ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

O cenário do gerenciamento de resíduos da construção civil no Brasil

The scenario of construction waste management in Brazil

Úrsula Maíra Maciel Rigon Leão
Universidade Federal de Mato Grosso | Sinop | Brasil | ursula.leao@unemat.br
Marlon Leão
Universidade do Estado de Mato Grosso | Sinop | Brasil | leao@unemat.br
João Carlos Machado Sanches
Universidade do Estado de Mato Grosso | Sinop | Brasil | joao.sanches@unemat.br
Karen Wrobel Straub Schneider
Universidade do Estado de Mato Grosso | Sinop | Brasil | karen.straub@unemat.br
Rafaely Gianotto Valenzuela
Universidade do Estado de Mato Grosso | Sinop | Brasil | rafaely.gianotto@unemat.br
Roselene Maria Schneider
Universidade Federal de Mato Grosso | Sinop | Brasil | roselene.schneider@ufmt.br

Resumo

O setor da construção civil, apesar de sua relevância socioeconômica, é responsável pela geração de uma grande quantidade de resíduos em todo o mundo, acarretando problemas ambientais. Vários esforços vêm sendo realizados para minimizar e mitigar tais impactos. Diante disso, este estudo tem como objetivo abordar o cenário da gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC) no Brasil, discorrendo assuntos importantes relacionados ao tema. Para isso, foram selecionados artigos nacionais e internacionais, dos últimos dez anos, das bases de dados *Scielo*, *Science Direct* e Periódicos Capes. As principais conclusões da revisão são: os aspectos normativos vigentes são negligenciados na maioria dos âmbitos municipais, estaduais e federal; os PGRCC's não são consolidados em várias cidades do país e existe escassez de ferramentas para torná-los mais eficientes e a reciclagem, por sua vez, enfrenta grandes desafios como mercado incipiente e custos elevados de transportes. Nesse sentido, é necessário que aconteça esforços de todos os envolvidos na temática, para reformular, qualificar e fiscalizar de maneira eficaz os aspectos relacionados ao gerenciamento de RCC no Brasil.

Palavras-chave: Sustentabilidade. PGRCC. Hierarquia dos resíduos. 3R's.

Abstract

The construction sector, despite its socioeconomic relevance, is responsible for generating a large amount of waste throughout the world, causing environmental problems. Several efforts have been made to minimize and mitigate these impacts. Therefore, this study aims to address the scenario of Construction Waste (CW) management in Brazil, discussing important issues related to the topic. For this, national and international articles from the last ten years were selected from the Scielo, Science Direct and Periódicos Capes databases. The main conclusions

Como citar:
LEÃO, Úrsula Maíra Maciel Rigon; LEÃO, Marlon; SANCHES, João Carlos Machado; SCHNEIDER, Karen Wrobel Straub; VALENZUELA, Rafaely Gianotto; SCHNEIDER, Roselene Maria. O cenário do gerenciamento de resíduos da construção civil no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

of the review are: current regulatory aspects are neglected at most municipal, state and federal levels; SWMP are not consolidated in several cities across the country and there is a shortage of tools to make them more efficient and, recycling faces major challenges such as an incipient market and high transport costs. In this scenario, efforts must be made by everyone involved in the subject to reformulate, qualify and effectively monitor aspects related to CW management in Brazil.

Keywords: Sustainability. SWMP. Waste hierarchy. 3R's.

INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO

O setor da construção civil, apesar de sua relevância socioeconômica, é responsável pela geração de toneladas de resíduos em todo o mundo. No Brasil, a construção civil gerou aproximadamente 45 milhões de toneladas de resíduos em 2023, sendo responsável por 40 a 60% dos resíduos sólidos totais gerados no país [1][2]. A poluição do meio ambiente, o consumo de recursos naturais e as emissões de dióxido de carbono (CO_2) são os principais problemas acarretados pela geração de RCC [3].

