

SUSTENTABILIDADE APLICADA A CONSTRUÇÃO CÍVIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

SOSTENIBILIDAD APLICADA A LA CONSTRUCCIÓN CIVIL: REVISIÓN
DE LA LITERATURA

SUSTAINABILITY APPLIED TO CIVIL CONSTRUCTION: A LITERATURE
REVIEW

Antônio Rony da Silva Pereira Rodrigues¹

¹Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual do Ceará/CE

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade; Construção civil; Resíduos da construção; Construção sustentável.

PALABRAS CLAVE

Sustentabilidad; Construcción civil; Residuos de la construcción; Construcción sostenible.

KEY WORDS

Sustainability; Construction; Construction waste; Sustainable construction.

RESUMO

A indústria da construção civil é um das que mais produzem resíduos poluentes, desde resíduos de construção e também o impacto que causa para produção dos materiais utilizados nas construções, por liberarem altos níveis de combustão e estarem associados diretamente a erosão do solo. No estudo aplica-se a metodologia consistiu em uma revisão integrativa da literatura, por meio da base de dados eletrônica ScienceDirect, com recorte temporal de 2020 e 2021, utilizando os termos em inglês “civil construction” and “sustainability” and “reuse” and “recycling”, junto ao operador booleano *and*. Os resultados evidenciaram que múltiplas tecnologias podem ser aplicadas para reciclar os resíduos oriundos da construção civil, seja com a aplicação de outros produtos ou apenas resíduos. Conclui-se que o emprego dos resíduos para produção de produtos para construção é eficiente, por apresentarem qualidade semelhante ou maior aos produtos utilizados atualmente. Desse modo, contribui para a ampliação do conhecimento sobre o uso de resíduos industriais aplicados a construção sustentável.

RESUMEN

La industria de la construcción es uno de los residuos más contaminantes, desde los residuos de construcción y también el impacto que provoca en la producción de materiales utilizados en la construcción, pues liberan altos niveles de combustión y están directamente asociados a la erosión del suelo. El estudio aplicado a la metodología consistió en una revisión integradora de la literatura, a través de la base de datos electrónica ScienceDirect, con un marco temporal de 2020 y 2021, utilizando los términos ingleses "civil construction" y "sustainability" y "reuse" y "recycling", junto con el operador booleano y. Los resultados mostraron que se pueden aplicar múltiples tecnologías para reciclar los residuos de la construcción civil, ya sea con la aplicación de otros productos o solo residuos. Se concluye que el uso de residuos para la producción de productos de construcción es

eficiente, ya que presentan una calidad similar o superior a los productos utilizados actualmente. Así, contribuye a la ampliación del conocimiento sobre el uso de residuos industriales aplicados a la construcción sostenible.

ABSTRACT

The construction industry is one of the most polluting wastes, from construction waste and also the impact it causes to the production of materials used in construction, because they release high levels of combustion and are directly associated with soil erosion. The study applies to the methodology consisted of an integrative review of the literature, through the electronic database ScienceDirect, with a time frame of 2020 and 2021, using the english terms "civil construction" and "sustainability" and "reuse" and "recycling., together with the boolean operator and. The results showed that multiple technologies can be applied to recycle waste from civil construction, either with the application of other products or only waste. It is concluded that the use of waste for the production of construction products is efficient, because they present similar or higher quality to the products currently used. Thus, it contributes to the expansion of knowledge about the use of industrial waste applied to sustainable construction.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, principalmente devido ao desmedido crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial. Com estes elementos, os problemas devido à ação antrópica têm atingido dimensões catastróficas, podendo ser observados por meio de alterações na qualidade do solo, do ar e da água (KUNZ et al, 2002).

A Resolução nº 01 de 23 de janeiro de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, considera impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas no meio ambiente, causada por qualquer ação resultante das atividades antrópicas, seja de forma indireta ou direta. A Resolução do CONAMA, nº 307 de 05 de julho de 2002, estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para gerir os resíduos da construção civil, com objetivo de diminuir seus impactos no meio ambiente, a resolução classifica os tipos de resíduos e quais e como devem ser tratados para fim de reutilizar ou reciclar.

Outra legislação para controle de resíduos entrou em vigor no Brasil em 2010. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, estabeleceu normas, objetivos e instrumentos, e diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos. Na seção 3, inciso 3, é tratado sobre os planos estaduais de resíduos sólidos, onde dirige a responsabilidade da coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, entre eles de resíduos de construção civil, para os estados da união.

O aumento desordenado das cidades no pós revolução industrial, acarretou graves problemas ambientais, a indústria da construção civil necessitou de uma alta demanda de materiais utilizados na construção, como tijolos, blocos cerâmicos, cimento, blocos de vedação. A produção destes materiais, consomem lenha como fonte de energia, contribuem para a poluição da atmosfera, da água e do lençol freático, prejudica o ciclo natural do escoamento de sedimentos como areia, argila e silte para os rios, além do acúmulo de lixo.

Algumas obras podem causar impactos que influenciam o ecossistema podendo alterá-lo drasticamente ou até provocar sua extinção, por meio de inundação de grandes áreas, corte de vegetações, impermeabilização do solo e a sua fase de construção que acaba gerando ruídos e resíduos (SPADOTTO *et al.*, 2011).

O Brasil é responsável por 685 milhões de toneladas de entulhos, que gera custos para a coleta, transporte e deposição destes resíduos, pois a construção civil usa de materiais não renováveis. O reaproveitamento de materiais de demolição também pode ser uma alternativa viável, já que evita o desperdício e são reciclados e reutilizados (SPADOTTO *et al.*, 2011).

