Ressalta-se que o gerenciamento dos resíduos é um tema muito importante e deve ser pautado na classificação dos resíduos gerados obrigatoriamente conforme CONAMA n° 307 (CONAMA, 2002) Classes A, B, C e D definidas em sua resolução (ROS; MAZONI, 2006).

2.4 Geração dos Resíduos da Construção Civil

Com o aumento da geração de resíduos da construção civil, os impactos causados no meio ambiente se elevam. Ao consumir um produto, existe uma cadeia por trás disso, que consiste basicamente na extração de matéria prima, produção e no transporte até o atacado. Durante o processo há gastos de energia, água e também com o combustível do transporte. Assim quando há desperdício em obras, consequentemente aumenta-se o consumo de materiais, extração de matéria prima, gastos com energia, água e combustível, aumento da poluição e da geração de resíduos (SCALONE, 2013).

Durante muitos anos não houve estimativa do desperdício de materiais de construção nos processos produtivos, também não havia dados referentes à natureza das atividades construtivas, da participação dos diversos agentes na construção das edificações

e da origem dos resíduos gerados no canteiro de obras. Atualmente, os dados das informações referentes à geração dos resíduos, exibem índices de perdas na construção civil, os quais têm alta incidência em sua composição (SILVA, 2010).

As principais razões para geração de resíduos são: falhas de projeto, projetos que não estão compatíveis, falta de procedimentos padronizados de serviços e o armazenamento e transporte inadequado de materiais no canteiro. Em reformas, a falta de conhecimento para reutilização e reciclagem de materiais e do potencial de um resíduo reciclado ser utilizado como material de construção é visto como as principais causas de geração de resíduos (CASTRO, 2012).

De acordo com Silva (2010) pesquisas indicam que o crescimento do desperdício na indústria da construção civil oscila entre 7% e 8%, somando as perdas de materiais que consequentemente tornam-se entulhos, onerando a obra com despesas de sua retirada e encaminhamento. Entretanto, a complexidade e a dificuldade de levantar estimativas do volume de RCC desperdiçado, dificultam a estimativa de um valor que essas perdas representam para o setor da construção civil.

2.5 Gestão dos Resíduos da Construção Civil

De acordo com Pinto (1999), a maior parte das atividades realizadas pelo setor da construção civil dá origem aos entulhos, isso se deve pelo processo construtivo, que é onde acontece o maior índice de perdas de materiais. Ainda em seu estudo, em média, a geração per capita de resíduos oriundos da construção civil no Brasil é de 510 kg habitante por ano.

Com o objetivo de reduzir a geração dos resíduos da construção civil, a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, indica que os geradores devem visar em primeiro lugar a não geração de RCC e, na ordem de prioridade, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Sendo assim, os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de vazadouros, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (CONAMA, 2002).

Além do PGRCC, é muito importante para uma gestão de resíduos eficiente (Figura 3), que no projeto do empreendimento já se planeje utilizar métodos ou materiais que visem à redução de resíduos. Com a implantação do PGRCC é essencial que seja cobrado ao máximo a redução, reutilização e reciclagem no próprio canteiro. Caso não haja a possibilidade, o ideal é que os resíduos fossem transportados até um local licenciado, onde há a triagem dos materiais, que posteriormente terão sua destinação final adequada.

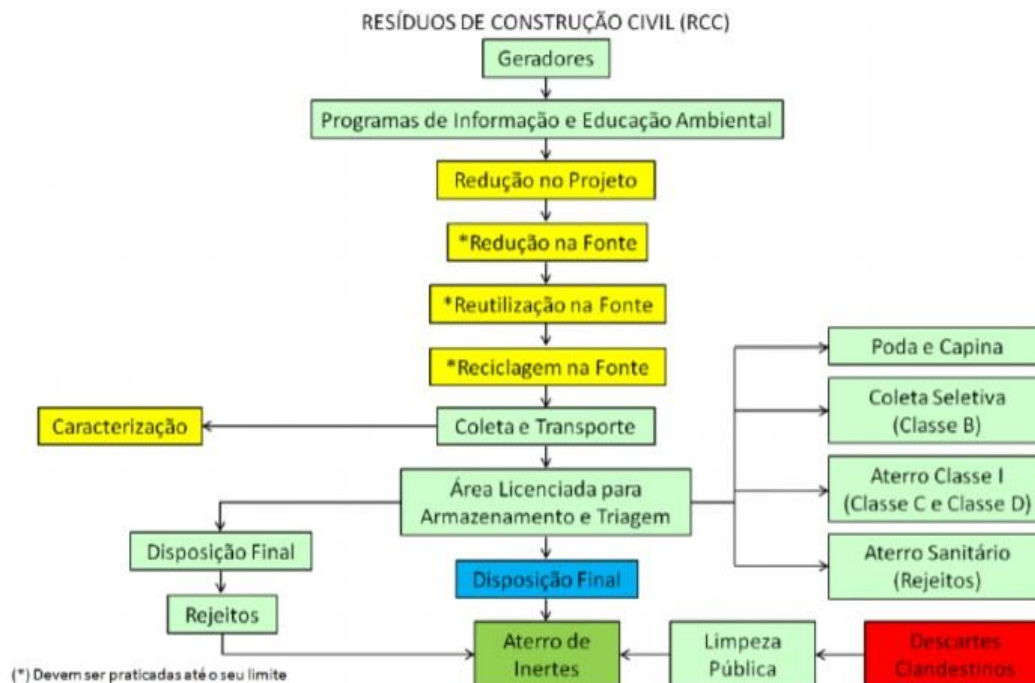


Figura 3: Gestão dos resíduos de construção civil

Fonte: MARTINS (2012)