Vários esforços para minimizar e mitigar esses problemas vem sendo realizados. O primeiro a ser observado é a implantação de aspectos normativos. No Brasil, os aspectos normativos vigentes são a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n°307 de 5 de julho de 2002 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei n°12.305 de 2 de agosto de 2010 [4][5]. Ambas as leis dispõem de definições, diretrizes e deveres para os geradores de Resíduos da Construção Civil (RCC). Contudo, o cumprimento desses aspectos é comprometido em nível nacional, havendo diversas falhas nos âmbitos municipais, estaduais e federal, como a falta de fiscalização [6]. Nota-se que a maioria das obras civis não tem preocupações quanto a quantidades de resíduos gerados, não praticam a segregação e fazem um descarte adequado ambientalmente.

Outro esforço para promover o gerenciamento dos RCC é a prática da sustentabilidade na construção civil alinhada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) [7]. O conceito é foco de organizações que oferecem selos e certificados para edifícios verdes e que abordam, dentre vários aspectos, a temática do gerenciamento dos RCC [8]. Contudo, observa-se que as pontuações mais baixas dos edifícios verdes são nas categorias relacionadas ao gerenciamento de resíduos [9].

Para a prática do gerenciamento dos RCC, a ferramenta mais eficiente é o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) [10]. O PGRCC foi implementado pelo CONAMA Resolução n°307/2002 e pela PNRS Lei 12.305/2010 e foi considerado obrigatório para os geradores de RCC [4][5]. Todavia, a elaboração dos PGRCC's ainda não é um ato consolidado no país [2].

A Hierarquia dos Resíduos e os 3R's são os conceitos mais utilizados, em nível mundial, para o gerenciamento de resíduos [11]. A Hierarquia dos Resíduos estipulou uma ordem de prioridade para a gestão dos RCC, sendo essa ordem conhecida como 3R's, 4R's e até mesmo 9R's em adaptações mais recentes [12]. O conceito dos 3R's trabalha as estratégias de reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos. Na redução, o planejamento dos projetos e das quantidades de materiais e a minimização dos erros de execução

são as práticas de maior sucesso [13]. No reuso, a prática mais comum é o emprego dos RCC das Classes A e B como agregados [14]. Por último, para a reciclagem os materiais como: concreto, aço, madeira, plásticos e papelões podem substituir matérias primas virgens na produção de novos materiais [13]. Contudo, várias dificuldades são apontadas na aplicabilidade dessas estratégias, como a falta de cooperação e conhecimento da equipe, o armazenamento incorreto de materiais, o mercado incipiente e os elevados custos de transportes para reciclagem [15].

Realizar o gerenciamento de resíduos é uma ação desafiadora frente às dificuldades encontradas. Diante disso, este artigo tem como objetivo abordar o cenário da gestão dos RCC no Brasil, discorrendo assuntos importantes relacionados ao tema, como: a sustentabilidade na construção civil, aspectos normativos, os planos de gerenciamento de resíduos e o gerenciamento de resíduos durante projeto e obra.

MÉTODO

A metodologia consistiu em uma revisão sistemática da literatura onde foram selecionados artigos nacionais e internacionais, dos últimos dez anos, das bases de dados *Scielo*, *Science Direct* e Periódicos Capes. As palavras-chaves associadas ao tema desta pesquisa foram consideradas como termos de busca, em inglês e em português. Inicialmente, buscaram-se combinações mais específicas, que retornassem resultados mais inerentes ao tema, e, depois, procedeu-se às combinações mais abrangentes, que retornassem maior quantidade de resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sustentabilidade na Construção Civil

Várias definições apontam a sustentabilidade como o equilíbrio entre três elementos: meio ambiente, economia e sociedade. Assim, a prática da sustentabilidade no setor traz ganhos nas três dimensões citadas. Os ganhos ambientais envolvem economia de recursos naturais e redução da poluição no meio ambiente. Os ganhos econômicos visam, por exemplo, o montante que a reciclagem de materiais pode gerar para a economia local e por último, os ganhos sociais estão relacionados a geração de emprego e renda, inclusão social e educação e desenvolvimento de uma cultura ambiental [16]. Todos estes ganhos se alinham aos ODS, por exemplo Objetivo 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, entre outros [7] e ao conceito de economia circular [17]. Os princípios da construção sustentável abrangem todo o ciclo de vida da construção, desde o planejamento até sua demolição [8].

