

Reaproveitamento de resíduos de construção e demolição (RCD): uma revisão bibliográfica

Reuse of construction and demolition waste (RCD): a literature review

Reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD): una revisión de la literatura

Sandilla Santana de Oliveira

Engenheira Civil. Mestranda em Ambiente Construído, UFJF, Brasil
sandilla.oliveira@estudante.ufjf.br

Aline Gasparoni dos Santos

Engenheira Civil. Mestranda em Ambiente Construído, UFJF,, Brasil.
alinegasparoni.santos@estudante.ufjf.br

Maria Aparecida Steinerz Hippert

Professora Doutora, UFJF, Brasil.
aparecida.hippert@ufjf.br

RESUMO

Levando-se em consideração o volume de resíduos gerados pelo setor da Construção Civil e os impactos ambientais e sociais acarretados pelo gerenciamento ineficiente deste montante de resíduos, este texto tem por objetivo discutir o reaproveitamento de resíduos de construção e demolição (RCD) como uma alternativa para reduzir a quantidade de resíduos descartados. Para tal, foi feita uma revisão de literatura, entre os meses de maio e junho de 2022 e utilizando as bases de dados do site Periódicos Capes. Os resultados encontrados mostram a necessidade de se adquirir saberes sobre o RCD e possíveis formas de reaproveitá-lo, incentivando a adoção de medidas neste sentido pelos agentes da Construção Civil brasileira e atendendo à legislação vigente. Além disso, os trabalhos analisados apontam avanços nas medidas de reaproveitamento adotadas no Brasil, embora ainda haja uma necessidade de mais aderência à implantação dessas medidas por parte das construtoras nacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Civil; Reaproveitamento de Resíduos; Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

Taking into account the volume of waste generated by the Civil Construction sector and the environmental and social impacts caused by the inefficient management of this amount of waste, this text aims to discuss the reuse of construction and demolition waste (CDW) as an alternative to reduce the amount of waste discarded. To this end, a literature review was carried out between the months of May and June 2022 and using the databases of the Periódicos Capes website. The results found show the need to acquire knowledge about RCD and possible ways to reuse it, encouraging the adoption of measures in this sense by Brazilian Civil Construction agents and complying with current legislation. In addition, the works analyzed point to advances in reuse measures adopted in Brazil, although there is still a need for greater adherence to the implementation of these measures by national construction companies.

KEY WORDS: Construction; Waste Reuse; Solid Waste.

RESUMEN

Teniendo en cuenta el volumen de residuos generados por el sector de la Construcción Civil y los impactos ambientales y sociales causados por la gestión ineficiente de esta cantidad de residuos, este texto tiene como objetivo discutir la reutilización de los residuos de construcción y demolición (RCD) como una alternativa para reducir la cantidad de residuos desechados. Para ello se realizó una revisión bibliográfica entre los meses de mayo y junio de 2022 y utilizando las bases de datos del sitio web de Periódicos Capes. Los resultados encontrados muestran la necesidad de adquirir conocimiento sobre RCD y posibles formas de reutilizarlo, incentivando la adopción de medidas en este sentido por parte de los agentes de Construcción Civil Brasileños y cumpliendo con la legislación vigente. Además, las obras analizadas apuntan a avances en las medidas de reutilización adoptadas en Brasil, aunque aún existe la necesidad de una mayor adherencia a la implementación de estas medidas por parte de las constructoras nacionales.

PALABRAS CLAVE: Construcción civil; reutilización de residuos; Residuos sólidos.

1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil é reconhecida como uma importante atividade para o desenvolvimento econômico e social e também como uma grande geradora de impactos ambientais. Todo o processo produtivo da Indústria da Construção Civil gera danos ao meio ambiente, desde a extração de matérias primas, passando por sua manufatura e chegando até a considerável produção de resíduos.

Devido à urbanização acelerada que o Brasil experienciou nas últimas décadas, houve um aumento expressivo nas atividades do setor construtivo, o que aumentou a exploração de recursos naturais e a geração de resíduos de construção e demolição (RCD). Esses resíduos são, na grande maioria das vezes, produtos diretos das obras construtivas, como novos empreendimentos construtivos, reformas e demolições. O montante de resíduos gerados pelas atividades da Construção Civil pode chegar a 70% de todos os resíduos produzidos nos centros urbanos (MARINHO, 2019 p. 26).

A falta de gerenciamento adequado destes resíduos afeta diretamente os aspectos sociais, econômicos e ambientais de uma cidade. Fato a ser apontado é que, até o ano de 2002, não existiam políticas públicas no Brasil que tratassem do gerenciamento dos resíduos produzidos pela Construção Civil. Somente neste ano entraram em vigor as resoluções do CONAMA que tratam das diretrizes e critérios para o gerenciamento destes resíduos. Aliado a estas resoluções, no ano de 2010 o país aprovou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por intermédio da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 e que define como o país deve dispor de seus resíduos.