A geração de resíduos deve ser foco de estudo por tempo indeterminado, e deve envolver as empresas privadas, as entidades públicas e toda a sociedade. O poder público tem como responsabilidade garantir a gestão eficiente dos resíduos, por meio da legislação e fiscalização. As empresas privadas são responsáveis em elaborar e executar os planos de gerenciamento. Recolher e designar de forma apropriada os resíduos é uma atividade que irá trazer vantagens ambientais como sociais, econômicas e de bem-estar para a sociedade (SCHNEIDER, 2003).

2.6 Destinação final dos Resíduos da Construção Civil

É significativa a quantidade de resíduos domiciliares cujo destino é em lixões ou aterros controlados e, é preocupante o desconhecimento do poder público municipal sobre a destinação dos resíduos industriais (IBGE 2000). As informações sobre a geração e a destinação de RCC no Brasil são escassas, mas a participação no Produto Interno Bruto do setor de atividade da qual se originam, é significativa.

Segundo Oliveira e Mendes (2008) as problemáticas ambientais envolvendo a grande geração de resíduos da construção civil são notórias, bem como as inúmeras interferências no meio ambiente devido ao acúmulo e destinação inadequada para tal resíduo. Mesmo diante desse quadro, percebe-se ainda uma tímida reação, tanto por parte do setor público como do setor privado, no sentido de buscar saídas eficazes transcritas em mecanismos de absorção desse resíduo como agregado que possa ser incorporado ou mesmo substituir re-

ursos naturais em linhas de produção, ou até mesmo no seu retorno para as fontes geradoras, como insumo.

Os resíduos devem ser destinados segundo sua classificação na Resolução CONAMA nº 307 (CONAMA, 2002):

- I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução 448/12);
- II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (nova redação dada pela Resolução 448/12) (CONAMA, 2002).

Tanto os transportadores quanto as empresas que fazem a destinação final precisam ter licença ambiental e seguir normas técnicas, como descrito na Resolução CONAMA No 307 (BRASIL, 2002). No entanto, de acordo com Pucci (2006), muitas normas técnicas estão sendo revisadas e outras ainda estão sendo elaborados, pois não havia nenhuma norma específica anteriormente, como a relativa à destinação de gesso e seus subprodutos.

A destinação dos RCC deve ser feita de acordo com o tipo de resíduo. Os RCC classe A deverão ser encaminhados para áreas de triagem e transbordo, áreas de reciclagem ou aterros da construção civil. Já os resíduos classe B podem ser comercializados com empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam esses resíduos ou até mesmo serem usados como combustível para fornos e caldeiras. Para os resíduos das categorias C e D, deverá acontecer o envolvimento dos fornecedores para que se configure a corresponsabilidade na destinação dos mesmos (LIMA; LIMA, 2012).

2.6.1 Reutilização

Os RCC, dependendo da sua classificação, deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; ou deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (SCHNEIDER, 2003).

A reutilização de produtos alternativos gera benefícios ambientais. A inserção de um produto reciclado novamente na cadeia produtiva, é um método de disposição para muitos resíduos, já que naturalmente a indústria da construção civil é responsável por gerar grandes volumes e causar grandes impactos no meio ambiente. Fabricantes, varejistas e construtores descartam grandes quantidades de um número ilimitado de resíduos sólidos, como

madeira, blocos, telhas, tintas, latas, gesso, vidro, papelão, e plástico, entre outros insumos (SILVA, 2010).

Segundo Oliveira (2010), cada PGRCC poderá admitir os melhores procedimentos para a reutilização dos materiais na própria obra, e quais entulhos poderão ser encaminhados para a reciclagem, contribuindo desta forma, não apenas para a diminuição da quantidade de entulho gerada, para a minimização dos depósitos de material, evitando-se a retirada de novas matérias-primas do meio ambiente, e também podendo reduzir os custos.

2.6.2 Reciclagem

Sabendo-se que é praticamente impossível a total ausência de resíduos numa obra, uma das soluções para estes materiais é a reciclagem, fazendo com que permaneçam em utilização o maior tempo possível. A reciclagem nada mais é que a preparação do entulho para substituir materiais convencionalmente usados na construção civil, com propriedades suficientes para se obter a qualidade desejada (ZORDAN, 2001).

O resíduo da construção civil apresenta um grande potencial de reutilização, principalmente os denominados e classificados como classe A, que segundo a Resolução n.º 307 do CONAMA (2002) são os agregados reutilizáveis e recicláveis, como alvenaria, concreto, argamassas, e solos, entre outros, que são separados por cores.