No Brasil, a sustentabilidade na construção civil encontra-se mais fortalecida por organizações que oferecem selos e certificados para edifícios sustentáveis. Alguns exemplos são o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), a Alta Qualidade Ambiental (AQUA), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) Edifica e o Selo Azul da Caixa. A metodologia dessas organizações envolve aspectos relacionados à saúde e conforto, eficiência energética, uso da água, do solo

e de materiais, qualidade urbana, poluição e práticas sociais. Construtoras estão aderindo a essas certificações afins de agregar valor aos seus empreendimentos, tornarem-se mais competitivas no mercado e emergirem estratégias sustentáveis de longo prazo [18].

Dentro dessa temática da sustentabilidade na construção civil, o gerenciamento dos RCC é um aspecto de enfoque. É crescente o número de empresas, entre outros segmentos do setor, que passaram a incorporar em suas obras soluções sustentáveis, como o monitoramento do consumo de recursos e de novas tecnologias para reciclagem e reutilização dos diversos tipos de resíduos gerados [19]. Contudo, nota-se que os esforços ainda não são suficientes para o gerenciamento de resíduos ser prioridade nos edifícios verdes, pois as pontuações mais baixas dos edifícios certificados estão relacionadas ao gerenciamento de resíduos. Isso se deve, entre outros fatores, aos custos e prazos elevados do processo [9].

Aspectos Normativos

No cenário brasileiro, a primeira forma adequada para gerenciar os RCC foi apresentada na tese de [20]. Esse trabalho posteriormente serviu de base para a implementação da Resolução CONAMA n°307/2002. A resolução tem como objetivo estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais [4].

Em resumo, a Resolução CONAMA n°307/2002 definiu responsabilidades e deveres para os municípios, pequenos e grandes geradores de RCC [4]. Além disso, a resolução fixou prazos para as administrações municipais elaborarem e implantarem planos de gestão para os RCC. Desde então, a resolução sofreu algumas alterações com finalidade de adequá-la a realidade da sociedade, sendo elas as Resoluções CONAMA nº 348/2004, n° 431/2011 e n° 448/2012 [21][22][23].

Em 2010 foi aprovada a PNRS Lei nº12.305. A lei dispõe sobre princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos; às responsabilidades dos geradores e do poder público, e aos instrumentos econômicos aplicáveis [5]. Em outras palavras, a PNRS passou a exigir a integração dos planos de gestão nacional, estadual e municipal, visando eliminar a disposição irregulares dos RCC e fomentar e estimular a formalização das atividades de gestão e reciclagem [6].

Apesar das normativas existentes possuírem mais de uma década, muitos municípios ainda não possuem o seu modelo de plano de gerenciamento de resíduos condizente com os requisitos exigidos [2]. Quanto aos poucos municípios que possuem o plano, nota-se que eles não estão de acordo com o previsto nas legislações [24]. Com isso, é possível concluir que grande parte dos municípios não cumpriram os prazos estabelecidos em lei e que o governo não realizou a fiscalização devida em relação ao cumprimento das regulamentações [2].

Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é definido como instrumento do gerenciamento de resíduos e é obrigatório para as empresas de construção civil. O PGRCC deve ter o seguinte conteúdo mínimo: descrição do empreendimento, origem, volume e caracterização dos resíduos, definição de procedimentos, identificação de soluções e ações preventivas, corretivas e de responsabilidade compartilhada [5].

O PGRCC também deve apresentar as seguintes etapas: caracterização, que seria a identificação e quantificação dos resíduos; triagem, que deve ser realizada na origem respeitando as classes de resíduos estabelecidas; acondicionamento, que deve garantir as condições de reutilização e reciclagem; transporte, que deve ser realizado de acordo com as normas vigentes e destinação, onde resíduos da Classe A deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados; Classe B deverão ser reutilizados ou reciclados e Classe C e Classe D deverão ser destinados em conformidades com as normas técnicas específicas [4].

As instruções dadas pela Resolução CONAMA n°307/2002 e pela PNRS Lei n°12.305/2010 são diretrizes para a elaboração do PGRCC e não um modelo padrão a ser seguido. Dessa forma, cabe ao município elaborar um modelo de PGRCC, contendo as diretrizes e as responsabilidades das pessoas físicas ou jurídicas envolvidas com o processo, bem como fiscalizar se as normativas vêm sendo cumpridas [4].

