

Ernani Michel Lima Cardoso de Oliveira
UNESA
Bruno Matos de Farias
UNESA

RESUMO

O presente estudo, visa, recomendar a proposta de reutilização dos blocos de concreto como agregados que antes virariam rejeitos para a construção civil e discutir a importância dessa prática para a construção civil e para a preservação do meio ambiente. A metodologia é voltada para uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, inclusive, foram utilizadas as normas técnicas do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, e demais resoluções, que abordam sobre o assunto de pesquisa. No entanto, a construção civil é o setor que mais consome recursos naturais do planeta e um dos maiores responsáveis pela exploração dos recursos naturais do mundo disponíveis no ambiente. Os especialistas e pesquisadores passaram a estudar os impactos da construção civil para o meio ambiente, e passaram a partir disso, buscar meios de reduzir o impacto sem que o setor sofresse perdas de produção. A reciclagem de resíduos possibilita a redução do impacto ambiental e gera produtos que são economicamente interessantes para o setor. Atualmente, o concreto desenvolvido com agregados reciclados é usado de forma majoritária em introduções não estruturais, como nos pavimentos, aterros, artefatos de concreto e nos blocos de vedação. Logo, o uso do concreto reciclável para o concreto estrutural inclusive é possível, porém com diferencial de acabar exigindo um grande entendimento e atenção para a dosagem do material. Concluindo que, a reciclagem de resíduos possibilita a redução do impacto ambiental e gera produtos que são economicamente interessantes para o setor. Os agregados precisam respeitar determinadas características impostas para se encaixarem nos requisitos de utilização determinados pelas normas.

Palavras-chave: construção civil; blocos; agregados.

INTRODUÇÃO

Segundo Fernandez (2011), a construção civil é um dos segmentos da indústria brasileira de maior relevância, e se apresenta como um indicativo do crescimento econômico e social do país, em contrapartida, é uma das atividades que mais geram danos e impactos negativos ao meio ambiente.

O setor ao longo do tempo, buscou o aprimoramento de suas técnicas de trabalho e caminhou em direção ao avanço tecnológico. Ainda assim, continua a crescer e a consumir um grande volume de recursos oferecidos pela natureza e gera muito resíduo, material esse que não possui, em sua maioria, boa qualidade de produção, e que se perde ainda no transporte, gerando muitas vezes falhas no processo de execução da construção de um projeto (FERNANDEZ, 2011).

Além do elevado consumo de recursos retirados da natureza, as grandes construções modificam a paisagem e geram resíduos de diferentes tipos, que podem ir desde os orgânicos às embalagens plásticas. Para Fernandes (2011) o maior problema desses resíduos classificados com grau baixo de periculosidade, é o seu volume. Visto que, os resíduos da construção civil são um problema para muitas cidades no território brasileiro.

Existem dois problemas que podem ser observados em relação a isso nas cidades, um deles é a disposição onde os resíduos estão, que geram problemas estéticos, ambientais e até de saúde pública. Além disso, podem significar sobrecarga para os sistemas de limpeza pública municipais, cerca de 50 a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (FERNANDEZ, 2011).

A escolha do tema se justifica pela importância do assunto na área da construção civil, visto que aumentou de forma considerável a procura em relação à construção civil e conseqüentemente a necessidade de obra-prima, recursos naturais extraídos da natureza. Segundo Fernandez (2011) Comprometendo o meio ambiente, além de ser uma fonte esgotável, ou seja, pode acabar um dia. Sendo assim, há uma necessidade de um estudo mais aprofundado sobre a reutilização de blocos de concreto como agregados, com objetivo de diminuir o impacto no meio ambiente com o seu descarte indiscriminado.

Os blocos de concreto são elementos estruturais feitos de alvenaria estrutural e elementos de fechamento, chamados de alvenarias de vedação. Desta forma, esse material é muito usado, considerado padrão popular e que tem como resultado maior, quantidade de resíduo. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2014), na Norma Brasileira (NBR) 6136 de 2014, define bloco de concreto vazado simples como: “componente para execução de alvenaria, com ou sem função estrutural, vazado nas faces superior e inferior, cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta”.

As paredes são fundamentais para as construções e são responsáveis pela forma que as edificações tomam. A alvenaria, como é chamada a parede, segundo Marinowski (2011, s/p) é “um sistema construtivo formado de um conjunto coeso e rígido de tijolos ou blocos, unidos entre si, com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que se sobrepõem uma sobre as outras”.

A alvenaria é usada para separar os ambientes. Deve resistir à umidade, vento e possíveis infiltrações causadas pela água da chuva. É usada ainda como suporte para os revestimentos em geral, oferece isolamento térmico e acústico (MARINOSKI, 2011).

A reciclagem e a reutilização é uma alternativa, que unem dois aspectos importantes para eliminar os entulhos que ficam acumulados nas margens de vias públicas, que acabam indo parar em rios e terrenos baldios e ainda, conseguir materiais para construção, com um custo menor e ainda de boa qualidade, ou seja, é a reutilização de materiais que acabariam virando resíduo, mas que fazem parte de um processo de reaplicação, sem terem que ser transformados (BUTTLER, 2007). Nesse sentido, surge o questionamento que norteia a pesquisa e que faz com que se busque material que possa responder “De que maneira é possível reutilizar blocos de concreto como agregados na construção civil brasileira?”.

A pesquisa tem o objetivo geral, recomendar a proposta de reutilização dos blocos de concreto como agregados que antes virariam rejeitos para a construção civil e discutir a importância dessa prática para a construção civil e para a preservação do meio ambiente.

Tendo como objetivos específicos, promover a importância da observação dos impactos ambientais da construção civil, apresentar as normas legais dispostas sobre o tema, além de apresentar de que maneira é feita essa reutilização.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2002), através da resolução nº 307, define os resíduos da construção civil no Art. 2º Inciso I e diz serem resíduos sólidos aqueles que têm origem das construções, reparos e demolições de obras e ainda os que resultam da preparação e da escavação de terrenos, como: “tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimentos, asfáltico vidro, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados entulhos de obras, calça ou metralha”.

O CONAMA (2002) define ainda o que é Agregado Reciclado na mesma resolução, ainda no Art. 2º Inciso IV e diz que ele é: “o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia”.

Segundo Bastos, Cruz e Woelffel (2016) os resíduos de construção e demolição (RCD) “são provenientes das atividades de construção, reforma ou demolição sendo classificados, conforme a Resolução CONAMA nº 307, como resíduos de classe A, que abrangem os materiais reutilizáveis ou recicláveis como agregados” (p. 53). Os autores ainda acreditam que o concreto com agregados reciclados tem características diferentes dos convencionais, e o resultado vai depender da qualidade do agregado.

Lima (1999) acredita ser preciso ter cautela na produção de agregados em especial quando se trata da escolha do resíduo, classificação, eliminação de contaminantes entre outros.

Os blocos de concreto devem seguir alguns parâmetros e serem analisados a partir da sua matéria-prima, fator água/cimento, granulometria dos agregados, traço, tempo de mistura, vibração, prensagem, condições de cura, execução e manuseio do material (BASTOS, CRUZ e WOELFFEL, 2016).

Nesse sentido, a reutilização dos blocos através da reciclagem possibilita que haja economia dos custos com a compra de agregados naturais, transporte de matérias-primas e diminuição do entulho, o que, segundo os autores, ainda reduz a emissão de gás carbônico na atmosfera, além dos custos de deposição final do entulho em aterros e por fim, os impactos ambientais (BASTOS, CRUZ e WOELFFEL, 2016).

BLOCOS DE CONCRETO USADOS COMO AGRAGADOS

Segundo John (2000) a construção civil é o setor que mais consome recursos naturais do planeta e um dos maiores responsáveis pela exploração dos recursos naturais do mundo disponíveis no ambiente. Ainda segundo o autor, a construção civil consome entre 15 a 50% de todos os recursos retirados da natureza, tendo como resultado a enorme geração de resíduos das cidades.

Segundo Gomes et al. (2012), o concreto é chamado nas pesquisas de “concreto seco” sendo utilizado na fabricação de BC para alvenaria estrutural e vedação. A fabricação desses blocos passou a acontecer nos canteiros de obra, visto que os equipamentos passaram a ser adquiridos pelas construtoras. A falta de mão de obra especializada para a utilização desses equipamentos e a de conhecimento na produção do concreto e, além do desconhecimento das etapas de fabricação dos blocos, tem acarretado grande volume de resíduos de blocos de concreto nas cidades.

Os processos de produção de materiais geram resíduos. Quando não se dispõem de uma tecnologia ou de interesse para o reaproveitamento, este material acaba depositado na natureza causando inúmeros problemas ambientais. Nesse sentido, a reutilização dos resíduos de concreto como agregado, para dosagens de concreto estrutural, é em sua maioria provenientes de resíduos considerados como material de baixa qualidade, isso porque ainda há muitos desconhecimentos em relação às propriedades e da tecnologia para seu emprego.

Os especialistas e pesquisadores passaram a estudar os impactos da construção civil para o meio ambiente, e passaram a partir disso, buscar meios de reduzir o impacto sem que o setor sofresse perdas de produção. Como consequência desses problemas ambientais e da fiscalização que passou a acontecer a partir do ano de 2002 com a criação de diretrizes e normas, além das dificuldades de gerenciar os elevados custos que o setor enfrentava, o que acarretava, problemas de produção, a utilização de materiais reciclados passou a fazer parte do processo construtivo como alternativa e visando encontrar a resolução para todas essas questões. Além de proporcionar benefícios ambientais, dado que, reduz a criação de excesso

de resíduos, ajuda o setor na diminuição dos custos de produção. Ou seja, esta passou a ser uma alternativa utilizada, visto que, atende não só quem gera resíduo, mas também quem compra materiais novos.

Os resíduos das construções, demolições e de blocos pré-fabricados geram agregados reciclados que são inferiores aos agregados naturais, tais como: maior porosidade e elevada absorção de água, que afetam as propriedades das argamassas e dos concretos, o que contribui para uma menor qualidade dos produtos (POON; CHAN, 2006, 2007; BUTTLER, 2007).