O processo de reciclagem dos resíduos de construção é constituído das etapas de triagem, homogeneização, trituração, extração de materiais metálicos, eliminação de contaminantes e estocagem para expedição. O mercado brasileiro apresenta sinais de interesse no sentido de explorar o negócio de reciclagem na construção civil e não apenas o negócio de transporte, com experiências limitadas em ações das municipalidades (PINTO, 2005).

2.6.3 Compostagem

Utilizadas no Brasil desde o final da década de 1960, as usinas de triagem e compostagem têm sido consideradas uma opção adequada para a destinação dos resíduos sólidos urbanos, conforme o que preconiza a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o fim dos lixões (BATALHA, 2015).

Compostagem é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. Esse processo tem como resultado o composto orgânico que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente. (CEMPRE, 2018).

Os resíduos orgânicos são considerados uma fonte geradora de impactos ambientais provenientes da geração de gases, líquidos percolados, atração de animais vetores, danificação de equipamentos e estruturas (ALBUQUERQUE NETO et al., 2007).

Entretanto, ainda, são poucos os municípios brasileiros que possuem essa forma de disposição e tratamento de resíduos, sendo a maior parcela do resíduo doméstico encaminhada para os lixões, aterros controlados e aterros sanitários. Segundo D'almeida e Vilhena (2010) dentre os 37 municípios brasileiros no ano de 1990 que operavam usinas de compostagem utilizando o método natural, os quais desse total dezessete se encontram paradas ou desativadas, cinco em obras e quinze em operação. Já as usinas que operam pelo método acelerado na mesma ocasião, desse total sete estavam paradas ou desativadas, dez em obras e três operando. O que mostra a evidência da dificuldade de trabalho com compostagem de resíduos no Brasil.

3 METODOLOGIA

De acordo com Bruyne (1991), a construção de um trabalho científico não deve envolver somente a explicação teórica sobre o tema e tudo o que o envolve, como exigência normatizadas ou os conceitos apresentados por autores em matéria de metodologia de pesquisa científica, mas também explicar de forma dinâmica quais foram os métodos empregados.

O tipo de pesquisa utilizado neste estudo é a pesquisa básica dado que, realizou-se captação e acúmulo de informações e conhecimento que auxiliaram a encontrar, por meio do tratamento desses dados, resultados sobre a destinação dos resíduos provenientes da construção civil.

O presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa por apresentar conhecimento e análise dos resíduos provenientes da construção civil, seus impactos ambientais e propostas que diminuam os impactos causados ao meio ambiente.

Quanto aos fins, a pesquisa pode ser classificada como exploratória e, ao mesmo tempo descritiva. Exploratória, porque o estudo explora os resíduos provenientes da construção civil e as consequências na destinação inadequada dos mesmos, visto que mesmo existindo legislação vigente indicando a correta destinação, existem pessoas físicas e jurídicas (empresas) que fazem o descarte inapropriado. E descritiva porque tudo o que for observado será descrito, isso com vista a expor as características claras na escolha da destinação correta de cada resíduo.

Quanto aos meios, a pesquisa deste estudo é classificada como uma pesquisa bibliográfica, pois é um estudo desenvolvido a partir da análise de materiais já publicados que abordaram os tipos de resíduos provenientes da construção civil e as devidas destinações, seus impactos ambientais e as alternativas que possibilitam diminuir os impactos causados ao meio ambiente.

Quanto a amostra deste estudo é classificada como não probabilística, sendo que a seleção foi feita por acessibilidade e tipicidade, onde os elementos pesquisados são considerados representativos da população-alvo. As amostras estudadas são baseadas em conceitos e fundamentos dos resíduos provenientes da construção civil, bem como sua destinação, impactos ambientais causados e das alternativas de diminuição destes impactos.

A coleta de dados se deu por meio de informações, pesquisas, vídeos, conteúdos diversos, que tratam sobre o tema. As conclusões extraídas na pesquisa serão baseadas nos fatos e dados apresentados, cuidadosamente analisadas e organizadas para melhor entendimento sobre a destinação dos resíduos provenientes da construção civil durante a elaboração da pesquisa.

Este estudo descreveu o conceito e classificação dos resíduos sólidos, as legislações vigentes, a geração, gestão e destinação final destes resíduos e os impactos ambientais que podem ser causados. Os limitadores desta pesquisa devem-se a falta de uma análise mais abrangente em campo e elaboração de entrevistas em construtoras para analisar sobre a gestão dos resíduos gerados nas obras, além limitação encontrada na pesquisa foi o isolamento social enfrentado pela população devido à pandemia causada pelo novo Covid-19, que impediu encontros presenciais, visitas de campo para coleta de dados e amostras para discussão e análise de dados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Classificação e Destinação Adequada dos Resíduos da Construção Civil

A classificação dos resíduos pode ser feita quanto à periculosidade, de acordo com a Norma Brasileira - NBR 10.004 (ABNT, 2004) e na resolução do CONAMA no 307 (BRASIL, 2002) divide os resíduos de construção civil em quatro classes.