Em Ijuí-RS, o PGRCC após desenvolvido e executado apresentou eficiência de 95,83% em termos de redução de geração de resíduos. Os autores destacam a importância e a necessidade da implantação do PGRCC para minimizar a produção de resíduos, reduzir desperdícios e evitar os danos causados ao meio ambiente [25].

Caracterização dos Resíduos da Construção Civil (RCC)

Os RCC compõem uma vasta variedade de materiais, desde materiais combustíveis; agregados, aglomerantes, bem como dos gêneros da manufatura, dentre outros [26]. Com isso, para possibilitar o gerenciamento desses resíduos a Resolução CONAMA n°307/2002 dividiu os RCC em quatro classes, sendo elas: Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados; Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações; Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidos tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação e; Classe D – são os resíduos perigosos ou contaminados [4].

O conhecimento da classificação dos RCC é de fundamental importância para o seu processo de gerenciamento, pois ele auxiliará em todo o manejo, desde a geração até o descarte final dos resíduos [25].

Previsão da Quantidade de Resíduos Gerados

O levantamento da quantidade e tipos de resíduos que serão gerados em uma obra é de suma importância para a elaboração de um PGRCC eficiente [27]. Entretanto, a previsão assertiva é um dos aspectos mais críticos para o gerenciamento dos RCC [28].

Observa-se na literatura a escassez de ferramentas para essa etapa. As que estão disponíveis apresentam limitações, como muito tempo despendido ou previsões não assertivas, tornando-se pouco conveniente os seus usos. Alguns autores têm considerado a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) para esta função. Todavia, resultados obtidos apontaram que o emprego do BIM possibilitou estimar com limitações a quantidade e o custo de retirada dos RCC [29].

Outros autores desenvolveram modelos lineares para previsão da geração de resíduos, entretanto apesar dos resultados satisfatórios, o desenvolvimento de tais modelos é muito complexo [30][31]. O desenvolvimento de *softwares* também foi citado por alguns autores, como por exemplo, o Sistema de Apoio ao Gerenciamento dos Resíduos de Construção e Demolição e o SIGERCON, contudo os mesmos precisam de uma grande base de dados para gerarem resultados confiáveis [28][32].

Para mensurar a quantidade de resíduos que serão gerados, pode-se utilizar dados em forma de estimativas e percentuais com base nas áreas construídas [26]. Essa forma é utilizada por exemplo pelo Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA) em seu Modelo para Elaboração do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC [33]. Contudo, tais estimativas dependem das características e técnicas construtivas de cada empreendimento e, uma vez que, a construção civil é um processo artesanal, os valores da geração de resíduos podem apresentar muitas variações.

Manejo dos Resíduos

O manejo dos resíduos consiste nas etapas de segregação e triagem, acondicionamento e armazenamento, coleta, transporte e destinação final [25]. A segregação e triagem são etapas relevantes para definir quais serão as alternativas de reutilização, reciclagem e disposição final dos resíduos. Isso porque, as características dos resíduos gerados são diferentes e pela segregação e triagem é possível identificar os tipos de resíduos e designá-los para sua destinação adequada [26]. Entretanto, essas etapas são frequentemente negligenciadas, inviabilizando a reutilização e a reciclagem [34].

Em resumo, o manejo dos resíduos são ações que vão viabilizar na prática o gerenciamento, sendo considerado um fator crítico de sucesso [3]. As etapas desenvolvidas dentro de canteiro de obras são a segregação, acondicionamento e armazenamento, sendo de responsabilidade da equipe da obra. As etapas de coleta, transporte e disposição final são feitos por empresas autorizadas e especializadas [25].

Hierarquia dos Resíduos e o Princípio dos 3 R's (Redução, Reutilização e Reciclagem)

A origem da Hierarquia dos Resíduos se deu em 1979, proposta pelo político holandês Ad Lansink em uma ilustração com a ordem de preferência para gestão dos resíduos, com "reduzir" no topo e "aterro" na parte inferior. Este conceito evoluiu gradualmente para a Hierarquia dos Resíduos como é conhecida atualmente [12].