A categoria de produção e como o resíduo será tratado depende de algumas características do processo construtivo, como qualidade e cultura da empresa, além de quais materiais estão sendo usados neste processo. Entre os resíduos produzidos pela construção civil, os de concreto têm grande potencial para a reutilização, devido ao conhecimento disponível a respeito de suas características básicas e do baixo grau de contaminação por outros materiais como vidro, borracha, entre outros. Os blocos de concreto são compostos pela mistura de areia, cimento e pedra e ainda apresentam alto potencial de reciclagem, segundo Carneiro et al. (2001).

Os agregados são os materiais minerais sólidos que fazem parte da composição da fabricação de produtos como o concreto. Os agregados de concreto são usados na mistura do cimento e da água para reduzir custos. Eles são usados de quatro maneiras na construção civil e são eles o miúdo, graúdo, artificial ou natural.

O processo de fabricação do concreto leva tempo e tem um custo alto por conta dos produtos que são matéria-prima. Para reduzir custos e diminuir a execução do serviço que os agregados do concreto sem que se perca a qualidade. Os agregados ajudam ainda na resistência e a diminuir as variações da retração do cimento.

Os agregados reciclados provenientes de resíduos de concretos diferem dos naturais quando se trata da sua composição, e também, porque eles são revestidos por argamassa. E esta camada usada anteriormente para a construção, pode exercer influência nas propriedades do concreto feito com os agregados.

A reciclagem de resíduos possibilita a redução do impacto ambiental e gera produtos que são economicamente interessantes para o setor. Os agregados precisam respeitar determinadas características impostas pela NBR 15116 (ABNT, 2004), para se enquadrarem nos requisitos mínimos para serem utilizados e para a aplicação em camadas de pavimentação e para o preparo de concretos sem função estrutural.

Os agregados reciclados de blocos são feitos de resíduos de blocos de concreto, e possuem poucos materiais em sua composição mineral e não devem ter contaminantes como gesso, madeira, vidros, papelão, entre outros, quando comparados aos resíduos de construção e de demolição. Esse aspecto favorece a produção de agregados reciclados mais uniformes. Segundo Poon e Chan (2007) o nível de contaminantes na composição sem que prejudique a qualidade do agregado reciclado de concreto com outros materiais pode ser de no máximo 10%. Diferentes pesquisas mostram a

eficácia da fabricação da reutilização dos blocos de concreto como agregados, e da sua qualidade quando utilizados como agregados (BOLDRIN et al., 2006; PATTO; FARIAS et al., 2005).

Os agregados podem ser definidos quanto à origem, massa unitária e as dimensões das partículas. A respeito da origem, os agregados são separados em naturais e artificiais. Já com a massa unitária os agregados podem ser definidos como leves, normais ou pesados. No entanto, o tamanho da partícula dos agregados possui nomes especiais sendo eles:

- Filer, que se trata de um material com uma dimensão da partícula inferior da malha de 75µm;
- Areia, o material achado em um estado natural que passa por uma peneira de 44,8mm;
- Pó de pedra, inclusive chamados, areia de brita ou areia artificial, trata-se de um material atribuído por uma fragmentação da Rocha que passa por uma peneira de 4,8mm;
- Seixo rolado, trata-se de um material achado fragmentado na natureza, em fundo do leito de rios em jazidas, sendo retido em uma malha de 4,8mm;
- Brita, é um material adquirido pela trituração da Rocha e retido em uma peneira de 4,8mm (FILHO, 2007).

Pelos motivos de normalização da Malha e designação comercial, as britas acabaram recebendo a seguinte classificação:

- pedrisco: de 4,8 a 9,5mm;
- brita 1: de 9,5 a 19mm;
- brita 2: de 19 a 38mm;
- brita 3: de 38 a 76mm;
- pedra-de-mão: maior que 76mm – também chamada (rachão); usada em gabiões (FILHO, 2007).

No entanto, a classificação dos agregados de acordo com suas formas e dimensões é essencial para assegurar um bom arranjo em um concreto, de modo que se possa conseguir o material com menor taxa de vazios, aperfeiçoando então todas as propriedades físicas e mecânicas. Além dos elementos físicos, tem que considerar os elementos econômicos, pois tudo tem que ser desenvolvido com materiais que possuam valor compatível com a sua vida útil prevista para a obra (FILHO, 2007).

Com base a isso, a distribuição granulométrica de agregados que desenvolve os concretos pode ser formada por duas ou mais composições, de forma que se obtenha um produto de lâmpada densidade por meio do empacotamento de partículas, desta forma os espaços que existem entre as partículas que são grandes acabam sendo preenchidas por uma classe de partículas rapidamente menores. Esse efeito de distribuição granulométrica diante do armazenamento de partículas vem sendo pesquisado desde o

começo do século XX, quando apareceu a concepção de que os agregados com uma distribuição granulométrica de forma contínua proporcionam boas propriedades para os Concretos e para as argamassas. Diante das pesquisas importantes no estabelecimento da curva de distribuição granulométrica, é destacado o estudo de Fuller e Thompson (1907), que fizeram pesquisas empíricas da correção da granulometria, de agregados naturais para o desenvolvimento de concretos e argamassas.

No entanto, estes autores finalizaram através de, experimentos empíricos de dosagens que, para uma mesma porcentagem de cimento em um determinado volume de concreto, existe há uma distribuição de tamanhos de grãos do agregado que atribuir a grande resistência a ruptura, e ainda um bom trabalho, isto é, a distribuição granulométrica acabou influenciando na compacidade da mistura, e quanto maior fosse esta compacidade, iria ser maior a resistência mecânica. Os mesmos ainda afirmaram que a característica da curva granulométrica que melhor aborda sobre a distribuição granulométrica trata-se da curva elipse (FULLER; THOMPSON, 1907).

NORMAS LEGAIS

Desde 2002 o Brasil conta com estabelecidos de diretrizes, critérios e procedimentos para o descarte de resíduos provenientes da construção e demolição (RCD) em todo o território nacional. Com elas, a fiscalização passou a ser feita pelo governo seguindo o que determina o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002).

Os RCD são gerados a partir das atividades de demolição, construção ou reforma. Além disso, são classificados pela Resolução do CONAMA de nº 307, como resíduos de classe A, ou seja, aqueles que abrangem tanto os materiais reutilizáveis ou recicláveis como os materiais agregados.

Esta resolução estabelece as diretrizes utilizadas na gestão dos resíduos gerados pela construção civil, com o objetivo de disciplinar ações, visando diminuir os impactos ambientais causados pelo setor, sendo desenvolvida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Anteriormente a essa resolução, valia no país o que dizia a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998), que classifica os resíduos da construção civil na classe II (b) como:

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada, ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo destes materiais, podem-se citar rochas, tijolos, vidros, certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente (ABNT, 1998).

Porém, a Resolução nº. 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), buscou uma melhor definição, com o objetivo de, melhorar a fiscalização e gestão

desses resíduos e definiu como sendo os aqueles que provêm das construções, reformas, reparos e demolições da construção civil, e ainda como resultado da escavação e da preparação de terrenos, sendo eles, os tijolos, os blocos de cerâmica, o concreto de maneira geral, solo, rocha, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, etc., ou seja, todos os resíduos produzidos nos canteiros de obras.

A resolução nº 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002), classifica os resíduos descartados da construção civil e os seus destinos em 4 classes distintas.

A Classe A é composta dos resíduos que podem ser reutilizados na própria obra como agregados. Ou seja, materiais que fazem parte da construção como cerâmica, tijolos, argamassa, entre outros. Quando não forem reutilizados, podem ser encaminhados para usinas ou aterros específicos.

A Classe B: podem ser reciclados para outras utilizações, como: papel, papelão, garrafas pets, vidros, metais, madeiras, etc. Recomenda-se a separação desses resíduos em caçambas específicas e identificadas para encaminhamento dos mesmos.

A Classe C: é o conjunto de resíduos que não podem ser reciclados e nem recuperados. Devem ser descartados em aterros.

Classe D: São resíduos ditos perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Como exemplos de tintas e solventes. Estes materiais precisam ser encaminhados para áreas de transbordo e triagem (ATT).

Figura 1 – Classificação de Resíduos.



Fonte: Youtube.

IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA O MEIO AMBIENTE

Segundo CONAMA (1986), impacto ambiental é:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem 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 naturais (BRASIL, 1986).

Os números a respeito da geração de resíduos têm grande variação, visto que, diferentes fatores, como a oferta de metodologias de medição é grande, o que acaba acarretando, falta de padronização para coleta desses dados. A construção civil produz construções que ocupam as maiores dimensões físicas e, o setor que mais consome recursos naturais quando comparados a qualquer outro setor da economia (JOHN, 2000).

Segundo Pinto (1999), para fechar um número a respeito da quantidade de resíduos produzidos é preciso calcular o metro quadrado construído a partir da geração destes resíduos. O autor ainda acredita que cada metro quadrado de construção gere cerca de 150 kg de resíduos. Esta seria a “taxa de geração de resíduos de construção”. Esta soma é resultado do resíduo de construções, demolições e reformas, tanto das formais quanto nas informais, ou seja, aquelas que acontecem sem o consentimento dos órgãos de fiscalização.

Para Pinto (1997), esses resíduos correspondem a 2/3 (dois terços) do total coletado em cidades como as capitais ou centros urbanos. Para John (1998), todos esses resíduos sólidos produzidos pela construção civil, por vezes, são duas vezes maiores que os volume de lixo urbano recolhido nas cidades. O autor ainda acredita que o setor é responsável pelo consumo de 210 milhões de toneladas por ano de agregados naturais para a produção de concretos e outros (JOHN, 2000).

De acordo com Pinto e González (2005), os interesses a respeito dos impactos ambientais produzidos pelo setor de construção civil vêm aumentando por conta do despertar em relação a maior atenção dada em decorrência da geração de enormes quantidades

De resíduos como consequência do crescimento acelerado das cidades brasileiras que aconteceu nas últimas décadas. Só no Brasil, a construção gera um percentual de quase 25% do total de resíduos de toda a indústria (MENDES, 2013).

Nas reformas não há o hábito de reutilizar e reciclar os materiais que cumprem as regulamentações e este motivo é uma das principais causas da quantidade de resíduos gerado pelo processo de demolição (ZORDAN, 2002).

Os resíduos que provêm das atividades da construção civil podem ser gerados a partir de diferentes momentos durante o processo de

demolição, construção, etc. Na construção, eles estão ligados às perdas, mesmo que parte dessas perdas sejam incorporadas às operações efetuadas nas construções, a maior parte acaba virando resíduo (JOHN; AGOPYAN, 2000).