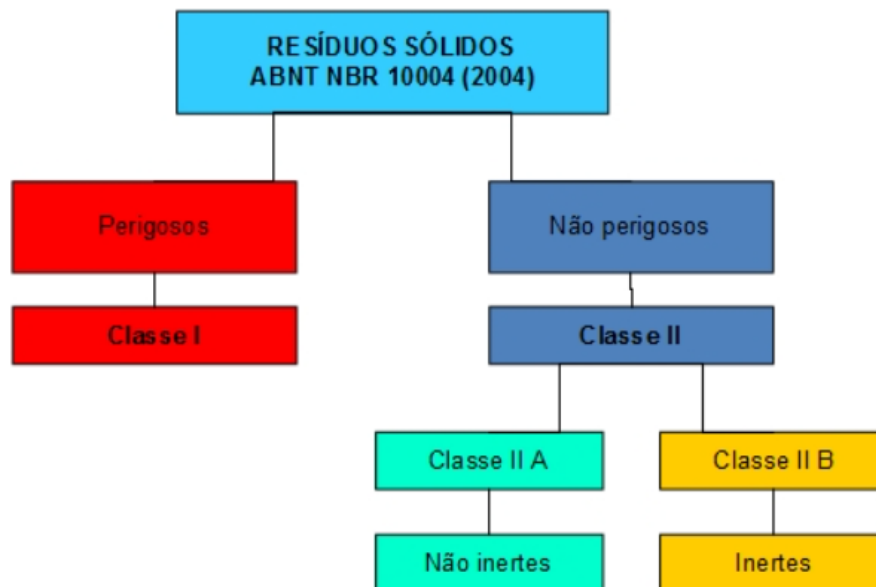


Figura 4: Classificação dos resíduos segundo a NBR 10.004 quanto a periculosidade

Fonte: Veit, 2009.

Conforme Figura 4, a classificação dos resíduos quanto à periculosidade, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), é dividida entre Classe I ou II. Os resíduos Classe I são classificados como perigosos, quando oferecer riscos à saúde pública, fazendo com que haja mortes, cause doenças ou acentue seus índices, e quando oferecer riscos ao meio ambiente. Um resíduo também pode ser perigoso se estiver no Anexo A ou B da NBR 10.004 ou se apresentar pelo menos uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade (ABNT, 2004). São exemplos de resíduos perigosos na construção civil: tinta, solvente e óleo.

Os resíduos Classe II A são classificados como não perigosos e não inertes e tem como características biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Se o resíduo entrar contato com água destilada ou desionizada, em temperatura ambiente, não havendo nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações maiores que os padrões de potabilidade de água, exceto o aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, é classificado como Classe II B – Não perigosos e Inertes (ABNT, 2004)

De acordo com Degani (2003), o entulho (argamassa, tijolo, telha, cerâmica, concreto e solo de escavação) é caracterizado como resíduo Classe II B. No entanto, no Brasil é comum depositarem resíduos domiciliares em caçambas estacionárias, assim muitas vezes o material coletado não é constituído apenas por resíduo Classe II B.

Para se avaliar a composição média dos RCC, vários fatores devem ser considerados, tais como a tipologia construtiva utilizada, as técnicas construtivas existentes e os materiais disponíveis em cada região. Ainda nesse contexto, devem ser considerados os índices de

perdas de materiais mais significativos, ou seja, a composição do RCC também é um reflexo dos insumos que têm os índices de desperdício mais elevados no setor. Todos esses fatores influenciarão a composição do resíduo de construção e demolição (LEITE, 2001).

Com relação à destinação dos RCC, esta é de responsabilidade de seu gerador, incluindo ações voltadas a seu reuso, reciclagem ou destinação responsável (BRASIL, 2002). No Brasil, são gastos em torno de R\$ 2 milhões por mês com o recolhimento de entulho disposto clandestinamente em centros urbanos acima de 2 milhões de habitantes. Pode-se dizer que mais da metade do entulho é disposto irregularmente na maioria dos centros urbanos brasileiros de médio e grande portes (BLUMENSCHNEIN, 2007).

A principal forma de reciclagem de RCC consiste na moagem do resíduo e sua posterior utilização na confecção de concretos, argamassas ou na execução de bases de pavimentação”, e a aplicação do material reciclado depende das características e propriedades dos RCC, os que contêm “grandes quantidades de resíduos pétreos, que, ao atenderem especificações relacionadas à granulometria, resistência dos grãos, teor de impurezas, e outros, tornam-se similares aos agregados de fontes naturais, substituindo-os com sucesso e menor custo (KUNKEL, 2009, p. 20).

Na Figura 5, tem-se o fluxograma que ilustra os resíduos encontrados nas caçambas por Kunkel (2009), com suas respectivas classificações, auxiliando na discriminação no momento da reciclagem e as destinações corretas de cada resíduo gerado.