Conforme a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) no ano de 2021, em sua maioria, os resíduos produzidos nos canteiros de obras foram descartados em aterros sanitários devido à escassez de mercado e técnicas para seu reaproveitamento. Vale ressaltar que os resíduos produzidos pela Construção Civil servem de matéria prima, por exemplo, para agregados de excelente qualidade, podendo ser reaproveitados em uma vasta variedade de processos construtivos.

O reaproveitamento de resíduos é uma alternativa que se mostra viável e com bastante potencial de aplicabilidade no sentido de reduzir custos na Construção Civil e reduzir tanto a exploração de recursos para obtenção de matéria prima quanto o montante de resíduos resultante dos processos construtivos, diminuindo o problema com o gerenciamento dos resíduos sólidos enfrentados pelos municípios urbanos no Brasil (ROQUE; SOUZA & TOLEDO, 2020).

A justificativa deste trabalho se dá devido a, no Brasil, o reaproveitamento de resíduos da Construção Civil ainda ocorrer de maneira escassa, com exceção das indústrias do aço e do cimento, pouco material é reciclado e reaproveitado. O aprofundamento das discussões sobre as medidas a serem tomadas para tornar o gerenciamento de resíduos mais eficiente vem ocupando cada vez mais espaço nas discussões políticas, dada a importância do tema e a necessidade de conscientização ambiental por parte da sociedade (KLEPA *et al.*, 2018; (ABRECON, 2018; KIM, 2022).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é discutir alternativas viáveis para a implementação do reaproveitamento de RCD dentro do setor da Construção Civil, social e economicamente, atendendo também às demandas de conservação ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Conceitos

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) define resíduos sólidos como materiais resultantes de atividades industriais, hospitalares, domésticas, agrícolas, de serviços, comerciais e de varrições. Também são incluídos nesta definição os resíduos provenientes do tratamento de águas e controle de poluição, além dos líquidos que são inviáveis de serem descartados em redes públicas de esgotos ou corpos d'água.

Por sua vez, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) define que resíduos sólidos são todos os materiais que resultam das atividades humanas e que são descartados posteriormente. Esses materiais, geralmente, não podem ser descartados desordenadamente em vias públicas e corpos d'água ou redes de esgotos, necessitando de processos economicamente viáveis para seu descarte correto.

Ainda nesse sentido, conforme Monteiro *et al.* (2001), os resíduos sólidos podem ser considerados como quaisquer materiais heterogêneos produzidos a partir de atividades humanas e de processos naturais que são considerados descartáveis, indesejados ou inúteis (ou as três classificações em conjunto) e que geram problemas estéticos, sanitários, sociais e ambientais.

De acordo com a resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, os resíduos da Construção Civil e demolição são classificados em quatro tipos, conforme descrito a seguir:

Classe A: São resíduos produzidos a partir de agregados de construção e demolição, componentes cerâmicos, argamassas, concretos, blocos e tijolos, reparos e reformas de edificações, pavimentação, telhas e pré-moldados. Estes resíduos podem ser reutilizados e até mesmo reciclados;

Classe B: São resíduos da Construção Civil que podem ser reciclados para outras destinações, tais como plásticos, papéis e papelão, etc.;

Classe C: São resíduos para os quais ainda não se desenvolveu um processo produtivo de reaproveitamento ou de reciclagem que seja considerado viável economicamente, que possibilita sua reutilização;

Classe D: São os resíduos da Construção Civil que são considerados perigosos, passíveis de causar danos diretos à saúde e ao meio ambiente, tais como solventes, tintas, materiais que contenham amianto, etc.

2.2 A Construção Civil como geradora de resíduos e impactos socioambientais

A Construção Civil, sendo um dos setores de maior impacto na sociedade moderna é, também, considerada uma das maiores causadoras de degradação ambiental ao longo de toda sua cadeia produtiva. A grande quantidade de recursos naturais e energia necessários para o funcionamento do setor, associada ao expressivo volume de resíduos gerados, produzem impactos que se estendem desde o processo obtenção de matérias primas, passando por sua manufatura e beneficiamento e culminando no descarte inadequado dos resíduos produzidos (MARTÍNEZ-MOLINA *et al.*, 2015).

As fontes de geração de resíduos na Construção Civil são distintas. Pode-se citar as perdas de materiais, sob a forma de entulhos que são gerados devido à baixa qualidade dos bens e dos serviços. Existem, ainda, as perdas referentes ao funcionamento da estrutura após sua finalização que podem causar, futuramente, o aparecimento de patologias diversas que diminuem sua vida útil e aumentado a necessidade de manutenções, o que acaba por aumentar, também, a demanda pelo consumo de matéria prima e energia e, por consequência, o montante de resíduo gerado (COSTA; RIBEIRO, 2020).