A indústria da construção civil é a maior geradora de resíduos e a quantidade de resíduos gerados é proporcional ao grau de desenvolvimento de uma cidade.

Segundo Pinto (1999), os impactos sanitários e ambientais relacionados aos resíduos de construção e demolição podem estar associados às disposições irregulares.

Os avanços sobre o funcionamento do meio ambiente e dos impactos das atividades econômicas no planeta permitem investigar os impactos causados pela não preocupação com a sustentabilidade.

O modelo de produção e a visão de desenvolvimento sustentável aparecem como consequência sobre a análise dos impactos da incapacidade do modelo vigente em desenvolver-se sem haver preservação ambiental e sem garantias com a preservação da espécie humana (CARNEIRO et al., 2001).

A partir da percepção dos efeitos das alterações do meio ambiente sobre o homem, a natureza passa a ser vista a partir do seu valor e coube aos representantes criarem regras que estabelecem os limites para a contaminação e geração de resíduos durante os processos de produção. A preservação ambiental passou a ser fator importante, com maior cuidado com a flora e a fauna natural (JOHN, 2000).

Mesmo que ainda não seja um atributo comum no Brasil, a reutilização de blocos de concreto trata-se de uma técnica que proporciona bons resultados, e diminui os resíduos distribuídos no meio ambiente que, como efeito, acabam sendo desperdiçados. No entanto, países como a Bélgica, Holanda e a Dinamarca fazem a reciclagem de mais de 90% de todos os seus resíduos no Brasil, o caso possui uma variação drástica, mesmo com essa técnica sendo conhecida e estando presente no país por mais de 30 anos, acaba faltando prática. Estima-se que a reciclagem de blocos no Brasil não ultrapassa mais de 20% de todo o concreto usado. No entanto, além de reduzir o número de entulho nos lixões e em demais lugares errados, reciclar bloco de concreto auxilia na diminuição do desperdício e na economia. Em que ocorre porque os agregados derivados de uma reciclagem do concreto podem ter até 1/4 de agregados comuns, prosseguindo com todas as suas propriedades mecânicas intactas (TECNOMOR, 2021).

Atualmente, o concreto desenvolvido com agregados reciclados é usado de forma majoritária em introduções não estruturais, como nos pavimentos, aterros, artefatos de concreto e nos blocos de vedação. Logo, o uso do concreto reciclável para o concreto estrutural inclusive é possível, porém com diferencial de acabar exigindo um grande entendimento e atenção para a dosagem do material. Além do mais, já possuem várias pesquisas e estudos que procuram viabilizar ainda mais a utilização desses resíduos para a atribuição estrutural, principalmente no Brasil, muitos países europeus já

realizam esta utilização, verifica-se, no entanto, como a reciclagem do bloco de concreto é uma realidade benéfica e alcançável por todos (TECNOMOR, 2021).

METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa em questão sobre o tema qualidade diz respeito a uma pesquisa de caráter exploratória, bibliográfica e documental, tendo como fonte de consulta os dados secundários como livros em meio físico e virtual, artigos publicados em periódicos, revistas e material disponível na rede mundial de computadores.

Como premissa explica-se na visão de Prodanov (2013, p 43), o significado de pesquisa:

A pesquisa científica é a realização de um estudo planejado, sendo o método de abordagem do problema o que caracteriza o aspecto científico da investigação. Sua finalidade é descobrir respostas para questões mediante a aplicação do método científico

Uma pesquisa exploratória, na visão de Richardson (1999), busca aprofundar os conhecimentos de determinadas características de fenômenos para alcançar explicações das suas consequências e possíveis causas.

Cervo e Bervian (2007) afirmam que a pesquisa é uma revisão de literatura sobre as principais teorias que fornecem base ao trabalho de um pesquisador, esta pode ser elaborada a partir de busca em documentos, livros, jornais dentre outros documentos.

Ainda conforme Marconi e Lakatos (2003) pesquisa é um procedimento que permite descobrir dados, a respeito de áreas de interesse do pesquisador, no caso deste trabalho o interesse do pesquisador está voltado às ferramentas da qualidade.

E Gil (2008, p. 19) complementa que a pesquisa é:

[...] procedimento racional e sistemático cujo objetivo é proporcionar respostas aos problemas propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados (GIL, 2008, p.19).

A pesquisa bibliográfica é a revisão da literatura sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico (PIZZANI et al., 2012), a qual pode ser elaborada a partir de um material já estruturado, incluindo livros e artigos (GIL, 2008) sendo um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que, por isso, não pode ser aleatório (SASSO DE LIMA; TAMASO MIOTO, 2007).

Compartilham do mesmo pensamento sobre a pesquisa bibliográfica Cervo e Bervian (2007) ao escrever que este método de pesquisa procura explicar um problema a partir da análise de livros, revistas e outros documentos relacionados ao problema.

Para Marconi e Lakatos (2003) a utilização da pesquisa documental se deve ao fato de o pesquisador trabalhar com pesquisas de cunho teórico ao invés daquelas em que estão envolvidos os estudos de caso e Gil (2008) complementa que a análise documental auxilia o pesquisador em casos que forem necessários à utilização de relatórios e documentos não publicados ainda em forma de produção científica.

Estes relatórios, matérias publicadas em sites e documentos das organizações que porventura sejam utilizados constituem a chamada base de dados secundários definidos por Gil (2008) como aqueles que já foram pesquisados, analisados e publicados, contudo podem ser utilizados em outras pesquisas com interesses diferentes.

OS IMPACTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é um dos principais setores da economia brasileira, porém é uma das maiores produtoras de impactos ambientais e de geradoras de áreas degradadas do país. A degradação vai desde a destruição de áreas verdes com o objetivo de abrir espaço para construções, até a produção de produtos para as edificações, consumo de água e para as operações. Todos esses aspectos geram impactos no meio ambiente.

Figura 2 – Resíduos da Construção Civil.



Fonte: Fórum da construção.

Por conta desses impactos, a partir dos anos 70, medidas começaram a ser implementadas com vistas a reduzir o prejuízo ao meio ambiente, consequência dessas atividades do setor da construção civil nos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. As primeiras tinham relação com as ações voltadas para a economia de energia, para lidar com a crise iminente do petróleo e para melhorar a eficiência energética do setor. Já nos anos 80 com a escassez de locais para o descarte de resíduos sólidos da construção e demolição na

Europa, a reciclagem começou a ser feita visando reduzir os resíduos que passaram a receber atenção do setor da construção civil e do Estado que passou a desenvolver políticas públicas para melhorar a relação do setor com o meio ambiente e com as cidades (BAPTISTA JUNIOR; ROMMANEL, 2013).

O uso de recursos naturais para a fabricação de materiais através da mineração para a construção civil, como argila e brita, são os principais recursos naturais retirados e geram impacto ambiental. Além da exploração, o descarte de resíduos da indústria é um dos mais poluentes do planeta, seja pela quantidade diariamente ou pelo uso desmedido desses recursos naturais.

Segundo Baptista Junior e Rommanel (2013), conforme mostram os dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, a atividade gerou a parcela predominante do volume total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades paulistas. Em 2003, produziu uma média diária de 17.240 toneladas de resíduos sólidos urbanos, o que equivale a 55% advindos da construção civil e na cidade de Campinas, essa proporção chegou a 64% no mesmo ano.

Assim como as demolições geram resíduos, grande parte dessa produção diária é proveniente do desperdício de materiais em construções novas que resultam de projetos mal elaborados, com falhas nas especificações dos materiais e detalhes, e ainda no planejamento e execução da obra (BAPTISTA JUNIOR; ROMMANEL, 2013).

A disposição sem critérios técnicos de resíduos de construção e demolição (RCD) gera impactos ambientais significativos, em especial na formação de áreas irregulares de descarte em locais de preservação ambiental, afetando a drenagem das águas, obstruindo córregos, erosão de solos entre outros.

O Governo, em especial a esfera municipal, tem papel fundamental para o que é feito em relação aos resíduos e no seu processamento, e deve utilizar instrumentos para regular, fiscalizar e oferecer condições para ser feito o tratamento correto desse descarte, para que com isso as empresas se utilizem da logística reversa.

A logística reversa é uma ferramenta que usa o redirecionamento das embalagens pós-consumo e de diferentes tipos de materiais. Na lógica do descarte de resíduo medicamentoso, ela visa o descarte adequado. Aquilo que seria descartado em aterros sanitários ou lixões, o que causaria impacto no meio ambiente, quando aplicada à logística reversa, é levado para cooperativas e faz-se o descarte correto deste resíduo, evitando contaminação ou é realizada uma triagem e reciclado ou para centrais para uso de obtenção energética ou voltando a virar matéria-prima para ciclo produtivo. Dessa forma no inciso VII da Política Nacional de Resíduos Sólidos diz que:

[...] destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama,

do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

As produções das empresas acarretam impactos ambientais extensivos a toda cadeia produtiva. A promoção humana, a equidade social e o ambiente saudável e ecologicamente equilibrado devem ser a base de uma sociedade sustentável. As práticas ambientais visam reduzir tais impactos e seus efeitos nocivos. Diferentes Leis e resoluções vigoram com o objetivo de disciplinar a prática a alcançar ações mais sustentáveis com o trato dos resíduos da construção civil. A Lei Federal nº 12.305 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, seus princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e a administração de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos cabíveis. Ela não exime nenhum agente, que faz parte dos processos de geração à disposição final do resíduo, da responsabilidade pelos impactos ambientais durante o ciclo de vida destes (BRASIL, 2010).

Além dela, a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) que estabelece diretrizes para uma redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil, classifica os tipos de resíduos em classes A, B, C e D. A classe A é formada por resíduos inertes que podem ser reciclados sem processos de transformação, como, por exemplo: tijolos, cerâmicas, concreto, argamassas, telhas de barro, etc. A classe B é de resíduos que precisam de processos industriais para reinserção, tais como: plástico, papel, metal, vidro, etc. A classe C é de resíduos para os quais ainda não existem processos para reinserção, e a classe D é formada por resíduos considerados perigosos, como tinta, solvente, óleo, hospitalar, amianto, etc. (BRASIL, 2002).

A Resolução nº 308 do Conama (BRASIL, 2002) trata do licenciamento ambiental para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte, com o número de habitantes igual ou menor a 50 mil habitantes.