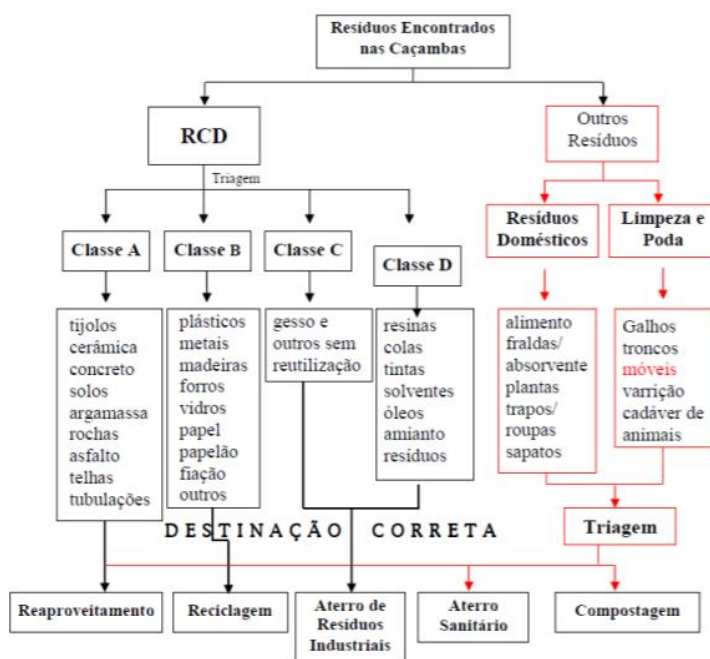


Figura 5: Ilustração dos resíduos encontrados em caçambas e a destinação correta
Fonte: Kunkel, 2009

Para que a gestão de resíduos da construção civil seja eficiente, o entendimento dos colaboradores quanto aos motivos que levaram à execução de determinadas práticas na obra é fundamental. Promover a educação ambiental tem como seu principal objetivo o fomento à participação e mobilização comunitárias, através da difusão e incorporação de conceitos e práticas, de forma de induzir dinâmicas sociais, promovendo abordagem colaborativa e crítica das realidades socioambientais e uma compreensão autônoma e criativa dos problemas que se apresentam e das soluções possíveis para eles (LEME, SILVA, 2010).

4.2 Quantitativos dos Resíduos Gerados na Construção Civil

A determinação de dados quantitativos dos resíduos, como a quantidade nacional gerada, os locais de produção e a sua periculosidade, é de grande importância para a sua localização dentro do cenário econômico, social e político do local onde ele é gerado. Os inventários de resíduos são certamente as fontes mais fáceis de obtenção destas informações, mas nem sempre eles existem ou estão disponíveis (ÂNGULO; ZORDAN, 2001).

Segundo Oliveira e Mendes (2008) nas construções civis realizadas nos municípios brasileiros nota-se a geração de uma grande quantidade de entulho, evidenciando um desperdício irracional de material: desde a sua extração, passando pelo seu transporte e chegando à sua utilização na obra. Outro ponto preocupante dessa questão é a não realização da segregação desses materiais que vão para descarte, o que gera a contaminação desses materiais que poderiam ser reciclados e novamente empregados nas obras de engenharia, por tintas, solventes, etc.

Para Zordan (2001) o fato de muitos países se darem conta de que os métodos organizacionais e produtivos, na construção civil, precisam mudar, acontece não só devido ao elevado desperdício de tempo e materiais e seus consequentes e indesejados impactos nos custos finais, mas também porque as áreas urbanas destinadas a deposição de resíduos estão se tornando cada vez mais escassas.

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) causam tantos problemas à vida urbana e ao meio ambiente que a melhor solução é que o mesmo seja visto como fonte de materiais que podem ser reutilizados na construção civil e pavimentação. Guimarães et al. (2005) afirmam ainda que, além de atrair a deposição de outros resíduos no local, também acarrete um ciclo vicioso de gastos públicos com limpeza, uma vez que mais lixo será depositado ali posteriormente (OLIVEIRA, MENDES, 2008).

De acordo com Motta e Fernandes (2003), relata que os resíduos gerados possuem uma considerável heterogeneidade em termos da sua composição. Sua quantidade varia de 54% a 70% dos resíduos sólidos urbanos de cidades brasileiras como o Rio de Janeiro e Belo Horizonte, representando uma geração per capita entre 0,4 e 0,76 t /hab./ano.

No Brasil, a tarefa de quantificação é ainda mais difícil, pois uma importante fonte na geração de RCD são os geradores informais, para os quais dados estatísticos estão indisponíveis e podem representar uma parcela importante dos RCD gerados em um município (MMA, 2010).

A população brasileira apresentou um crescimento de 0,75% entre 2016 e 2017, enquanto a geração per capita de RSU apresentou aumento de 0,48%. A geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período, atingindo um total de 214.868 toneladas diárias de resíduos no país

A ABRELPE (2020) divulgou em seu Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, um comparativo feito para os anos de 2010 e 2019 do total de RCD coletado no Brasil conforme Figura 6. Os RCD coletados pelos municípios registraram aumento quantitativo no período analisado, passando de 33 milhões de toneladas, em 2010, para 44,5 milhões, em 2019. Com isso, a quantidade coletada per capita cresceu de 174,3 kg para 213,5 kg por habitante, por ano.