Ademais, também se pode associar o nível de desenvolvimento econômico e sociocultural dos centros urbanos à produção de resíduos da Construção Civil: com o crescimento das cidades, e os processos de urbanização desordenados, houve diretamente um aumento do consumo de recursos e da produção de resíduos nos centros urbanos. Nas cidades brasileiras, por exemplo, o déficit habitacional é um problema crescente, que faz crescer a demanda por novas habitações e, conseqüentemente, a exploração de recursos e a degradação ambiental, além de aumentar o montante de resíduos gerados. Mesmo o surgimento de novas concepções arquitetônicas, bem como o emprego de novos materiais, faz com que as construções existentes passem, com certa constância, por adaptações e modificações gerando maior volume de resíduos. Por fim, o próprio crescimento do setor da construção civil aumenta a demanda por matérias primas e pelo consumo de energia, o que pode influenciar diretamente no aumento da geração de resíduos, até mesmo pela ineficácia do gerenciamento dos mesmos em toda a cadeia produtiva do setor (HAWLITSCHKE, 2014).

O desempenho de cada componente utilizado na edificação associado à falta de conhecimento sobre sua durabilidade e à manipulação por mão de obra, muitas vezes não especializada, acarreta à redução da vida útil das construções, o que também aumenta, sistematicamente, o volume de resíduos gerados. Somando-se ao exposto, ainda se deve levar em consideração o aumento dos resíduos gerados pelos desastres naturais e pelos desastres causados pela intervenção humana, que culminam numa maior geração de resíduos de construção e demolição (FELIX *et al.*, 2018).

De uma maneira geral, os resíduos provenientes da Construção Civil são produzidos em todas as fases dos empreendimentos: fase da construção; fase da manutenção ou de reformas e, por último, fase da demolição. Na fase da construção, os resíduos têm origem, principalmente, das perdas ocorridas durante os processos construtivos. Alguns desses resíduos são reincorporados no empreendimento, ainda durante o processo construtivo, mas a grande maioria do volume produzido é descartada de maneira inadequada, se tornando entulhos e um dos mais significativos problemas do setor, quanto a produção de resíduos, nas cidades brasileiras (MEZECH E FREITAS, 2021).

Por sua vez, os resíduos gerados nas fases de manutenção e reforma têm origens tão distintas quanto seus variados tipos. Nesta fase, os fatores geradores de resíduos podem estar associados aos reparos para a correção de patologias, às demolições e modificações na alvenaria, ou mesmo à substituição de componentes. Também nesta fase, para se falar de uma redução do volume de resíduos, é preciso se voltar para a melhoria da qualidade da construção, de tal forma que as manutenções e reformas sejam reduzidas ou realizadas com maior eficiência (AGOPYAN, 2000).

Já na fase de demolição, a redução do volume de resíduos gerados está intimamente ligada ao prolongamento da vida útil dos componentes dos empreendimentos, necessitando de tecnologias e de materiais que atendam a estas demandas. Além disso, é necessário um trabalho

no sentido de incentivar os usuários a realizarem modernizações e não demolições, em conjunto com novos processos construtivos que reutilizem componentes e materiais preexistentes (JOHN, 2000).

Nesse sentido, destaca-se a estimativa feita pela ABRELPE, no ano de 2018 foram coletados cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos de construção civil no território brasileiro. A região sudeste foi a maior produtora de resíduos, sendo responsável por cerca de 50% desse montante. É provável que este montante seja mais alto, uma vez que muitas construções no Brasil são feitas de maneira informal e outras tantas não passam por processos de gerenciamento de resíduos adequados ou mesmo por fiscalizações dos órgãos responsáveis. Além disso, as estimativas contabilizam, em sua grande maioria, apenas os resíduos depositados no meio urbano (ANDRADE *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2020; MEZECH e FREITAS, 2021).

2.3 O Reaproveitamento de Resíduos na Construção Civil

A Construção Civil é uma das atividades mais antigas, desenvolvidas pela humanidade e, embora tratado de maneira mais criteriosa nos dias atuais, o reaproveitamento de resíduos provenientes de suas atividades, existe há vários anos, sendo realizado de maneira informal pelos trabalhadores. O reaproveitamento artesanal gera economia dentro dos empreendimentos e é perceptível, especialmente, em construções que contam com menores investimentos (GARCIA, 2018).

Formalmente, de acordo com a investigação realizada por Marcetti e Lírio (2018), por volta da década de 1920 começaram a surgir os primeiros estudos que buscavam investigar a utilização de cimento e água em argamassa e concretos, bem como a utilização de agregados produzidos a partir da britagem de alvenaria e concreto, o que se mostrava uma alternativa econômica consideravelmente positiva, reduzindo os gastos com brita para a produção de concretos com funções variadas. Já nos anos posteriores à Segunda Guerra Mundial, devido ao enorme montante de resíduos resultantes dos bombardeios na Europa e à necessidade de reconstrução das cidades, viu-se a necessidade de reaproveitar esse volume de resíduos, através do processo de britagem, para a construção de novos empreendimentos.