A Lei Estadual nº 4.829 do Estado do Rio de Janeiro de 2006, dispõe sobre a política de reciclagem de resíduos produzidos pela construção civil, incentivando a formação de redes de captação e reciclagem de resíduos.

O Decreto Municipal nº 27.078 da cidade do Rio também do ano de 2006 traça o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil, e considera o art. 4º da Resolução nº 307 do Conama e determina que todos os agentes (pessoa física, jurídica, pública ou privada) responsáveis por atividades que geram resíduos da construção civil, devendo ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, sua redução, reutilização, reciclagem e destinação final adequada (BRASIL, 2002)

Resolução nº 387 também do município do Rio de Janeiro do ano de 2006, baseada no segundo item do art. 8º da Resolução nº 307 do Conama

que fala sobre o gerenciamento de resíduos da construção civil para obras acima de 10.000 m² de área ou acima de 5.000 m³ de volume de resíduos de demolição (BRASIL, 2002).

Todas essas resoluções têm o objetivo de resolver as questões relacionadas à administração dos resíduos gerados pela construção civil, que é uma das responsáveis por grande parte da poluição e geração de resíduos das cidades, principalmente as grandes cidades.

Apesar de ser um dos principais setores da economia e com isso ser responsável por grande parte da geração de emprego das grandes cidades, a construção civil apresenta pontos negativos como ser grande poluidora do meio ambiente. Segundo Roth e Garcias (2009), os processos produtivos que envolvem as operações da construção civil são considerados ineficientes e ultrapassados, eles trazem como exemplo, a prática de quebrar os blocos depois de já terem erguido as paredes para passar as tubulações elétricas e hidráulicas, além do consumo indiscriminado de materiais pela falta de planejamento nos projetos ou da compatibilização o que gera maior consumo com a compra de materiais errados como consequência, entre outros fatores que impactam diretamente o meio ambiente.

Os geradores de entulho que separam os resíduos de construção e demolição são as obras que ocupam áreas de construção acima de 10.000 m² ou 5.000 m³ de volume de demolição, como determina a Resolução nº 387 no município do Rio de Janeiro. Elas devem apresentar um plano de gerenciamento de resíduos para aprovação do projeto à Secretaria Municipal de Urbanismo (BRASIL, 2005).

Existem dois tipos de resíduos provenientes da construção civil, os que são fruto de canteiros que separam os resíduos para reutilização na própria obra ou que disponibilizam para empresas de coleta, e os que são gerados por pequenas obras e que não recebem nenhum tipo de tratamento ou separação e que são descartados em caçambas ou lançados de maneira irregular em aterros sanitários irregulares ou em vias públicas. “Os resíduos de pequenas obras representam uma parcela que ultrapassa 50% do total de resíduos de construção civil gerados na cidade do Rio de Janeiro” (BAPTISTA JUNIOR; ROMMANEL, 2013, p. 31).

Na figura 3 e figura 4 abaixo é possível visualizar os dois tipos de descarte, o que é feito de forma correta, com separação pronta para a coleta, e o que é feito de maneira irregular e descartado em via pública.

Figura 3 – Descarte Correto.



Fonte: Site Escola de Engenharia, 2018.

Figura 4 – Descarte Irregular.



Fonte: Site Bem Paraná, 2019.

Para Baptista Junior e Rommanel (2013), os maiores empecilhos enfrentados para a reciclagem e manejo deste resíduo é a falta de separação durante o processo de produção, dado que, depois que há o transporte desse material sem isso ter sido feito, a reciclagem desses materiais de construção de pequenas obras se torna ainda mais complexa. A falta de espaço para descarte e processamento, bem como o custo do transporte das pequenas quantidades produzidas pelas pequenas obras, dificulta a prática de coleta seletiva.

Aqueles que geram o resíduo são também responsáveis por ele, como determina a Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010).

A solução apresentada para esse problema apresentado por Baptista Junior e Rommanel (2013) é a implantação de uma rede de logística reversa para processamento dos resíduos da construção civil, que atenda essas pequenas construções pela cidade, com a criação de infraestrutura adequada para ser feita a separação desses materiais ainda na origem.

O atual processo industrial linear, que gera além de desperdícios, impactos ambientais nas cidades, deve ser substituído por uma logística circular, ou seja, de natureza sustentável, em que esses resíduos separados por tipo podem ser novamente usados pela cadeia produtiva.

Todo o tipo de trabalho realizado pelo homem pode ocasionar impactos para o meio ambiente, da mesma forma para o meio social e econômico, acabando sendo motivado pelo seu porte, utilidade e funcionalidade da obra em questão, podendo ter uma variação de um menor a grande significado de impacto, como barragem, aterro e amplas terraplanagens. Certas obras podem levar impactos que acabam influenciando no ecossistema, podendo até mudá-lo drasticamente ou até proporcionar a sua extinção, com base na degradação de grandes áreas, o corte das vegetações, a impermeabilização do solo e inclusive a etapa da construção que acaba proporcionando resíduos e ruídos. Os impactos além deles serem ambientais, inclusive atingem o meio social, visual e econômico. Da mesma forma que pode valorizar uma determinada área, pode inclusive desvalorizar diante de uma poluição visual, sonora, sombra da área que precisa de insolação, bloqueio para ventilação e entre outros. No campo da construção civil existem leis e diretrizes que regem e controlam todos os impactos proporcionados por meio de pesquisas de impacto da vizinhança e ambiental (SPADOTTO et al., 2011).

Os resíduos proporcionados pela construção civil normalmente são inertes, desta forma, acabam ficando por um bom tempo na natureza, elemento esse que se agrava com o número de quantidade de entulhos proporcionados todo ano pelo Brasil. Além do mais, os impactos acontecem quando estão dispostos de modo ilegal, sendo por conta de uma falta ou inexistência de políticas públicas que possam disciplinar e ordenar todos os fluxos da destinação de resíduos, ou por conta de um descompromisso de geradores no manejo e na destilação de resíduos. Toda esta disposição errônea pode ocasionar uma obstrução de córregos e também enchentes, manifestação de meios que são transmissores de doenças, obstrução das vias afetando toda a circulação, sendo elas de pessoas e de veículos, a degradação de Campos de Manancial e de proteção contínua, assoreamento dos rios e dos Córregos, obstrução dos processos de drenagem, como piscinões, bueiros e galerias, além de uma degradação visual ocasionada para a paisagem urbana (SPADOTTO et al., 2011).

Nesse sentido, a gestão de resíduos tem que integrar os três agentes com responsabilidade a respeito desse assunto sendo eles: órgãos públicos municipais, geradores de resíduos e transportadores. Onde o primeiro tem a

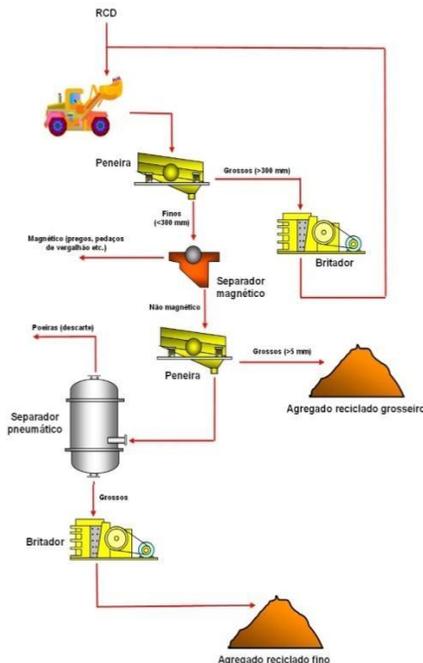
responsabilidade pelo controle e pela fiscalização diante do transporte e destinação dos resíduos, o segundo tem a obrigação pela gestão interna e externa, de forma a verificar todos os padrões legais da distribuição final, e o último ponto com responsabilidade de levar o material até a área de disposição final licenciado com uma apresentação do comprovante de destinação (GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2009).

A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS NO BRASIL

O resíduo é gerado em diferentes etapas do ciclo de vida das construções, podendo ser na fase de construção, ou seja, nos canteiros, na fase de manutenção ou reformas e ainda na fase de demolição de construções (JOHN; AGOPYAN, 2003).

O processo de reciclagem do entulho para a fabricação de agregados é dividido por etapas de seleção dos materiais recicláveis do entulho, e a trituração (Figura 5). Essa prática reduz a utilização de recursos naturais como as florestas e a água e possibilita a redução da exploração das pedreiras, e ainda reduz o entulho descartado em rios, riachos, represas e mares.

Figura 5 – Sequência de operações de um processo de beneficiamento RCD.



Fonte: Domtotal, 2018.

A resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define Resíduos da Construção e Demolição (RCD) como os que são “provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos [...], comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha” (BRASIL, 2002).

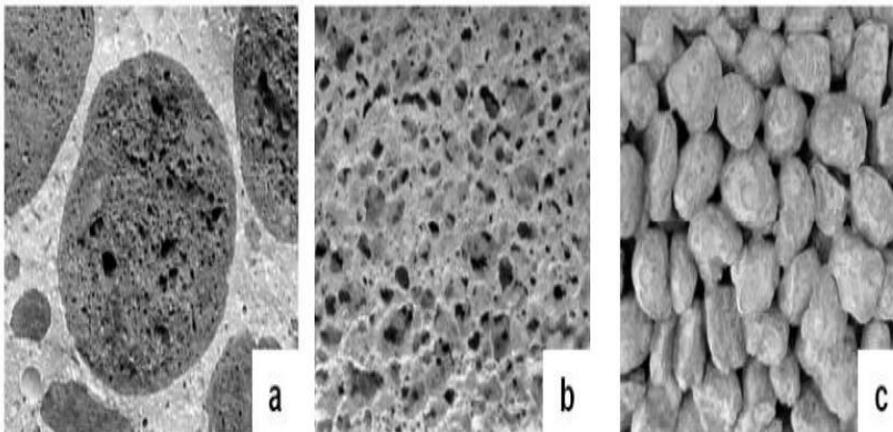
Figura 6 – Entulhos gerados por demolição.



Fonte: Site Resíduos.