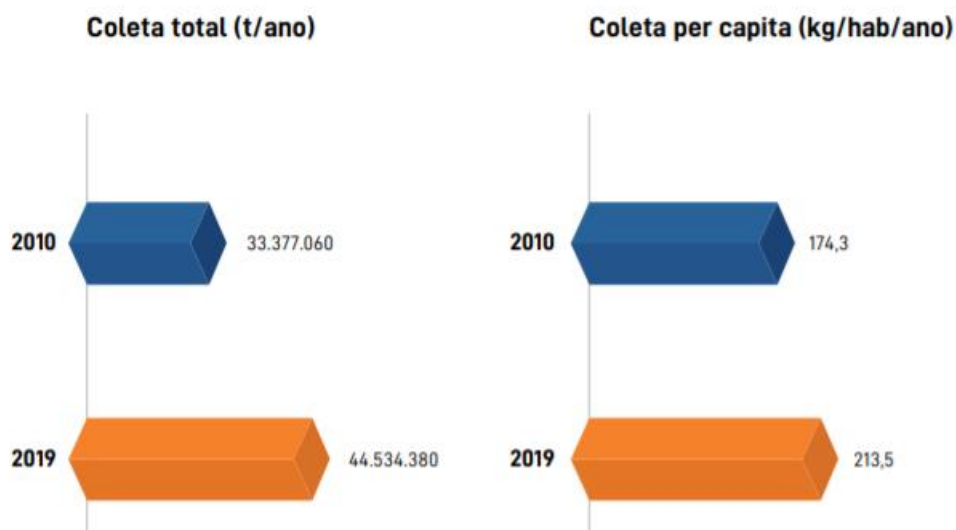


Figura 6: Total de RCD coletado no Brasil em 2010 e 2019

Fonte: ABRELPE, 2020

Entretanto, as projeções dos resíduos não incluem os RCD oriundos de demolições e construções coletados por serviços privados, os quais constituem a grande maioria do total de RCD gerado. Também não estão incluídos os resíduos informais que são descartados de qualquer forma.

4.3 Impactos Ambientais Causados pela Geração de Resíduos na Construção Civil

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo de crescimento econômico e social. Contudo, também se constitui em uma atividade potencialmente geradora de impactos ambientais devido a capacidade de mudança da paisagem, o excessivo consumo de recursos naturais e a elevada geração de resíduos, a construção civil configura-se como uma (KARPINSK *et al*, 2009).

De acordo com Pinto e Gonzáles (2005), em cidades de médio e grande porte do Brasil, os resíduos da construção civil correspondiam de 41 a 70% do total dos resíduos gerados nestes municípios, com análise de dados realizada no período de 1990 até 2001. Para Azevedo, Kiperstok e Moraes (2006), o principal problema dos resíduos de construção civil, do ponto de vista ambiental, é a sua disposição irregular, incentivando a criação de pontos de despejo inadequados.

O site do Ministério do Meio Ambiente informa que o Conselho Internacional da Construção – CIB,

Aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente (MMA, 2010).

Os RCC representam um grave problema em muitas cidades brasileiras. Por um lado, a disposição irregular destes resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública conforme apresentado no Quadro 1. Por outro lado, eles representam um problema que sobrecarrega os sistemas de limpeza pública municipais, visto que, no Brasil, os RCC podem representar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (FERNANDES, 2012).

TIPOS DE PROBLEMAS	DESCRIÇÃO
Aterramento de banhados e nascentes	<ul style="list-style-type: none"> - Os banhados são aterrados com materiais da construção civil, gerando um grave problema ambiental; - Deposições de RCC em leitos de rio que causam assoreamento dos cursos d'água, degradação de áreas de manancial e de proteção ambiental permanente. - As áreas de bota-fora de RCC próximas a talvegues, encostas, redes de drenagem e córregos podem provocar assoreamento dos rios e obstrução de redes de drenagem; - A existência e acúmulo de RCC podem gerar riscos ainda por sua periculosidade, podendo degradar áreas de mananciais e preservação permanente.
Contaminação do Solo	<ul style="list-style-type: none"> - Possuem em sua composição materiais indesejáveis, tais como cimento, amianto, gesso de construção e alguns resíduos químicos que, se depositados inadequadamente, podem provocar graves impactos ao meio ambiente e prejuízos para a sociedade.
Poluição Hídrica	<ul style="list-style-type: none"> - Deposição ilegal ou irregular dos resíduos causa obstrução de córregos provocando inundações, contaminação dos recursos hídricos dos corpos de drenagem provocando inundações, assoreamento e contaminação dos recursos hídricos.
Poluição Visual	<ul style="list-style-type: none"> - Causado pelo expressivo volume gerado e da sua disposição ilegal em locais inadequados, tais como ruas, calçadas, terrenos baldios, encostas, leitos de córregos e rios, etc. - Junto com o lixo domiciliar que traz parcela de resíduos orgânicos, estas áreas podem se transformar em locais com incidência de insetos e roedores (moscas, mosquitos, baratas, escorpiões e ratos), trazendo riscos à saúde da população.