No Brasil, o mesmo conceito foi trazido pela PNRS Lei n°12.305/2010 em seu art. 9°, que diz:

> *Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos [5].*

Embora a hierarquia inclua cinco etapas, a Redução, Reuso e Reciclagem (3R's) são considerados as principais estratégias, mais aceitáveis e aplicáveis para a gestão dos RCC [11].

A redução é a medida que tem a maior prioridade no gerenciamento porque ela acarreta menos impactos negativos ao meio ambiente [35]. Esta pode ser alcançada por meio do planejamento dos projetos e das quantidades de materiais e da minimização dos erros de execução. No entanto, a comunicação vulnerável e a não cooperação dos envolvidos no processo podem gerar barreiras na implantação dessa medida [13]. Os projetos são fundamentais para o desenvolvimento e implementação de práticas sustentáveis [36]. Eles também contribuem para minimização dos resíduos provocados por erros de execução, na ordem de 36%. Além disso, o planejamento das quantidades de materiais pode diminuir as quantidades de desperdícios dos materiais adquiridos, na ordem de 40% [37].

Em sequência, o reuso é a medida que visa o reaproveitamento dos resíduos para outro fim [35]. Vários tipos de materiais de construção podem ser recuperados de canteiros de obras, reformas e demolições e depois vendidos, armazenados para uso posterior ou reutilizados no projeto atual [13]. Entretanto, o manuseio e o armazenamento incorreto desses materiais podem contaminá-los ou torná-los inadequados para sua reutilização. Também, a falta de orientação para triagem eficaz, falta de conhecimento de padrões para reutilização e mercado subdesenvolvido são dificuldades encontradas para a prática dessa medida [15]. O reuso se aplica basicamente a Classe A dos RCC, pois são materiais que podem ser 100% reutilizáveis ou recicláveis na forma de agregados [4].

Por fim, a reciclagem consiste no processamento dos resíduos para fabricação de novos materiais. Entre os materiais que podem ser reciclados de canteiros de obras, destacam-se: concretos, metais, asfalto, madeiras, materiais para telhados, gesso acartonado e papelão ondulado [13]. Porém, questões como gestão ineficaz, tecnologias inadequadas de reciclagem, mercado incipiente para produtos reciclados e custos de transportes são fatores que dificultam a realização dessa medida [15].

Ainda, a reciclagem é a medida com maior visibilidade econômica no mercado e pode ser utilizada nas Classes A e B dos RCC. Considerando que os materiais da Classe A representam, em média, de 88 a 95,5% e da Classe B, de 7 a 10% dos resíduos totais gerados [27][29][34], as iniciativas de reuso e reciclagem podem juntas desviar 100% dos resíduos Classe A e B de aterros, representando aproximadamente 97% dos resíduos totais gerados.

Empreendimentos que fomentam a reciclagem vêm sendo estabelecidos pelo país. De acordo com a Pesquisa Setorial em 2020, existem cerca de 380 usinas de reciclagem espalhadas pelo Brasil [38]. Contudo as taxas médias de reciclagem dos RCC das cidades brasileiras ainda são na ordem de 21% [34].

A prática da utilização dos RCC reciclados como agregados pode ser observada em vários casos [10][13][15], como por exemplo, o uso de agregados reciclados na composição de blocos de concreto estrutural e na fabricação de pavimento asfáltico [39][40]. De acordo com os autores, os agregados reciclados obedeceram aos padrões normativos para fabricação dos materiais analisados, demonstrando assim que os agregados reciclados apresentam viabilidade técnica em sua utilização. As NBR 15115 e NBR 15116 [41][42] possuem diretrizes gerais para o uso de agregados reciclados de resíduos sólidos na construção civil.

Os RCC das classes C e D representam aproximadamente 3% do total dos resíduos totais gerados. Eles dificilmente são segregados e tratados, sendo denominados como rejeitos e apresentando única forma de destinação o envio para aterros [34].

Apesar da existência de conceitos e estratégias sustentáveis, legislações e normativas vigentes e estudos e pesquisas com resultados satisfatórios para reuso e reciclagem dos RCC, os resíduos gerados pela construção civil ainda são, em sua maioria, destinados de forma incorreta, acarretando danos ao meio ambiente [43].