A utilização dos resíduos da construção civil (RCC) como matéria-prima para produção de agregados reciclados reutiliza matérias minerais, melhora a utilização dos recursos naturais e exige que haja uma aprendizagem na hora de utilizar os recursos naturais por parte das pessoas. A produção dos agregados reciclados é feita em usinas de reciclagem e são mecanismos de redução do desperdício de matéria-prima mineral (MELO, 2011). As Elas pertencem a área industrial destinada ao processamento de RCC, classe A, em produtos que são descritos pelas NBR 15112 como agregados de resíduo de concreto (ARC) e de agregado de resíduo misto (ARM) (ABNT, 2004).

Figura 7 – Tipos de concreto leve: (a) concreto com agregados leves, (b) concreto celular e (c) concreto sem finos.



Fonte: Gomes et al., 2015.

A figura acima mostra a textura dos agregados de concreto reciclados que apresentam porosidade elevada e menor densidade. Eles são heterogêneos (o que dificulta a uniformidade de suas propriedades). Além disso, esses agregados possuem teores de finos e/ou materiais pulverulentos mais elevados, e formato mais irregular ou textura superficial mais rugosa (GOMES et al., 2015).

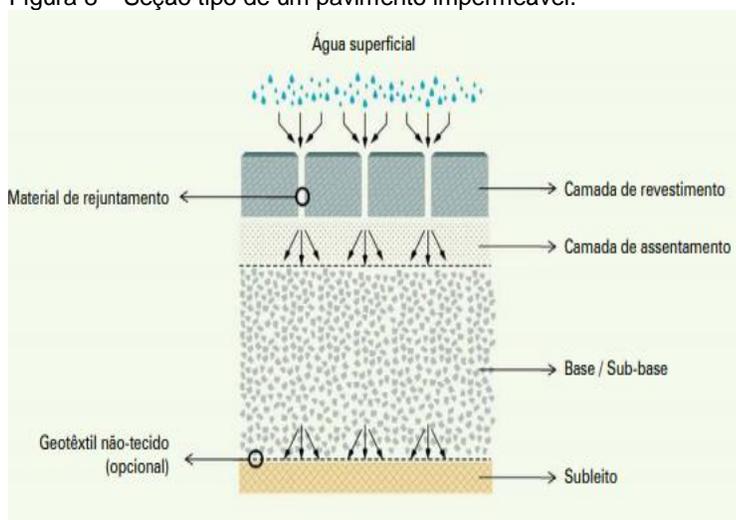
A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil, e determina que eles sejam destinados conforme sua classificação:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas; IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (BRASIL, 2002).

Para Filho et al (2007) os resíduos sólidos da construção civil são de baixa periculosidade, mas ainda assim são geradores de um grave problema que é o acúmulo desses materiais que são mal depositados e muitas vezes ficam em vias públicas. A construção civil gera muitos desperdícios de materiais e reciclagem desses resíduos possibilita sua reutilização. Segundo Pinto (1999) o RCD gerado em atividades de reformas, manutenção e demolição marcam de 42% e 80% do total de resíduos gerados e dependem das características de cada cidade brasileira.

Segundo Silva (2006) as soluções para a reutilização dos RCD reciclados no Brasil vem sendo desenvolvidos para que o setor diminua o desperdício, a poluição e a redução de resíduos. Eles quando processados podem ser usados para pavimentações, usando os resíduos como base, sub-base (Figura 8), revestimento primário, no lugar de brita corrida ou como mistura para resíduo junto com o solo. Pode também ser usado como agregado para concreto não estrutural que são resíduos processados pelas usinas de reciclagem e substituir os agregados convencionais que são areia ou brita. E ainda como agregado para produção de argamassa que com os restos de argamassas moídos da própria obra, e em granulometrias semelhantes às da areia. Esses agregados são usados como argamassas de assentamento e revestimento.

Figura 8 – Seção tipo de um pavimento impermeável.



Fonte: ABCP – Melhores práticas Pavimento impermeável intertravado.

Segundo John e Agopyan (2003) a análise dos resíduos sólidos para os reciclados é fundamental, uma vez que ela serve para minimizar o risco de contaminação do material usado para a reutilização. A maioria dos RCD são classificados de acordo com o seu nível de pH e água absorvida. Podem, além disso, conter contaminações que afetam a qualidade técnica do produto após o processo de reciclagem. As políticas públicas desenvolvidas têm o objetivo de diminuir o impacto ambiental através da redução de geração de matérias primas, o que tem como consequência a redução a e utilização de aterros, despejo irregular e consumo dos recursos naturais não renováveis (PINTO, 1999).

A produção do agregado reciclado visa substituir os agregados naturais e deve ter aplicação imediata. Não oferecem riscos quando utilizados conforme determina a norma. As qualidades físicas necessárias ao agregado

reciclado de concreto são além da resistência à compressão, durabilidade, absorção de água, trabalhabilidade e controle de qualidade para redução de variações na produção (KIBERT, 1994).

A NBR 15116 (ABNT, 2004) dispõe sobre o controle de qualidade da profusão do agregado reciclado com frequência mínima por lotes equivalentes à produção mensal ou volume máximo de 1.500 m³. Além disso, deve ser realizado por tipificação do resíduo classe A e graduação granulométrica produzida (MELO; FERREIRA; COSTA, 2013).

Entulho é o conjunto de fragmentos ou restos que são provenientes das construções, reforma ou demolição (ABRECON, 2019). O entulho de construção é composto de restos e fragmentos de materiais, enquanto o de demolição só possui fragmentos, tendo por isso mais potencial qualitativo. Os resíduos encontrados no entulho, que são classificados como recicláveis para a produção de agregados são divididos em três grupos, segundo Altschul, Oliveira, Nóbrega (2020, p.15):

Grupo I: Materiais compostos de cimento, cal, areia e brita: concretos, argamassa, blocos de concreto.

Grupo II: Materiais cerâmicos: telhas, manilhas, tijolos, azulejos.

Grupo III: Materiais não-recicláveis: solo, gesso, metal, madeira, papel, plástico, matéria orgânica, vidro e isopor. Desses materiais, alguns são passíveis de serem selecionados e encaminhados para outros usos. Assim, embalagens de papel e papelão, madeira e mesmo vidro e metal podem ser recolhidos para reutilização ou reciclagem.

Os RCD servem de matéria-prima para serem transformados em agregados e podem ser usados para diferentes processos de construção civil como confecção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas, argamassa de revestimento, camadas de base e sub-base, pavimentos, e etc.

No Brasil, cerca de 95% das estradas pavimentadas são de revestimento asfáltico. O revestimento asfáltico é usado como uma camada de pavimentos rodoviário e urbano. O agregado utilizado para as misturas é extraído em jazidas através da britagem de rochas como o basalto, granito, gnaiss, calcário (Figura 7), entre outros, que são posteriormente transformados em pedra britada (Figura 8) com vários tamanhos e de graduação específica. “A construção e a manutenção dos pavimentos asfálticos requerem grandes quantidades de agregados, os quais normalmente são responsáveis por mais de 90%, em peso, das misturas asfálticas” (ALTSCHUL; OLIVEIRA; NÓBREGA, 2020, p. 19). A utilização de reciclados nesse meio reduziria grande parte da utilização dessa matéria-prima.

Figura 9 – Pedra (brita).



Fonte: Medeiros et al., 2018.

Buscando um bom uso dos agregados recicláveis como material de construção e em seguida a sua probabilidade em conseguir produtos em que na sua composição, os agregados podem ser introduzidos, diversos são os estudos que procuram essa tal viabilidade de reciclados, em um parâmetro mais técnico como é o caso de amplas rodovias brasileiras, em que pode-se incluir no seu histórico a utilização de agregados reciclados, sendo de origem da própria sessão da pista que é de grande relevância deixando assim a rodovia, ampla de dimensões a usar matéria-prima reciclável no decorrer da etapa de construção (MEHTA, 1994).

O reaproveitamento dos resíduos de construção já é feito há muitos anos, porque na época Romana já usava tijolos, telhas e as louças de cerâmicas moídas como uma pozolana (SANTOS, 1975). Nesse sentido foram amplos desastres deste século, como terremotos e as guerras, que motivaram a utilização de material reciclado (LIMA,1999). No entanto, a cientista Motta (2005) incluiu na sua tese de doutorado a respeito dos sistemas de aprendizagem como um grupo de operações que, de acordo com Luz et al., (2004), poderiam ser separados pela concentração, cominuição, peneiramento e auxiliares.

O sistema de reciclagem pode fazer várias formas de agregados, de acordo com Hendricks e Janssen (2001), podem ser desenvolvidos agregados recicláveis do concreto, alvenaria e misturado para o uso em sub-base de vias. Logo, verifica-se, o desenvolvimento de agregados recicláveis do tipo concreto, onde na sua composição estão vários materiais que pertencem à categoria "A", da resolução de CONAMA do ano de 2002 (MOTTA, 2005, p.22).

Nesse sentido, os agregados que são recicláveis podem ser usados no desenvolvimento de concreto e argamassa para vários fins como os contrapisos e os componentes de alvenaria, sendo da infraestrutura urbana como os blocos, meios-fios e bloquetes (LIMA, 1999). Inclusive no Brasil esses agregados reciclados, podem ser introduzidos na regularização e no cascalhamento das ruas de terra, benéficos neste caso, em relação com as britas corridas comuns, por uma correção proveniente das reações pozolânicas que acabam se tornando bem menos erodíveis (BRITO, 1999).

OS BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM DO ENTULHO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Com o aumento populacional desmedido, aumentou também as demandas por bens e serviços, assim como por habitação. A sociedade de consumo com a sua prática de desperdício material, colocou em voga após tantos anos de acúmulo e descarte irregular, a questão do lixo. Com o aumento populacional, o avanço tecnológico, o crescimento da indústria com a criação e distribuição de novos produtos, tem tido como consequência o desgaste dos recursos naturais. Esses recursos eram vistos como inesgotáveis (MARQUES NETO, 2005). É preciso mudar a mentalidade e entender que os materiais reciclados não são lixo, e, além disso, são benéficas na sua realização, visto que, diminuem a possibilidade de acúmulo de resíduos em locais inadequados, e a necessidade de retirar mais matéria-prima.

Com o passar dos anos a reciclagem passou a ser adotada como prática indispensável à continuação da utilização dos recursos, dado que, com o avanço dos estudos e da tecnologia, aumentou-se a consciência de que é preciso cuidar do lixo produzido, já que ele virou um problema das grandes cidades. A reciclagem de materiais tem sido usada como um eficiente mecanismo para minimizar as questões dos resíduos e para o gerenciamento das atividades. Ganhou força pela construção civil, para substituir a exploração das matérias-primas retiradas do meio ambiente.