Quadro 1: Impactos Ambientais Causados pela Geração pelo RDC

Fonte: ABRELPE, 2017

Os banhados contribuem na alimentação dos corpos de água, uma vez que esses banhados são aterrados e ocupados, diminui o aporte de água para os corpos de água e aumenta a poluição do lençol freático. Nas áreas de bota-fora, com o assoreamento dos rios e obstrução de redes de drenagem, pode aumentar os custos com limpeza pública e os riscos de enchentes e de deslizamento de encostas.

Devido aos custos com descartes especiais destes resíduos e outros resíduos industriais, tais como latas de tinta, solventes, estes podem ser encontrados dispostos ilegalmente nos pontos de bota-fora de RCC clandestinos e poderão representar graves riscos sanitários e ambientais para a localidade em decorrência do risco de contaminação do solo e das águas. A reciclagem também pode gerar resíduos, cuja quantidade e características vão depender do tipo de reciclagem escolhida.

Diante disso, entende-se a necessidade e a importância do gerenciamento dos resíduos gerados, realizar o reuso quando possível, o descarte correto e a reciclagem entre outros métodos que possam minimizar os impactos causados pela geração de resíduos da construção civil.

4.4 Melhorias que Possam Diminuir os Impactos Causados ao Meio Ambiente

Algumas medidas podem ser tomadas, a fim de evitar ou minimizar os impactos gerados por pelo setor da construção civil. Há soluções que, apesar de serem simples e

práticas, podem trazer grandes benefícios ao meio. Uma simples organização da obra evita o desperdício de materiais e consequentemente beneficia o meio ambiente. Também propicia um ambiente mais limpo, agradável e também ajuda no desenvolvimento da construção.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos apresenta a repartição das responsabilidades a respeito da gestão dos resíduos. A regulação dessa política transcende o setor público e atinge as empresas privadas e a sociedade em geral. Os resíduos sólidos da construção civil produzidos, por exemplo, dentro de um canteiro de obras, ou advindos de pequenos produtores consumidores, gera um grande impacto ambiental caso tenha a destinação final inadequada. A produção do RCC é considerada atividade lesiva ao meio ambiente se não houver o manejo e a gestão adequada dos resíduos produzidos (SCHWENGBER, 2015).

Segundo Karpinski *et al.* (2009, p. 22), “para avaliar o nível de impacto causado pelos RCC's ao meio ambiente com a disposição de resíduos de construção e demolição, pode-se lançar mão da avaliação da hierarquia da disposição de resíduos [...]. Leite (2001, p. 16), apresenta a hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição, em seis passos, conforme Quadro 2:

DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS	DESCRIÇÃO
Redução	mostra-se como a alternativa mais eficaz para a diminuição do impacto ambiental, além de ser a melhor alternativa do ponto de vista econômico
Reutilização	uma simples movimentação de materiais de uma aplicação para outra, decisão utilizada com o mínimo de processamento e energia
Reciclagem	a transformação destes em novos produtos
Incineração	pode extrair energia dos materiais sem gerar substâncias tóxicas, quando é cuidadosamente operacionalizada
Aterramento	quando não há mais o que se aproveitar dos resíduos.

Quadro 2: Disposição dos resíduos de RCD para minimizar os impactos ambientais

Fonte: Leite, 2001

Embora a redução na geração de resíduo seja sempre uma ação necessária, ela é limitada, uma vez que existem impurezas na matéria-prima, envolve custos e patamares de desenvolvimento tecnológico (JOHN, 2000).

A reutilização de resíduos pela indústria da construção vem se concretizando como uma prática importante para a sustentabilidade, amenizando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos. Essa ação exige do setor um grande esforço e investimento para que tudo funcione corretamente, o que agrava é a grande quantidade de resíduos gerada pela construção. (MORAES; SOUZA, 2015)

De acordo com Lucas e Benatti (2008) o reuso e a reciclagem de resíduos têm um potencial de crescimento muito grande, principalmente nos países em desenvolvimento. Neste cenário, a reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor seja reduzindo os custos.

Outra estratégia para tentar diminuir os impactos com a realização de acordos setoriais e termos de compromisso. Os acordos setoriais são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, com o escopo de implantar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (ANTUNES, 2014).

Utilização de aterros para recebimento de resíduos da construção civil é uma alternativa de destinação correta pois são voltadas para atender os grandes geradores de RCC, a área de transbordo e triagem dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos – ATT –, é uma área para a destinação temporária e triagem do RCC de grandes geradores e visa a evitar que esses resíduos sejam depositados clandestinamente em lugares indevidos pelos transportadores legais e ilegais contratados pelos grandes geradores.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento urbano é inevitável, o que faz ser fatal a geração de resíduos. A importância da destinação correta de resíduos é hoje plenamente reconhecida, sendo que o seu desenvolvimento metodológico vem apresentando um progresso bastante significativo.

A solução para acabar ou diminuir com esses resíduos não significa segurar o crescimento das cidades, mas em levá-las a se desenvolverem de maneira que o meio ambiente seja capaz de absorver seus impactos, ou seja, sustentável. Foram diversas as alternativas para destinação dos resíduos, mas também foi apresentado alternativas para redução, reuso e reciclagem dos mesmos, com intuito de evitar, principalmente os impactos ambientais que são causados.