Gerenciamento de Resíduos no Projeto e na Obra

O gerenciamento de resíduos começa na fase de planejamento e concepção da edificação. Nesse sentido, o primeiro passo deve ser a elaboração do PGRCC visando o cumprimento de todos os requisitos estabelecidos pela normativas vigentes [2]. O gerenciamento dos resíduos de uma obra pode acontecer sem o PGRCC, porém, quando elaborado, o plano dá segurança, adianta problemas e soluções, garante melhor gestão dos resíduos, gera economia de recursos, evita desperdícios, entre outros, garantindo a sustentabilidade apropriada das obras civis [25].

Em sequência, para a fase de projeto, aspectos como comunicação e coordenação da equipe, atribuição de tempo, minimização da variação de materiais utilizados e a especificação detalhada devem estar presentes visando a redução significativa da geração dos RCC [44].

Para a fase de execução deve ser realizada a prática das etapas, processos e medidas previstas no PGRCC. Algumas ações para o sucesso dessa etapa são por exemplo, o monitoramento preciso das atividades de construção, a mão de obra qualificada, métodos e maquinários adequados, a medição de insumos e materiais de cada fase de construção, a minimização de retrabalho, o armazenamento adequado tanto de materiais novos como de resíduos e a logística eficiente [44]. Ainda, a organização dos canteiros de obras é uma medida simples que evita desperdícios [26]. Por exemplo, resíduos podem ser organizados, triados, classificados e divididos para que se torne possível reutilizá-los.

Realizar o gerenciamento de resíduos é uma ação desafiadora e as dificuldades encontradas são várias. Elas vão desde falta de incentivos financeiros, de fiscalização e de consolidação do PGRCC nos âmbitos municipais, estaduais e federal; à mão de obra desqualificada, poucas empresas da área engajadas na temática, baixo custo de descarte dos RCC, disposição de recursos naturais e áreas para aterros [6][17][34].

Para superar as barreiras na gestão dos RCC, é preciso implementar algumas estratégias, sendo elas: projetar um modelo de economia circular eficaz, reforçar o controle de origem, melhorar a supervisão e a gestão, adotar tecnologias e modelos de mercado inovadores, oferecer incentivos econômicos pelo governo e realizar parcerias público-privada para aliviar as pressões econômicas para as empresas de tratamento e reciclagem dos RCC [15].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos normativos vigentes são negligenciados na maioria dos âmbitos municipal, estadual e federal. O gerenciamento de resíduos ocorre mais intensamente em edifícios certificados, mas fatores como tempo e custo limitam a suta priorização. Os PGRCC's não são consolidados no país e existe escassez de ferramentas para torná-los mais eficientes, como por exemplo, a falta de uma metodologia para previsão assertiva da quantidade de resíduos que serão gerados pelos empreendimentos. Além disso, a falta de conhecimento e de padrões dos envolvidos nas obras dificultam as etapas do manejo dos resíduos, inviabilizando a prática da reutilização e reciclagem. A reciclagem, por sua vez, enfrenta grandes desafios como mercado incipiente e custos elevados de transportes. Nesse sentido, é necessário que aconteçam esforços de todos os envolvidos na temática, nos âmbitos público e privado, para reformular, ajustar, qualificar, coordenar, incentivar e fiscalizar de maneira eficaz os vários aspectos relacionados ao gerenciamento de resíduos da construção civil no Brasil.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil [processo 23108.057643/2022-46].

REFERÊNCIAS

[1] ABREMA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. 2023. Disponível em: < https://www.abrema.org.br/panorama/>.

[2] LOCH, P.; STOCKER, S. M.; BERTOLINI, G. R. F. **Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil: Uma revisão sistemática da produção científica brasileira de 2003 a 2016**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS, 2019. doi: https://doi.org/10.5585/geas.v8i1.13766

[3] MA, W. *et al*. **Towards a circular economy for construction and demolition waste management in China: Critical success factors**. Sustainable Chemistry and Pharmacy, v. 35, p. 101226, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101226

[4] CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução no 307, de 5 de julho de 2002**. 2002. Disponível em: < https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305 >.