Os RCD tem sido utilizado como agregado para inúmeros tipos de uso na construção civil, como a pavimentação de vias (Figura 10), por exemplo, e serve para substituir às matérias-primas que antes eram retiradas e para reduzir os resíduos provenientes das atividades do setor (CARNEIRO; BURGOS; ALBERT, 2001).

Figura 10 – Agregado Graúdo.



Fonte: Mattia e Vargas, 2008.

Figura 11 – Utilização de Agregados.



Fonte: FECOMÉRCIO, 2016.

A ampla reciclagem de resíduos de classe B instalada, com depósitos que recebem material de catadores de papelão, vidro, metais, plásticos e madeiras.

Material que é posteriormente utilizado pela indústria (BAPTISTA JUNIOR; ROMMANEL, 2013).

A ABRECON (2020) define Resíduo da Construção e Demolição (RCD) ou Resíduo da Construção Civil (RCC) como qualquer resíduo gerado do processo de construção, reforma, escavação ou demolição. Sendo assim, o entulho é o conjunto de fragmentos ou restos materiais como tijolo, concreto, argamassa, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma ou demolição de construções (ABRECON, 2020). O entulho de construção compõe-se, portanto, de restos e fragmentos de materiais, enquanto o de demolição é formado apenas por fragmentos, tendo por uma maior hipótese de ter qualidade para a reciclagem do que o entulho proveniente de construções.

Para Ângulo, et al. (2013), a reciclagem de RCC é uma atividade humana que causa impactos diretamente no meio ambiente. A categoria de resíduo, a tecnologia usada, assim como o fim destinado ao material reciclado tem o potencial de tornar a reciclagem uma ação ainda mais importante do que o resíduo antes da reciclagem. Sendo assim, esse processo possui tantos riscos ambientais e por essa razão precisam ser gerenciados. Os resíduos dependem das características e da reciclagem escolhida nos quais podem ser mais nocivos que os que estão sendo reciclados. É preciso considerar a periculosidade e a complexidade da reciclagem até o final da vida útil do material (ÂNGULO, et al.,2013).

A reciclagem é usada para preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, visto que, ela possibilita a diminuição do uso de materiais despejados em aterrados ou descartados de modo irregular em vias públicas, ou terrenos baldios. As consequências desse descarte errado é a poluição do ar, do solo e das águas. A reciclagem possibilita o manejo correto de resíduos sólidos que possibilita que os problemas, vetores e doenças associadas aos resíduos sejam diminuídos ou eliminados, além de representar a diminuição dos custos de produção, dado que, a matéria-prima vem dos próprios geradores (LIMA; CHENNA, 2000).

Além das vantagens já apresentadas como a diminuição da produção de resíduos despejados na natureza de forma irregular, a diminuição de custos, a reciclagem também oferece geração de emprego e renda. Segundo Silva e Brito (2006) “resíduos da construção civil têm proporcionado aos carroceiros diversos benefícios sociais e econômicos” (p. 550). Segundo os autores, os carroceiros causavam problemas, porque recolhiam os resíduos e os depositavam de forma irregular em espaços irregulares. Em 1997 o governo então começou um processo de inserção dos carroceiros à rede receptora de resíduos através do desenvolvimento de um projeto denominado Programa de Correção Ambiental e Reciclagem com Carroceiros (SILVA; BRITO, 2006). Esse trabalho aconteceu no Estado de Minas Gerais e

possibilitou tanto um trabalho de conscientização ambiental como de marginalização da figura do carroceiro frente ao Estado e a população.

Outra medida adotada pelo governo do Estado de Minas Gerais foi a criação de fábricas de concreto com produtos reciclados da construção civil. A medida, segundo Silva e Brito (2006), é vista como uma medida não só ambiental, mas de inclusão social, já que tem como colaboradores, as pessoas que estavam em situação de rua, e que não exerciam sua cidadania por estarem excluídos do mercado de trabalho.

Figura 12 – Ecobloco.



Fonte: Secretaria Municipal de Políticas Sociais, 2012.

Essa é uma iniciativa que vem sendo realizada no Estado de MG, mas que poderia ser copiada e usada por outras cidades e estados, visto que traz diferentes benefícios para a cidade e para a população de modo geral.

A reciclagem de RCD ainda não é uma prática muito utilizada no Brasil, tendo em vista que não há muitas usinas. Na Europa a taxa de reciclagem é de cerca de 90% dos resíduos, isso porque eles dispõem de diferentes metas e a gestão municipal das cidades se preocupa com a fiscalização e com a gestão de projetos voltados com esse fim (WAMBUCO, 2006).

O Brasil no ano de 2007, contava com oito usinas de reciclagem, sendo a maioria na região sudeste do país. Segundo Burgoyne (2006), os métodos usados para a reciclagem são: segregação, reciclagem ou beneficiamento, reuso de materiais na própria obra e armazenamento. Isso quando feito na própria obra diminui custos de transporte.

Esses resíduos podem ser usados para a fabricação de concreto para a fixação de pisos, vigas e pilares. Preenchimento de buracos, degraus de escada e alicerce. Contrapisos e outros (GRIOLI, 2002).

O número de entulhos na cidade escancara o volume do material desperdiçado pela construção civil. Para Ângulo et. al. (2013), eles representam cerca de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos. Para Mália, (2010) a solução dessa questão pode estar na prática de desconstrução, que consiste no desmonte das estruturas construídas, ou seja, a ordem inversa do processo de construção, que possibilita a reutilização de materiais e elementos construtivos sendo em depósitos ou aterros e ganham um novo uso em outras construções.

Esse processo possibilita que os materiais sejam reutilizados dado que são retirados com cuidado durante o processo de demolição. Essa prática possibilita o crescimento de um novo mercado de materiais usados e reciclados, e diminui os gastos de energia no beneficiamento de novos materiais, reduz o consumo de matérias-primas e gera emprego e renda, com a necessidade de mão de obra (MÁLIA, 2010).

ANÁLISE DO USO DE RECICLADO EM EMPRESA FABRICANTE DE BLOCOS DE CONCRETO

Segundo o artigo científico realizado por especialistas da Universidade Federal de Alagoas Maceió - AL – Brasil, denominado “Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos”, foi implementada no próprio canteiro de obra, a fábrica de BC, para suprir a necessidade da construção de edificações populares. Os BC que eram produzidos na fábrica destinavam em simultâneo, seis obras, sendo quatro condomínios contendo casas e dois condomínios de edifícios. (Figura 13).

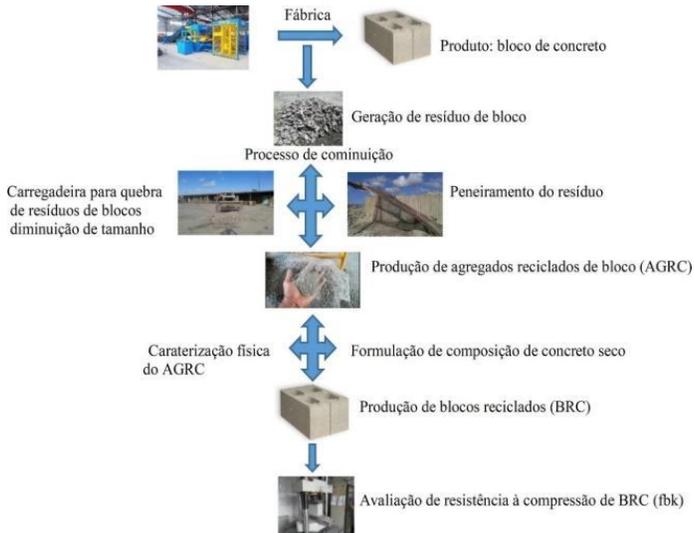
Figura 13 – Empreendimento da construtora e localização da fábrica de BC.



Fonte: Google, 2016.

O fluxograma mostrado na Figura 14, relata o procedimento que aconteceu em uma fábrica de concreto montada no canteiro de obras, aproveitando os resíduos de blocos de concreto para a fabricação de blocos reciclados de concreto.

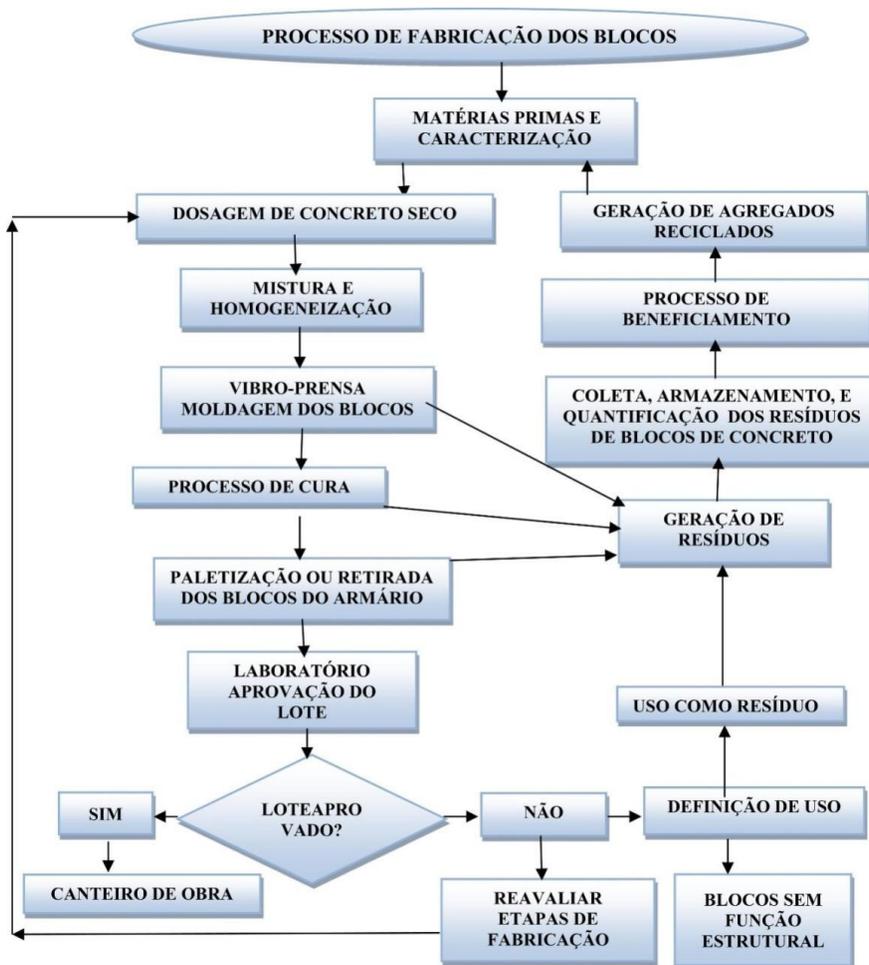
Figura 14 – Etapas da Fabricação.



Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

Os Blocos de Concreto (BC) e os Blocos Reciclados de Concreto (BRC) têm praticamente o mesmo modo de fabricação, visto que os blocos reciclados de concreto, existe a adição dos agregados reciclados de blocos (AGRG), que são por sua vez, obtidos da fabricação dos BC, figura 15.

Figura 15 – Fluxograma do processo de produção dos blocos.



Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

Como visto, as fases de fabricação de BC que produzem mais resíduos, desde a fabricação até a entrega do produto na construção, são, mas não apenas, a fase de moldagem e armazenamento, seguimento para o processo de cura, encaminhamento a paletização, saída do armário e por reprovação em ensaios de qualidade.

Figura 16 – Fabricação dos Blocos.



(a) Blocos recém-moldados



(b) Blocos sendo colocados em armários para cura



(c) Bloco fissurado



(d) Blocos quebrados durante o processo de produção



(e) Armazenamento no pátio de estocagem



(f) Blocos paletizados prontos para serem transportados

Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

A criação de resíduos em todas essas etapas, que foram calculadas perdas na produção, foi encontrado 28% de resíduos em relação ao todas de matéria-prima, 7% desses resíduos eram utilizados, no entanto 21%, em torno de 30 metros cúbicos eram deixados de lado. Os resíduos de blocos de concretos eram armazenados por meios próprios.

Figura 17 – (a) Coleta dos resíduos de bloco por meio da minicarregadeira e (b) estocagem dos resíduos coletados.



(a)



(b)

Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

Objetivando um custo reduzido, sabendo que a construtora não possuía maquinário de britagem para a estocagem do resíduo, os equipamentos já no canteiro foram usados, como uma minicarregadeira e peneiras. O resíduo estava em fase inicial de endurecimento, possibilitando uma menor dificuldade no rompimento e peneiramento.

Figura 18 – Processamento dos Resíduos.



(a) Peneira de 12,5 mm



(b) Peneira vibratória de 9,5 mm



(c) Agregados reciclados de blocos (AGR)

Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

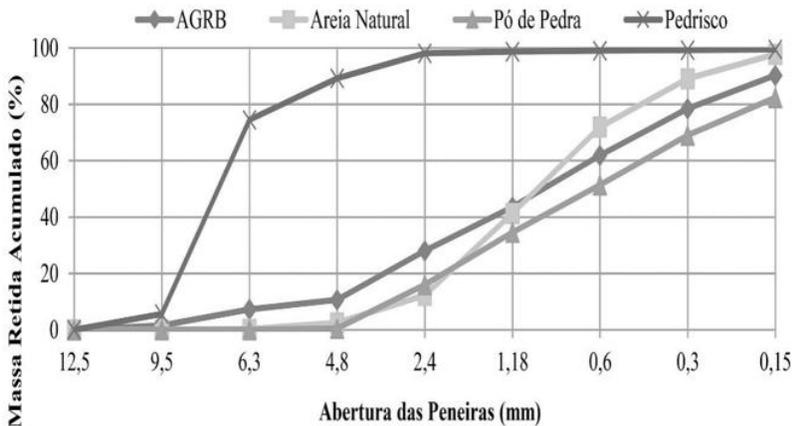
Conforme com as normas NBR NM 248 (ABNT, 2003) e NBR NM 45 (ABNT, 2006) foram dadas as características dos agregados de forma a sua granulometria e módulo de finura e massa unitária. É mostrado na tabela 1 informações do módulo de finura e massa unitária e curvas de distribuição granulométrica dos agregados utilizados na fabricação dos blocos na figura 19.

Tabela 1 – Módulo de finura e massa unitária dos agregados utilizados na produção dos blocos.

Características	Areia Natural	Pó de pedra	Pedrisco	AGRB
Módulo de finura	3,14	2,54	5,89	3,12
Massa unitária (kg/dm ³)	1,47	1,50	1,40	1,53

Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

Figura 19 – Granulometria dos agregados utilizados na produção dos blocos.



Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

Foi notado que o peneiramento usado resultou a um agregado reciclado de blocos com granulometria menor a do pedrisco, com espessura aproximada a de uma areia grossa. Apesar de relativamente próxima dos outros materiais utilizados, foi maior, levando a uma melhor condição de preenchimento dos vazios. Essa aproximação foi aumentada na distribuição granulométrica.

Foram utilizados para determinação e análise das composições das misturas os métodos de Fernandes (2011), Pfeiffenberger (1985) e Wilk e Grant (1948). A dosagem dos componentes do concreto seco com AGRG (CAGR) foi baseada no traço dos concretos secos de referência (CREF) utilizados na fábrica com os agregados naturais. O procedimento de medidas para determinação do volume dos agregados utilizados foi o mesmo usado para o CREF, com padiolas de 63 L ou 126L.

Em sacos de cinquenta quilogramas o cimento foi dosado, utilizando os métodos indicados pelo fabricante. O agregado natural foi substituído pelo reciclado, considerando suas semelhanças nas distribuições granulométricas e foram feitas as substituições nas frações referentes ao pó de pedra e à areia

natural. Na formulação dos concretos secos com agregados reciclados foram determinadas três composições: CARB, com 85,7% de substituição do agregado natural por AGRG, substituídos 100% do pó de pedra e da areia natural; CARB, com 57,0% de substituição, substituído 100% o pó de pedra e 50% da areia natural; e CAGPRB, também com substituição de 57,0%, substituído 100% da areia natural.

São apresentadas na tabela 2 as seguintes composições utilizadas:

Tabela 2 – Composição dos concretos secos para fabricação dos blocos.

Materiais	Composição em volume (Litros)			
	CREF	CAGR	CARB	CARB
Areia natural	252	-	126	-
Pó de pedra	126	-	-	126
Pedrisco	63	63	63	63
AGRB	-	378	252	252
Água	28	36	36	36
Relação A/C (kg/kg)	0,37	0,48	0,48	0,48

Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

No final, tinha como resultado um total por traço o equivalente a 500 litros de concreto seco, resultando em 60 blocos.

Os BRC eram levados para armários e em seguida para a primeira cura, a sombra. Já na segunda cura, eram encaminhados a uma área descoberta e recebiam uma aspersão de água, em intervalos de 4 h, nas primeiras 48 h após a moldagem. Após 48 h, os blocos eram paletizados até o transporte para o estoque.

Figura 20 – Processo de Cura dos Blocos.



Fonte: Artigo: Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos.

Objetivando o custo e otimização, a reciclagem de resíduos do BC é considerada uma excelente alternativa nos canteiros de obras de construção civil.

No caso apresentado, o agregado reciclável de blocos resultado de procedimentos simples resultou agregados semelhantes aos que já eram utilizados anteriormente, agregados com características granulométricas semelhantes às do pó de pedra.

Os requisitos de resistência da NBR 6136 (ABNT, 2007) foram atendidas e valendo-se da possibilidade de produzir blocos de concreto estruturais com agregados reciclados oriundos do processo de produção desses blocos

A importância desse estudo é verificada pela possibilidade de diminuição de resíduos como também seu aproveitamento, resultando na diminuição de matéria-prima original.

CONCLUSÃO

A construção civil é o setor que mais explora e consome recursos naturais do planeta. Os recursos retirados da natureza sem gerenciamento têm como resultado uma enorme geração de lixo e resíduos que contaminam o ar, o solo e as águas, além de ficarem dispostos em vias públicas ou terrenos abandonados pelas cidades, principalmente as maiores.

Assim como as demolições, os resíduos são provenientes do desperdício de materiais em construções novas que resultam de projetos mal elaborados, com falhas nas especificações dos materiais e detalhes, e ainda no planejamento e execução da obra, além disso, as construção e demolição (RCD) geram impactos acabam contribuindo para a formação de áreas irregulares de descarte em locais de preservação ambiental, afetando a drenagem das águas, obstruindo córregos, erosão de solos entre outros.

Existem dois tipos de resíduos provenientes da construção civil, os de canteiros que separam os resíduos para reutilização na própria obra ou que disponibilizam para empresas de coleta, e os que são gerados por pequenas obras e que não recebem nenhum tipo de tratamento ou separação e que são descartados em caçambas ou lançados de maneira irregular em aterros sanitários irregulares ou em vias públicas.

A reciclagem de resíduos possibilita a redução do impacto ambiental e gera produtos que são economicamente interessantes para o setor. Os agregados precisam respeitar determinadas características impostas para se encaixarem nos requisitos de utilização determinados pelas normas.

Os agregados reciclados provenientes de resíduos de concretos diferem dos naturais quando se trata da sua composição e também, porque eles são revestidos por argamassa quando colocados, e esta camada usada anteriormente para a construção, pode exercer influência nas propriedades do concreto feito com os agregados.

A natureza do resíduo, assim como o processo, influencia nas características dos agregados reciclados. O descarte de resíduos de

construção civil em aterros sanitários, lixões e aterros clandestinos é uma realidade que precisa da elaboração de projetos mais eficientes baseadas em conceitos de sustentabilidade, evitando desperdícios, através do planejamento de reuso de materiais, e com a preocupação com todo o ciclo de vida do empreendimento, englobando desde a fase de construção, passando pela utilização de recursos e demolição.

Os resultados alcançados conforme o estudo, proporciona vantagens para a área científica e para a sociedade, métodos da funcionalidade dos blocos de concretos feitos em RCD, deixando a disposição então novas compreensões científicas, apresentando os benefícios de reciclar os resíduos da construção civil e usados como um agregado no desenvolvimento dos blocos, sendo que, foi analisado o atendimento de certos meios de resistência a respeito do reaproveitamento desta forma de resíduo, diminuindo então, os grandes graus de poluição para o meio ambiente proporcionado pelo descarte feito de forma incorreta.