Atualmente, devido às constantes discussões acerca da degradação ambiental e os impactos socioeconômicos oriundos dos processos desenvolvidos no setor da Construção Civil, evidenciou-se a necessidade de se investir e desenvolver técnicas que permitam o reaproveitamento de resíduos em larga escala por este setor, uma vez que é reconhecido por se um dos grandes geradores de resíduos atuais. Sendo assim, surge também a necessidade de processos e regulamentações que subsidiem e orientem os procedimentos necessários para o reaproveitamento e correto descarte deste volume de resíduos sólidos, promovendo a diminuição da extração de recursos naturais e do consumo de energia necessários para o funcionamento do setor da Construção Civil (SILVA, 2018).

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo, foi feita uma revisão de literatura, que, segundo Creswell (2007) ajuda os pesquisadores a limitar o escopo de sua investigação e transmite para os leitores a importância de estudar um tópico “[...] compartilhando com o leitor os resultados de outros estudos que estão relacionados ao tema que está sendo relatado”, buscando construir

um entendimento baseado nas ideias de autores que já se debruçaram sobre o tópico. Pesquisas de revisão bibliográfica se fazem necessárias, pois ajudam a entender o novo cenário que se desenha frente às mudanças pelas quais passam a sociedade moderna.

Assim, conforme explicam Araújo e Gouveia (2018), esse tipo de pesquisa é elaborada a partir de material já publicado, livros, revistas, artigos e material disponibilizado na *internet*, entre outras fontes. Este tipo de pesquisa explica um problema a partir de referenciais teóricos publicados em documentos”. O método de abordagem empregado foi o dedutivo.

Para as *strings* de busca, foram usados os termos: sustentabilidade; construção civil; reaproveitamento de resíduos; resíduos sólidos na construção civil; reciclagem; reaproveitamento; impactos ambientais e canteiros de obras, utilizados em língua portuguesa e língua inglesa. As referências foram buscadas na base de dados Periódicos Capes, portal eduCAPES e Repositório Digital LUME, este último, vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), nos meses de maio e junho de 2022. Para a construção do referencial teórico, foram considerados trabalhos publicados nos últimos anos, em revistas e congressos, além de trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, todos de livre acesso, de autores que se debruçaram anteriormente sobre a temática aqui abordada.

A pré-seleção foi feita pela leitura dos títulos e palavras-chave, excluindo-se os trabalhos repetidos. Após este momento, foi feita a leitura dos resumos dos trabalhos selecionados para a verificação de quais deles atendiam a proposta deste artigo. Também foi feita uma análise documental onde, seguindo os mesmos parâmetros da busca dos artigos, foram consultadas as legislações e normativas vigentes no Brasil que tratam do reaproveitamento de resíduos da Construção Civil e demolição no Brasil e que se encontram em vigor, de modo a embasar a análise aqui proposta. Por último, foram consultados dados divulgados por associações que lidam com os resíduos sólidos em território nacional.

4 RESULTADOS

Para a construção da análise aqui apresentada, foram selecionados 46 documentos, dentre eles artigos, trabalhos de conclusão de curso, livros, legislações, resoluções, e normas técnicas nacionais que abordam a temática da produção e do reaproveitamento de resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD). A análise tem por como enfoque o cenário nacional, entretanto, foram também consultados trabalhos que abordem o reaproveitamento de resíduos em outros países, de maneira a permitir uma visão mais ampliada sobre o tema.

De uma maneira geral, percebe-se que a produção de RCD ainda é em maior volume do que o montante que é reaproveitado e este cenário se desenrola devido à causas multifatoriais não sendo, portanto, possível de se apontar uma única causa para os impactos gerados pelo montante de resíduos produzidos pelo setor da Construção Civil.

Além dos estudos já citados anteriormente neste texto, também foram analisados os estudos de Bessa *et al.* (2019) que indicavam a viabilidade técnica para o reaproveitamento, com valoração econômica, do RCD pelo setor da Construção Civil, na cidade mineira de Belo Horizonte.

Com proposta semelhante, Perina e Trannin (2019) analisaram a utilização de resíduos de blocos e argamassas, produzidos nos canteiros de obras da CDHU em Pindamonhangaba,

estado de São Paulo, como material para enchimento de escadas e para o preenchimento de rasgos nas paredes para passagem de tubulações.

Uma outra análise feita por Trannin e Pancieri (2019) propõe o uso de RCD em pavimentações, conforme o descrito pela legislação brasileira vigente, diminuindo os impactos causados tanto pela diminuição do volume de resíduos que seriam descartados no ambiente, quanto pela redução da exploração de matéria prima e manufaturamento de materiais.