[5] BRASIL. **LEI 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. p. 1–19, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/%5C_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>

[6] CASTRO, V. R.; SILVA, M. P.; ATAÍDE, C. A. V. **A falha no cumprimento da Lei No 12.305/10 e Resolução CONAMA 307/02: Jóquei, Teresina – PI**. Educação Ambiente em Ação, p. 1–18, 2022. Disponível em: <https://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2724#:~:text=As%20visitas%20realizadas%20aos%20cinco,limitam%20a%20realizar%20a%20segrega%C3%A7%C3%A3o.>.

[7] ONU - Organizações das Nações Unidas. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 - Cidades e comunidades sustentáveis**. 2015.Disponível em: < https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>.

[8] SANTOS, F. F. DOS *et al*. **Práticas de sustentabilidade na construção civil: um estudo em empresas construtoras de edificações**. Organizações e Sustentabilidade, 2020. doi: 10.5433/2318-9223.2020v8n2p34

[9] OBATA, S. H. *et al*. **LEED certification as booster for sustainable buildings: Insights for a Brazilian context**. Resources, Conservation and Recycling, v. 145, p. 170–178, 2019. doi: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.037

[10] GÁLVEZ-MARTOS, J. L. *et al*. **Construction and demolition waste best management practice in Europe**. Resources, Conservation and Recycling, v. 136, p. 166–178, 2018. doi: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016

[11] ZHANG, K. *et al*. **How construction and demolition waste management has addressed sustainable development goals: Exploring academic and industrial trends**. Journal of Environmental Management, v. 345, p. 118823, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118823

[12] ZHANG, C. *et al*. **An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe**. Science of the Total Environment, v. 803, p. 149892, 2022. doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149892

[13] KABIRIFAR, K. *et al*. **Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review**. Journal of Cleaner Production, v. 263, p. 121265, 2020a. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121265

[14] PASCHOALIN FILHO, P. *et al*. **Gerenciamento dos resíduos de demolição gerados nas obras de um edifício localizado na zona leste da cidade de São Paulo / SP**. 2015. Disponível em: < https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/3026>.

[15] HUANG, B. *et al*. **Construction and demolition waste management in China through the 3R principle**. Resources, Conservation & Recycling, v. 129, p. 36–44, 2017. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029

[16] SOUZA, M. A. DE *et al*. **Lixo Zero: por uma rota tecnológica alinhada às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Capítulo 18 do livro: Catadores de Materiais Recicláveis: um encontro nacional, 2014. Disponível em: < https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160331_livro_catadores_cap_18.pdf>.

[17] OLULEYE, B. I.; CHAN, D. W. M.; OLAWUMI, T. O. **Barriers to circular economy adoption and concomitant implementation strategies in building construction and demolition waste management: A PRISMA and interpretive structural modeling approach**. Habitat International, v. 126, p. 102615, 2022. doi: https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2022.102615

[18] DE CONTO, V.; OLIVEIRA, M. L. DE; RUPPENTHAL, J. E. **Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil**. Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, v. 12, p. 100–127, 2017. doi: 10.15675/gepros.v12i4.1749

[19] LIMA, S. F. DE S. *et al*. **Sustainable construction management practices in a Brazilian medium-sized city**. Ambiente Construído, v. 21, p. 329–342, 2021. doi: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212021000400572

[20] PINTO, T. DE P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. p. 1-189, 1999. Disponível em: < https://repositorio.usp.br/item/001061434>.

[21] CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução no 348, de 16 de agosto de 2004**. 2004. Disponível em: < https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=440 >.

[22] CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 431, de 24 de maio de 2011**. 2011. Disponível em: < https://conama.mma.gov.br/images/conteudo/RelCONAMA_2010-2016.pdf>.

[23] CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 448, de 18 de janeiro de 2012**. 2012. Disponível em: < https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=652 >.