Conclui-se então, que o uso do RCD aos desenvolvimentos dos blocos de concreto é permitido e o mesmo, pode ser um modo eficaz de poder ser reaproveitada esta forma de resíduo diminuindo então, os graus níveis da poluição do meio ambiente, em que, é proporcionado pelo descarte feito de forma errada.

A pesquisa conseguiu chegar em seus objetivos, pois tudo o que era esperado foi realizado, onde se destaca a procura por a efetivação dos resíduos na construção civil nos blocos de concreto que procuram atender com o desenvolvimento acústico conforme a que padroniza a NBR 6136 (ABNT, 2007), ressaltando o seu meio socioambiental deste estudo. Depois, da apresentação do desenvolvimento, destaca-se então, que o uso do RCD no desenvolvimento de blocos de concreto é viável de forma técnica, considerando que pode concluir todos os requisitos mínimos para as construções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON. **Site institucional**. Disponível em: <http://www.abrecon.org.br>. Acesso em: 13 set. 2021.

ALTSCHUL, Joyce Sholl; OLIVEIRA, Isabel Pereira Vidigal de; NÓBREGA, Marcelo de Jesus Rodrigues da. **Resíduo da construção e demolição: Tecnologias e problemas: um estudo de caso**. TC-USU. Rio de Janeiro. V. 3. N.1. p. 113-31. Jan/jun, 2020.

ANGULO, S.C.; ULSEN, C.; KAHN, H.; JOHN, V. M. Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD. In: V **Seminário de Desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil**. IBRACON CT 206/IPEN. Anais. São Paulo. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5738:2015: **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6136:2014: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2014. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116: **agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural: requisitos**. Rio de Janeiro, 2004.

BAPTISTA JÚNIOR, Joel Vieira; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras., **Rev. Brasil. Gest. Urbana**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 27-37, Dec. 2013.

Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692013000200004&lng=en&nrm=iso>. acesso 22 set. 2021. <https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.SE02>.

BASTOS, Isadora Andrade; CRUZ, Leandro Faria Da; WOELFFEL, Anderson Buss. Fabricação de blocos de concreto para vedação com o uso de agregados reciclados em canteiro de obras. **Revista Científica Faesa**, Vitória, ES, v. 12, n. 1, p. 52-58, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº. 307, de 05 de julho de 2002. Brasília. **Diário Oficial da União**, de 30 de agosto de 2002, seção I, p. 17.241.

BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial** [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n. 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Brasília, DF, 5 jul. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n. 308, de 21 de março de 2002. **Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte**. Brasília, DF, 21 mar. 2002.

BRASIL. RIO DE JANEIRO (Município). Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Resolução SMAC n. 387, de 24 de maio de 2005. **Disciplina apresentação de projeto de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil — RCC**. Rio de Janeiro, RJ, 24 maio de 2005.

BRITO FILHO, J. A. **Cidades versus entulho**. In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 2., 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Comitê Técnico do IBRACON; CT 206 – Meio Ambiente, p.56-67, 1999.

BOLDRIN, A. J. et al. **Estudo das Propriedades Mecânicas do Concreto Com Resíduos de Construção e Demolição Empregados na Produção de Blocos de Concreto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 48., Rio de Janeiro, 2006. Anais...São Paulo: IBRACON, 2006.

BUTTLER, A. M. **Uso de Agregados Reciclados de Concreto em Blocos de Alvenaria Estrutural**. São Carlos, 2007. 535 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

BURGOYNE, Dan. Construction and demolition (C & D) waste diversion in California. Estados Unidos, **Integrated Waste Management Board**. Disponível em: <http://www.ciwmb.ca.gov/condemo/casestudies/dgsdiversion.pdf>. Acesso em set..2021.

CARTILHA DA SMMA. **Plano de Gerenciamento de Resíduos do Município de Curitiba**. 2004. Disponível: <http://sindusconpr.com.br/gerenciamento-de-residuos-daconstrucao-civil-1960-p>.

CARNEIRO, A.P.; CASSA, J.C.S. BRUM, I.A.S. Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção. **Projeto entulho bom**. EDUFBA; Caixa Econômica Federal. Salvador. 312 p. 1ª edição. 2001.

CARNEIRO, A. P; BURGOS, P. C; ALBERTI, E. P. V. Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos. **Projeto Entulho Bom**. Salvador: EDUFBA/ Caixa Econômica Federal, 2001, 188-227 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002: **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

FARIAS, R. S. et al. Análise de Propriedades de resistência à Compressão e Módulo de Elasticidade em Prismas de Blocos de Concreto Produzidos Com Agregados **Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 47., Recife, 2005. Anais... São Paulo: IBRACON, 2005.

FERNANDES, J.A.B. (agosto de 2011). **Resíduos da Construção Civil**. 05-08.

FILHO, R. P. CHIAVINI, P. P. R. CIMINO, R. J. P.; GUIMARÃES, S. A. V. **Gestão de resíduos da construção civil e demolição no município de São Paulo e normas existentes**. 2007. Disponível em:

http://www.ipep.edu.br/portal/publicacoes/revista/rev07_01/art6_gestao.pdf. Acesso em set. 2021.

FILHO, José Américo Alves Salvador. **Blocos de Concreto para Alvenaria Em Construções Industrializadas**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-29012009-104204/publico/2007DO_JoseAmerico.pdf. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

FULLER, W. B. THOMPSON, S. E. **A lei do concreto de proporção**. Transport American Society of Civil. Engenheiros. Vol. 23, n. 9 de março de 1907.

GOMES, P. C. C.; ALMEIDA, L. H.; PEREIRA, F. A. Avaliação de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Grandes Geradores. **Concreto & Construção**, São Paulo, v. 1, p. 80-88, 2012.

GOMES, Paulo César **Correia et al. Obtenção de concreto leve utilizando agregados** reciclados. *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 31-46, Sept. 2015.

Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212015000300031&lng=en&nrm=iso>. accesson 22 set.. 2020. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212015000300024>.

GRIGOLI, Ademir S. O uso de entulho de obra na própria obra como parâmetro de organização de canteiro e redução de custos. In: **Encontro Nacional de Tecnologia no ambiente construído**, IX, 2020, Foz do Iguaçu, PR. Anais. Foz do Iguaçu, PR. 2002.

HENDRICKS, F., JANSSEN, G. M. T. **Reutilização de resíduos de construção e demolição na Holanda para a construção de estradas**. *Heron*, v.46, n.2, p.109-117, 2001.

KIBERT, Charles, et al. **First International Conference On Sustainable Construction**. Flórida: 4. CIB, 1994.

JOHN, V. M. AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. In: Seminário reciclagem de resíduos sólidos domiciliares. 2000. São Paulo. Anais eletrônicos. Disponível em: www.reciclagem.pcc.usp.br.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. 1999. 240 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

LIMA, E. S. CHENNA, S. I. M. **Reciclagem de entulho**. Viçosa, CPT, 2000, 90p.

LUZ, A. B. et. al. **Tratamento de minérios**. 4ed. Rio de Janeiro: CETEM-MCT, 2004.867p.

MÁLIA, M. A. B. (2010) **Indicadores de resíduos de construção e demolição**. Lisboa – Portugal, 17 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Técnica de Lisboa.

MARQUES NETO J. C. **Gestão de Resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: Editora Rima, 2005. 162p.

MARINOSKI, Deivis. **Alvenarias: conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo**. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20>. Acesso em 16 de setembro de 2021.

MELO, Adriana Virgínia Santana; FERREIRA, Emerson de Andrade Marques; COSTA, Dayana Bastos. **Fatores críticos para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de RCC da região nordeste do Brasil**. *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 99-115, sept. 2013. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000300007&lng=en&nrm=iso>. accessed 22 Oct. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000300007>. Acesso em set. 2020.

MENDES, H. **A construção civil e seu papel no meio ambiente**. 2013. (Online). Disponível em: <<http://www.neutralizecarbono.com.br>>. Acesso em: 2 jul. 2015.

METHA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: ed. PINI, 1994. 573p.

MOTTA, R. dos S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego/ R.S**. Mota – São Paulo, 2005. 134p.

PATTO, A. L.; OLIVEIRA, M. J. E. **Produção de Blocos de Concreto Com Agregado Reciclado e Minimização de Impactos Ambientais**. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 7., São Paulo, 2006. Anais. São Paulo: IBRACON, 2006.

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J.L., R. **Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo: CEMA, 2005. 3 p.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo. 1999. Tese (doutorado) - Escola Politécnica, USP, São Paulo.

POON, C.S.; CHAN, D. **EffectsofContaminantsonthePropertiesof Concrete PavingBlocksPreparedWithRecycled Concrete Aggregates**. *ConstructionandBuildingMaterials*, v. 21, p. 164–175. 2007.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. **Construção Civil e a Degradação Ambiental**. Desenvolvimento em Questão Construção Civil e a Degradação Ambiental Caroline das Graças Roth 1 Carlos Mello Garcias 2 DESENVOLVIMENTO EM QUESTÃO Editora Unijuí • ano 7 • n. 13 • jan./jun. • 2009 p. 111-128.

SANTOS, P. S. **Tecnologia de argilas: Aplicação**. São Paulo: Edgard Blucher, 1975. V.2.

SILVA, Paulo José; BRITO, Mozar José de. Práticas de gestão de resíduos da construção civil: uma análise da inclusão social de carroceiros e cidadãos desempregados. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 545-556, Dec. 2006. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2006000300015&lng=en&nrm=iso>. accesson 23 Oct. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2006000300015>. Acesso em set. 2020.

SILVA, J. F. P. **Reciclagem de resíduos sólidos**. 2006. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos2/reciclagem-residuos/reciclagem-residuos.shtml>

SPADOTTO, Aryane. et al. **Impactos ambientais causados pela construção civil**. Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/235124968.pdf>. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

TECNOMOR. **Diferentes maneiras de reciclar concreto e contribuir com o meio ambiente**. Blog: Tecnomor Aditivos e Desmoldantes, 2021. Disponível em: <https://tecnomor.com.br/blog/como-reciclar-concreto-e-contribuir-com-o-meio-ambiente/>. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

WAMBUCO, Projeto. **Manual Europeu de resíduos da construção de edifícios**. v. 1-3. União Européia. Disponível em: <http://www.ceifa-ambiente.net/portugues/projectos/concluidos/wambu>. Acesso em set. 2020.