Por sua vez, Santos *et al.* (2019), avaliaram a possibilidade da adição de RCD à misturas de solo-cal com finalidade de aumento da resistência mecânica. Ainda nesta temática de misturar RCD ao solo, Bonadiman Buligon *et al.* (2020) obtiveram resultados positivos quanto a utilização de agregado miúdo obtido através da reciclagem de resíduos de canteiros de obras em sub-bases e bases de pavimentações. Neste contexto, bons resultados também foram encontrados por Thamirys *et al.* (2020) quando a utilização de RCD em revestimentos primário e sub-base para pavimentação.

Consoante, Queiroz *et al.* (2019) utilizou um programa experimental para demonstrar a possibilidade do reaproveitamento de RCD em revestimentos asfálticos a quente, conseguindo resultados interessantes através da análise dos dados obtidos em corpos de prova.

Silva *et al.* (2019) propuseram a utilização de agregados reciclados em concretos, cujos ensaios realizados em laboratórios, mostraram que o concreto produzido com adição de RCD como agregado possui características semelhantes ao concreto convencional abrindo, inclusive, uma lacuna para possíveis estudos posteriores que investiguem as propriedades do concreto sustentável produzido com materiais reaproveitados.

Já Santos e Cabral (2020) considerou, em seus estudos, a substituição da areia natural por agregados produzidos através da reutilização de RCD, em proporções de 25% e 50%, encontrando resultados promissores quanto às características físicas e a resistência mecânica em traços de emboço e contrapiso.

Ferrández *et al.* (2022) propõem o uso de RCD para a produção de argamassas para uso em reformas e em revestimentos de fachada. Os autores encontraram resultados robustos quanto às propriedades físicas e mecânicas do material final obtido e concluem que a incorporação do RCD é viável tecnicamente e melhora o desempenho das argamassas de cal para as finalidades estudadas.

E, finalmente, Scremin, Castilhos Junior e Rocha (2014) trazem a ideia de um sistema de gerenciamento para o reaproveitamento do RCD, desenvolvido a partir de um *software* computacional que permite a municípios de pequeno porte, conseguir realizar o gerenciamento do RCD com maior eficiência.

Fora do Brasil, Marinho, Couto e Camões (2021) investigou os benefícios da reutilização e reciclagem de RCD e os fatores que promovem ou dificultam esta prática em Portugal. Conforme os autores apontam, também é possível observar uma destinação inadequada do RCD no país (feita em aterros) e um baixo incentivo ao reaproveitamento do RCD e à sua reciclagem, mesmo diante de possibilidades que se mostram positivas, tanto pelo aspecto econômico quanto pelo aspecto socioambiental.

Na China, estudos sobre o reaproveitamento de RCD foram desenvolvidos por Jin *et al.* (2017) e os autores observaram que os profissionais da Construção Civil deste país ainda têm resistência ao uso do RCD em obras, bem como os clientes finais, muito embora se haja uma consciência da necessidade de diminuição da emissão de poluentes e do consumo de energia e de matérias primas pelo setor da Construção Civil.

Ainda analisando a situação chinesa quanto ao reaproveitamento do RCD, Xu *et al.* (2022) apontam, em sua pesquisa, que o governo chinês promove políticas de incentivo para que cada vez mais as quantidades de RCD reaproveitados sejam maiores. Os autores também evidenciam a importância do investimento feito pela *National Natural Science Foundation of China (NSFC)* em pesquisas na área de reaproveitamento e reciclagem de RCD, como forma de aprimorar a tecnologia e o conhecimento sobre o tema.

Tangtinthai, Heidrich e Manning (2019) analisaram o reaproveitamento de RCD na Tailândia e em países europeus, como alternativa viável para minimizar a exploração de matéria prima e os gastos com o uso de energia, diminuindo os danos ambientais causados pelo setor da Construção Civil. Os resultados encontrados pelos autores também apontam a necessidade da existência de políticas públicas de incentivo ao reaproveitamento e da disseminação de informações, para os intervenientes do setor, quanto às possibilidades e vantagens do reaproveitamento do RCD.

Na cidade de Medellín, localizada na Colômbia, Chica-Osorio e Beltrán-Montoya (2018) identificaram que, dentre as inúmeras possibilidades de reutilização do RCD no cenário local, o maior potencial de reaproveitamento está associado ao reaproveitamento do RCD oriundo dos resíduos de escavações e da alvenaria de blocos. Os autores conseguiram, ainda, produzir placas de solo-cimento que continham 95% de RCD reutilizado. Este estudo evidencia, ainda, a necessidade do desenvolvimento de pesquisas locais, que verifiquem as possibilidades e potencialidades para o reaproveitamento do RCD.