[24] SILVA, J. D. DOS S. S.; LOPES, R. L. **Análise dos manuais e cartilhas para implantação de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em canteiro de obras no Brasil**. Research, Society and Development, v. 2020, p. 1–23, 2020. doi: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10913

[25] COELHO JÚNIOR, C. *et al*. **Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. Research, Society and Development, v. 7, p. 0–14, 2018. doi: https://doi.org/10.17648/rsd-v7i10.437

[26] MATOS, J. *et al*. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos e a Aplicação da Logística Reversa no Segmento da Construção Civil**. Revista Multidisciplinar e de Psicologia, v.13, p. 784–807, 2019. doi: https://doi.org/10.14295/idonline.v13i43.1516

[27] BESSA, S. A. L.; MELLO, T. A. G.; LOURENÇO, K. K. **Quantitative and qualitative analysis of the construction and demolition waste generated in Belo Horizonte/MG**. Urbe, v. 11, p. 1–16, 2019. doi: https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180099

[28] PAZ, D. H. F. DA; LAFAYETTE, K. P. V.; SOBRAL, M. DO C. M. **Computational system for the integrated management of construction and demolition waste**. Ambiente Construído, v. 22, p. 255–273, 2022. doi: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212022000300618

[29] OLIVEIRA, F. DE A. *et al*. **Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM**. Ambiente Construído, v.20, p. 157–176, 2020. doi: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000400465

[30] SANTOS, R. L. R. DOS *et al*. **Modelo de previsão da geração de resíduos de construção e demolição para cidades brasileiras de médio porte populacional**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 28, p. 305–314, 2023. doi: https://doi.org/10.1590/S1413-415220220060

[31] CAETANO, M. O.; FAGUNDES, A. B.; GOMES, L. P. **Modelo de regressão linear para estimativa de geração de RCD em obras de alvenaria estrutural**. Ambiente Construído, v. 18, p. 309–324, 2018. doi: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000200256

[32] TESSARO, A. B.; SÁ, J. S. DE; SCREMIN, L. B. **Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS**. Ambiente Construído, v. 12, p. 121–130, 2012. doi: https://doi.org/10.1590/S1678-86212012000200008

[33] SEMASA SANEAMENTO AMBIENTAL. **Modelo para Elaboração do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – (PGRCC)**. 2021. Disponível em: <

https://www.semasa.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/11/Modelo-Plano-de-Gerenciamento-de-Residuos-da-Construcao-Civil.docx>.

[34] ROSADO, L. P.; PENTEADO, C. S. G. **Avaliação do ciclo de vida do Sistema Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da Região Metropolitana de Campinas**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, p. 71–82, 2019. doi: 10.1590/S1413-41522019179604

[35] ISMAEEL, W. S. E.; KASSIM, N. **An environmental management plan for construction waste management**. Ain Shams Engineering Journal, p. 102244, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102244

[36] ALVES, J. L.; BORGES, I. B.; DE NADAE, J. **Sustainability in complex projects of civil construction: Bibliometric and bibliographic review**. Gestao e Producao, v. 28, p. 1–21, 2021. doi: https://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5389

[37] NEZHADDEHGHAN, M.; ANSARI, R.; BANIHASHEMI, S. A. **An optimized hybrid decision support system for waste management in construction projects based on gray data: A case study in high-rise buildings**. Journal of Building Engineering, v. 80, p. 107731, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107731

[38] ABRECON. **Pesquisa Setorial ABRECON 2020: a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://abrecon.org.br/documentos-e-informa/pesquisa-setorial-abrecon-2020>.

[39] BUSSOLARO, A. P. F. *et al*. **Use of Concrete Block Waste as Aggregate in Structural Concrete Block**. REGET, v. 24, p. 1-19, 2020. doi: https://doi.org/10.5902/2236117034137

[40] GARCIA, G. D. M.; BARRETO, M. R.; CRISPIM, F. A. **Substituição de agregados minerais por resíduos de concreto na fabricação de pavimento asfáltico**. Sustentabilidade em Debate, v. 9, p. 185–197, 2018. doi: doi:10.18472/SustDeb.v9n3.2018.18541

[41] ABNT. **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - execução de camadas de pavimentação - procedimentos**. 2004

[42] ABNT. **NBR 15116: Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimentos Portland - requisitos e métodos de ensaio**. 2021

[43] THIVES, L. P.; GHISI, E.; THIVES JÚNIOR, J. J. **An outlook on the management of construction and demolition waste in Brazil**. Cleaner Materials, v. 6, p. 100153, 2022. doi: https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100153

[44] KABIRIFAR, K. *et al*. **A conceptual foundation for effective construction and demolition waste management**. Cleaner Engineering and Technology, v. 1, p. 100019, 2020b. doi: https://doi.org/10.1016/j.clet.2020.100019