Portanto, os desafios para o setor da construção civil são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução e destinação adequada dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído.

Realizar a gestão adequada já é um importante passo para a realização disto. Cabe o governo fiscalizar, induzir, implementar e fomentar boas práticas por meio da legislação

urbanística, código de edificações, incentivos tributários e convênios, bem como implantar e incentivar a instalação de usinas de reciclagem de RCC como estratégia para regular de modo mais consistente o fluxo de resíduos da construção observando a perspectiva da redução dos impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ABEA. **Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Construbusiness gera 14,8% do PIB e responde por 13,5 milhões de empregos**, 1999. Disponível em: <<http://www.abea.org.br/jornal/j41>>. Acesso em: 15 mai. 2021.

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

ABRELPE, “**Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**”, disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/> Acesso em: 13 nov. 2021.

ALBUQUERQUE, H. C.; MARQUES, C. C.; ARAÚJO, P. G. C; GONÇALVES, W. P.; MAIA, R.; BARBOSA, E. A. **Caracterização de resíduos sólidos orgânicos produzidos no restaurante universitário de uma instituição pública**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Foz do Iguaçu, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr650481_0422.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2021.

ANTUNES, P. B. **Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA: Comentários à Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Rio de Janeiro: Lumen Júris, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

BLUMENSCHIN, R. N. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília, DF: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, Universidade de Brasília, 2007. Dissertação Técnica.

BRASIL. PL 1991/07. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <<http://imagem.camara.gov.br/Imagem/d/pdf/DCD02ABR1991.pdf#page=37>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 18 abr. 2013.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. São Paulo: Cerâmica, 2015.

BRUYNE, P. **Dinâmica das pesquisas em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.

CASTRO, C. X. **Gestão de Resíduos na Construção Civil**. Monografia – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CEMPRE. Compromisso Empresarial Para Reciclagem. **LIXO MUNICIPAL: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: Cempre, 2018.

CONAMA. Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critério e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado** – 2ª ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010.

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-28082003-161920/en.php> acesso em 27, abr. 2021.

FERNANDES, J. A. B. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. IPEA: Brasília, 2012.

IBGE. **Fundação IBGE. Pesquisa nacional de saneamento básico:2000**. Rio de Janeiro, 2000.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil: relatório de pesquisa**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000.

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

KUNKEL, N.; SOUZA, M. M. **QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC), PNEUS E EMBALAGENS LONGA VIDA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA- RS**. Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 27-47, 2012.

LEITE, M. B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. 2001. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LEME, S.; SILVA, M. C. **Material Instrucional de Educação Ambiental: Instrumento de Gestão Pública em Curitiba, PR**. Linhas Críticas. 2010.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. CREA-PR: Londrina, 2021. Disponível em: > https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf<. Acesso em: 01 abr. 2021.

LUCAS, D.; BENATTI, C. T. **Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, 2008.

MARTINS, F. G. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Obras de Grande Porte – Estudos de Caso**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MIGUEZ, M. G; VERÓL, A. P. **Drenagem Urbana**, Elsevier, 2016.

Ministério do Meio Ambiente - MMA, “**Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil**” - BRA/OEA/08/001 (2010)

MORAES, P.; SOUZA, C. R. **O Impacto ambiental de uma edificação**. Revista Organização Sistêmica: Santa Catarina, 2015.

MOTTA, L. M. G.; FERNANDES, C. **Utilização de Resíduo Sólido da Construção Civil em Pavimentação Urbana**. 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, ABPv, Aracaju, Sergipe. 2003

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO: ESTUDO DE CASO DA RESOLUÇÃO 307 DO CONAMA**. Universidade Católica de Goiás: Goiânia, 2008.

OLIVEIRA, T. F. **Gestão de Resíduos da Construção Civil: Exigências para construção de obras públicas no Estado do Paraná**. Monografia Universidade Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2010.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios**. Brasília: Caixa, 2005.

ROS, D. C.; MAZONI, P. **Por que e como elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 1ª Edição. Brasília-DF, 2006.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria da Educação. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Manual para Gestão de Resíduos em Construções Escolares**. São Paulo, 2010.

SAL, T. C.; SILVA, T. D. **Resíduos da construção civil: Estudo de caso no aterro sanitário de Goianésia – Goiás**. Faculdade Evangélica de Goianésia: Goianésia, 2020.

SANTO, J. O.; BATISTA, O H.; SOUZA, J. K. S.; LIMA, C. T.; SANTOS, J. R.; MARINHO, A. A. **Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de reciclagem para minimização dos impactos ambientais**. Ciências exatas e tecnológicas: Maceió, 2014.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria da Educação. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Manual para Gestão de Resíduos em Construções Escolares**. São Paulo, 2010.

SCALONE, P. A. **Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil: Estudo de Caso em Empreendimento Comercial e Residencial em Londrina/PR**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Londrina, 2013.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SILVA, R. P. **Gestão dos resíduos de construção civil integrada resolução 307 do CONAMA: uma aplicação de casa no município de Taubaté**. Universidade de Taubaté: Taubaté, 2010

ZORDAN, S. E. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. São Paulo, 2001.