Diante das referências consultadas, é possível observar que diferentes localidades enfrentam dificuldades no reaproveitamento do RCD produzido pela Construção Civil. Existe a preocupação ambiental e socioeconômica, além do anseio pela sustentabilidade aplicada ao cotidiano das obras da Construção Civil, porém ainda existe, também, a falta de informação adequada e de uma cultura de gerenciamento e reaproveitamento de resíduos que seja, ao mesmo tempo, eficiente e eficaz.

O reaproveitamento do RCD se mostra uma alternativa viável para a diminuição do entulho gerado e para o consumo de energia e matéria prima na Construção Civil, porém são necessários investimentos em pesquisas e políticas públicas de informação, formação e incentivo para a prática do reaproveitamento.

A preocupação com a questão ambiental e os impactos socioeconômicos gerados pelas demandas da sociedade atual gera um processo de conscientização em todos os setores sociais no sentido de promover uma busca por soluções sustentáveis para diminuir esses danos e garantir o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida da geração atual e das próximas.

Neste cenário, a Construção Civil é um dos maiores consumidores de insumos naturais e de energia. Quando se constroem e quando se urbanizam espaços urbanos, recursos naturais são utilizados e processos de exploração são desencadeados, um exemplo que pode ser citado é a exploração de jazidas naturais, que modificam a produção de oxigênio pelas florestas, a qualidade da água dos corpos d'água e o clima do planeta, contribuindo para alterações a níveis globais e que afetam a qualidade de vida humana.

Ademais, conforme Hendriks (2000), cerca de 40% a 70% dos resíduos urbanos são produzidos nos canteiros de obras e, no Brasil, cerca de 50% desse volume de resíduos é disposto de maneira irregular no meio ambiente. Também vale ressaltar que o setor da Construção Civil é um dos que possuem um dos mais elevados potenciais de consumo de recursos e de geração de resíduo reaproveitável, como a sílica ativa na produção de cimento, as

cinzas volantes, a escória de alto-forno, papel e diversos outros resíduos que podem ser reincorporados na cadeia produtiva do próprio setor e de outros setores, através de processos de reutilização e reciclagem.

Partindo da definição de Lacôrte (2013) de que a reutilização de resíduos da Construção Civil é um tipo de reaproveitamento direto, sob a forma de um produto, o reaproveitamento de resíduos da construção e demolição (RCD) depende da classe do resíduo e de acordo com o plano de gerenciamento de RCD adotado para o empreendimento.

Um outro problema atravessado pelo setor da Construção Civil quanto ao reaproveitamento de RCD é que, no Brasil, há pouco incentivo ao reaproveitamento, tanto por parte das empresas quanto do poder público, que poderia criar políticas públicas de incentivo ao reaproveitamento de RCD nos canteiros de obras e fora deles, após o processo construtivo ter sido finalizado.

Há, também, que se ressaltar a falta de conhecimento sobre o reaproveitamento de materiais que seriam considerados “lixo”. Culturalmente, tem-se a ideia de que os resíduos são lixo e/ou materiais indesejados e, por isso, devem ser descartados. Um trabalho de conscientização seria necessário para modificar essa mentalidade e internalizar, especialmente nos envolvidos no setor da Construção Civil, a ideia do reaproveitamento de resíduos como algo benéfico para o meio ambiente e que pode ser positivo, também economicamente, para toda a sociedade.

Ademais, há também a questão do descarte incorreto dos RCD. No Brasil, o aterro sanitário é a solução de descarte mais utilizada, muito embora tenha um alto custo ambiental e socioeconômico, muitas vezes não respeitando as normas e legislações vigentes e acabam se tornando soluções paliativas (FARIAS, 2016).

5 CONCLUSÃO

Embora existam diferentes dados referentes ao reaproveitamento de resíduos da Construção Civil e demolição, cada vez mais, pesquisadores, governantes e a sociedade civil têm se voltado para a questão da diminuição do volume de resíduos gerados e para soluções inteligentes e sustentáveis, como o reaproveitamento. Especialmente no setor da Construção Civil, as legislações e políticas, empresariais e públicas, vêm dando indícios de mudanças que refletem uma nova conscientização socioambiental.

Além de promover a redução dos custos de produção, o reaproveitamento também promove um ganho ambiental, no sentido de diminuir a necessidade de exploração dos recursos naturais e energéticos necessários para a manutenção do setor da Construção Civil.

Um dos empecilhos observados nos estudos analisados neste trabalho, é de ordem cultural e tange a questão de muitos construtores e clientes desacreditarem na qualidade dos produtos obtidos através do reaproveitamento de RCD. Um outro problema observado é de ordem técnica, muitas vezes não há tecnologia disponível ou mão de obra com conhecimento técnico, habilitada para lidar com a gestão dos resíduos de construção e demolição brasileiros. Nesse sentido, seria interessante para o setor que houvesse maiores investimentos em pesquisa, para aprimoramento e popularização das possibilidades de reaproveitamento de resíduos e, também, políticas públicas específicas voltadas para este fim, com fiscalizações mais efetivas quanto ao desrespeito das normativas vigentes.

Por fim, aponta-se aqui, ainda, a necessidade do desenvolvimento de pesquisas em âmbito local sobre o reaproveitamento de RCD, de modo a se investigar a realidade nas cidades

brasileiras, especialmente as de médio e pequeno porte que não costumam contar com políticas eficientes para o gerenciamento de resíduos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/>>. Acesso em julho de 2022.

AGOPYAN, V. **Estimativa da quantidade de entulho produzido em obras de construção de edifícios**. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 4., 2001, São Paulo. Anais... São Paulo: IBRACON, CT 206, 2001. p. 65-74.

ANDRADE, C.; ALONSO, C. **On-site measurements of corrosion rate of reinforcements**. Construction and Building Materials, v. 15, p.141-145, 2001.

ARAÚJO, A.; GOUVEIA, L. B. **Pressupostos sobre a pesquisa científica e os testes piloto**. Portugal: Universidade Fernando Pessoa. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1987. 63 p. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente.

BESSA, S.; MELLO, T.; BELO, B.; MIRANDA, M.; OSÓRIO, R.; BEZERRA, A. **Comportamento mecânico de alvenarias de terra com resíduos de construção e demolição**. Mix Sustentável, v. 5, n. 4, p. 53-62. Florianópolis. Disponível em: 10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.53-62. 2019.

BONADIMAN BULIGON, L.; FERNANDES, S. S. L.; AZOLIM, J. **Resíduos de construção civil: uso em pavimentos econômicos a partir de misturas com solo argiloso**. 1º Congresso Sul Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado - RS, 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2002) Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002.

Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em maio de 2022.

CHICA-OSORIO, L. M.; BELTRÁN-MONTOYA, J. M. **Demolition and construction waste characterization for potential reuse identification**. Revista DYNA, 85(206), pp. 338-347, September, 2018, ISSN 0012-7353. Disponível em: <<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.68824>>. Acesso em julho de 2022.

COSTA, F. N.; RIBEIRO, D. V. **Reduction in (CO₂) emissions during production of cement, with partial replacement of traditional raw materials by civil construction waste (CCW)**. Journal of Cleaner Production, [S.L.], v. 276, p. 123302, dez. 2020. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123302>>. Acesso em maio de 2022.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FARIAS, R. C. C. **Diagnóstico da geração e composição dos Resíduos de Construção e Demolição na cidade de Campina Grande – PB**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Araruna (PB).

FÉLIX, E. F. **Desenvolvimento de software para a estimativa da profundidade de carbonatação, vida útil e captura de (CO₂) de estruturas de concreto empregando RNA's**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2018.

FERRÁNDEZ, D.; YEDRA, E.; MORÓN, C.; ZARAGOZA, A.; KOSIOR-KAZBERUK, M. **Circular Building Process: Reuse of Insulators from Construction and Demolition Waste to Produce Lime Mortars**. Buildings 2022, 12, 220. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/buildings12020220>>. Acesso em julho de 2022.

GARCIA, G. Di M. **Uso de resíduos de concreto na fabricação de pavimento asfáltico**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, 2018. Mato Grosso, Brasil.

GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Redução, Reutilização, Reciclagem. Disponível em: <http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestão-de-Residuos_id_177_xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855.pdf>. Acesso em maio de 2022.

HAWLITSCHKE, G. **Caracterização das propriedades de agregados miúdos reciclados e a influência no comportamento reológico de argamassas**. 2014. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

- JINA, R.; LIB, B.; ZHOUC, T.; WANATOWSKID, D.; PIROOZFARE, P. **An empirical study of perceptions towards construction and demolition waste recycling and reuse in China.** Resources, Conservation & Recycling 126 (2017) 86–98. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.034>>. Acesso em julho de 2022.
- KIM, J. **Influence of quality of recycled aggregates on the mechanical properties of recycled aggregate concretes: An overview.** Construction and Building Materials 328. 2022 Elsevier Ltd. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127071>.
- KLEPA, R.B.; MEDEIROS, M.F.; FRANCO, M.A.C.; TAMBERG, E.T.; FARIAS, T.M.B.; FILHO, J.A.P.; BERSSANETI, F.T.; SANTANA, J.C.C. **Reuse of construction waste to produce thermoluminescent sensor for use in highway traffic control.** Journal of Cleaner Production, v.209, p. 250-258, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.225>.
- LACÔRTE, P. M. R. **Aproveitamento de resíduos na construção civil.** Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte, 2013.
- MAR CETTI, A. C. de A.; LÍRIO, H. de O. **Análise do cenário de gestão e geração de resíduos sólidos da construção civil do Município de Aracruz.** Aracruz: Faculdades Integradas de Aracruz. 2018.
- MARINHO, A. J. C.; COUTO, J.; CAMÕES, A. **Current State, Comprehensive Analysis and Proposals on the Practice of Construction and Demolition Waste Reuse and Recycling in Portugal.** Journal of Civil Engineering and Management. ISSN 1392-3730 / eISSN 1822-3605. 2022 Volume 28 Issue 3: 232–246. Disponível em: <<https://doi.org/10.3846/jcem.2022.16447>>. Acesso em julho de 2022.
- MARINHO, J. L. A. **Tratamento de resíduos da construção civil: Parcerias e políticas públicas visando a sustentabilidade.** Meio Ambiente em Foco - Volume 9, capítulo 04. Belo Horizonte - MG: Poisson, 2019.
- MARTÍNEZ-MOLINA, W.; TORRES-ACOSTA, A. A.; ALONSO-GUZMÁN, E. M.; CHÁVEZ-GARCÍA, H. L.; HERNÁNDEZ-BARRIOS, H.; LARA-GÓMEZ, C.; MARTÍNEZ-ALONSO, E. M.; PÉREZ-QUIROZ, J. T.; BEDOLLA-ARROYO, J. A.; GONZÁLEZ-VALDÉZ, F. M. **Concreto reciclado: una revisión.** Revista Alconpat, Volume 5, Número 3, Setembro - dezembro 2015, Páginas 234 – 247. México, 2016.
- MEZECH, R. C. C.; FREITAS, A. P. M. **Aproveitamento de resíduos de construção e demolição com foco na sustentabilidade.** *Disciplinarum Scientia*. Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 169-185, 2021. DOI: 10.37779/nt.v22i2.3925.
- MONTEIRO, J. H. P. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro : IBAM, 2001.
- OLIVEIRA, L. J. C.; SOARES, M. C. B.; QUARESMA, W. M. G.; ADORNO, A. L. C. **Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil.** Brazilian Journal of Development, 6(5), 24447-24462, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-047>.
- PERINA, J. M.; TRANNIN, I. C. de B. **Proposta para aproveitamento de resíduos da construção civil gerados em canteiros de obras.** XL International Sodebras Congress. Volume 14, no 59. Vitória. 2019.
- QUEIROZ NETO, M. L.; AMORIM, E. F.; FRANÇA, F. A. N.; MEDEIROS, M. K. S. **Avaliação de um trecho experimental de pavimentação urbana em concreto asfáltico à quente com resíduos de construção e demolição de obras (RCD) como camada de revestimento.** 2020. Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS, 9(1), 1-18. Disponível em: <<https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16108>>. Acesso em julho de 2022.
- ROQUE, . C.; SOUZA, V. A. F.; TOLEDO, R. F. **Reutilização de sobras de piso da construção civil na perspectiva da sustentabilidade.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 9, n. 4, p. 739-760, dez. 2020.
- SANTOS, D. V. ; CABRAL, A. E. B. **Análise técnica da reciclagem de resíduos de construção em canteiro de obras.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 363-383, 2020.
- SANTOS, F.; LUKIANTCHUKI, J.; ILDEFONSO, J. S.; CORDEIRO, J. R. **Avaliação do módulo de resiliência de misturas de solo, cal e resíduo de construção e demolição (RCD).** 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. 2019.
- SCREMIN, L. B.; CASTILHOS JUNIOR, A. B.; ROCHA, J. C. **Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte.** Eng Sanit Ambient | v.19 n.2. abr/jun 2014. 203-206.
- SILVA, F. C. da. **Mapeamento de tecnologias associadas ao reaproveitamento de resíduos sólidos e reciclagem de materiais utilizados no setor da construção civil brasileira.** ISTI - Aracaju/SE – 21 a 23/09/ 2018. Vol. 3/n.1/ p.048-057.
- SILVA, L. R.; GAMA, K. N. C.; SALLES, P. V. ; BRAGA, F. C. S. **Concrete with rice husk ash and construction and demolition wastes.** Research, Society and Development. 2019. v. 8, n. 4. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/861>>. Acesso em julho de 2022.

TANGTINTHAI, N.; HEIDRICH, O.; MANNING, D. A. C. **Role of policy in managing mined resources for construction in Europe and emerging economies.** Journal of Environmental Management 236 (2019) 613–621. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.141>>. Acesso em julho de 2022.

THAMIRYS, S. S.; MARQUES, M. M. N.; ELDEIR, S. G. **Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade.** Recife: EDUFRPE: Gampe, 1 livro digital (587 p.). 2020.

TRANNIN, I.; PANCIERI, T. **Uso de agregados reciclados de resíduos da construção e demolição como alternativa sustentável para a pavimentação.** Revista SODEBRAS, v. 14, p. 26-31. 2019.

XU, J.; LIU, Y.; SIMI, A.; ZHANG, J. **Recycling and reuse of construction and demolition waste: From the perspective of national natural science foundation-supported research and research-driven application.** Case Studies in Construction Materials 16 (2022) e00876. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00876>>. Acesso em julho de 2022.