Além do problema dos resíduos que não são utilizados e comumente são descartados de maneira inadequada, a matéria prima, a produção de materiais de construção é responsável por inúmeros impactos. O cimento é um dos principais materiais de construção, esse material possui alto consumo mundial, assim tendo uma elevada produção (LARUCCIA, 2014). Os produtos cimentícios são de extrema importância para a construção civil, mas acarreta graves problemas ambientais, na produção, ocorre emissão de grandes quantidades de gás carbônico (CO₂).

Outro produto importante para a construção civil e a argila, utilizada como material colante nas construções, mas também essencial no processo de produção de outros produtos como os tijolos. No processo de extração da argila, a cobertura vegetal é retirada totalmente, comumente essa área é restaurada, mas nem sempre isso ocorre após o término da extração. Este impacto é relevante, visto que o solo fica exposto às condições climáticas, podendo ocasionar erosão e alteração na paisagem (MENDONÇA, 2006).

Um dos principais problemas que a construção civil causa, é o acúmulo de resíduos de construção e demolição, mesmo a reutilização desses materiais sendo cada vez mais comum, ainda está longe de chegar a níveis ideais. No Brasil são geradas 290,5 mil toneladas de resíduos de construção e demolição, sendo que apenas 0,6% desse total é reutilizado (FRANCESCHI *et al.*, 2016).

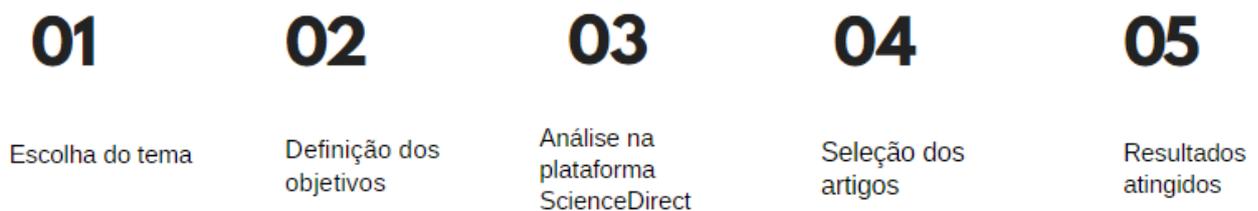
Visualizando os impactos da construção civil no meio ambiente, já se optam por usar materiais naturais como forros feitos de biomassa, ao invés de gesso, ou reciclar esses resíduos transformando em concreto, cimento ou outros materiais. Agregados naturais e reciclados demonstraram similaridade aos convencionais disponíveis no mercado, quanto a granulometria, modelo de finura, massa específica e unitária. Agregados miúdos reciclados apresentam teor pulverulento e de absorção bons, o que ajudaria contra a fissuração (SANTOS; CABRAL, 2020).

Tendo em vista, o impacto ambiental causado pela construção civil, a necessidade de diminuir os danos causados pela mesma, se veem cada vez mais necessários. Muitas tecnologias estão sendo estudadas e aplicadas para elaborar tijolos, telhas, revestimentos e produtos cimentícios sustentáveis e com a mesma qualidade e resistência dos produtos utilizados atualmente na indústria. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar quais trabalhos trazem estudos relevantes quando se trata da diminuição dos impactos na construção civil no meio ambiente, além da sua aplicabilidade real para substituição ou redução dos materiais de construção de uso comum.

2 METODOLOGIA

Para a realização do estudo optou-se por uma revisão integrativa (RI), realizando através da utilização das diretrizes do Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) com algumas adaptações (BRASIL *et al.*, 2018). A revisão integrativa da literatura é uma prática baseada em evidências e instrumentos que permitem a síntese e análise de conhecimento produzido sobre o tema de pesquisa. É uma técnica de pesquisa metodologicamente sólida, aumentando a confiabilidade e profundidade de sua conclusão (ROMAN & FRIEDLANDER, 1998; CLOSS & CHEATER, 1999). Na elaboração do estudo foi seguido as 5 etapas descritas na figura 1.

Figura 1 – Etapas para elaboração da pesquisa



Fonte: Autores, 2021

Levando em conta o objetivo do estudo, na primeira fase, foi levantado o seguinte questionamento: quais são as principais tecnologias recentes que podem ser aplicadas para amenizar os danos causados pela indústria da construção civil no meio ambiente?

Na segunda etapa, a busca dos estudos foi realizada entre os meses de outubro e novembro de 2021, na base de dados ScienceDirect. A pesquisa por artigos foi feita através dos termos em língua inglesa: “civil construction” and “sustainability” and “reuse” and “recycling”, junto ao operador booleano *and*. Para selecionar os artigos foram aplicados critérios de inclusão e exclusão, que estão descritos no quadro 1.

Quadro 1 – Critérios inclusão e exclusão dos artigos.

Inclusão	Artigos publicados entre 2020 e 2021, em qualquer idioma, que estivessem disponíveis na íntegra e que respondessem o objetivo do estudo
Exclusão	Tipos de artigos: artigos repetidos, artigos incompletos, resumos de trabalhos, trabalhos publicados em anais de eventos, resenhas de livros e artigos que não respondiam o questionamento da RI

Fonte: Autor, 2021.

Inicialmente, os artigos foram selecionados com base na leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves. Posteriormente, foi feita a leitura na íntegra, com objetivo de verificar se respondiam à pergunta norteadora.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

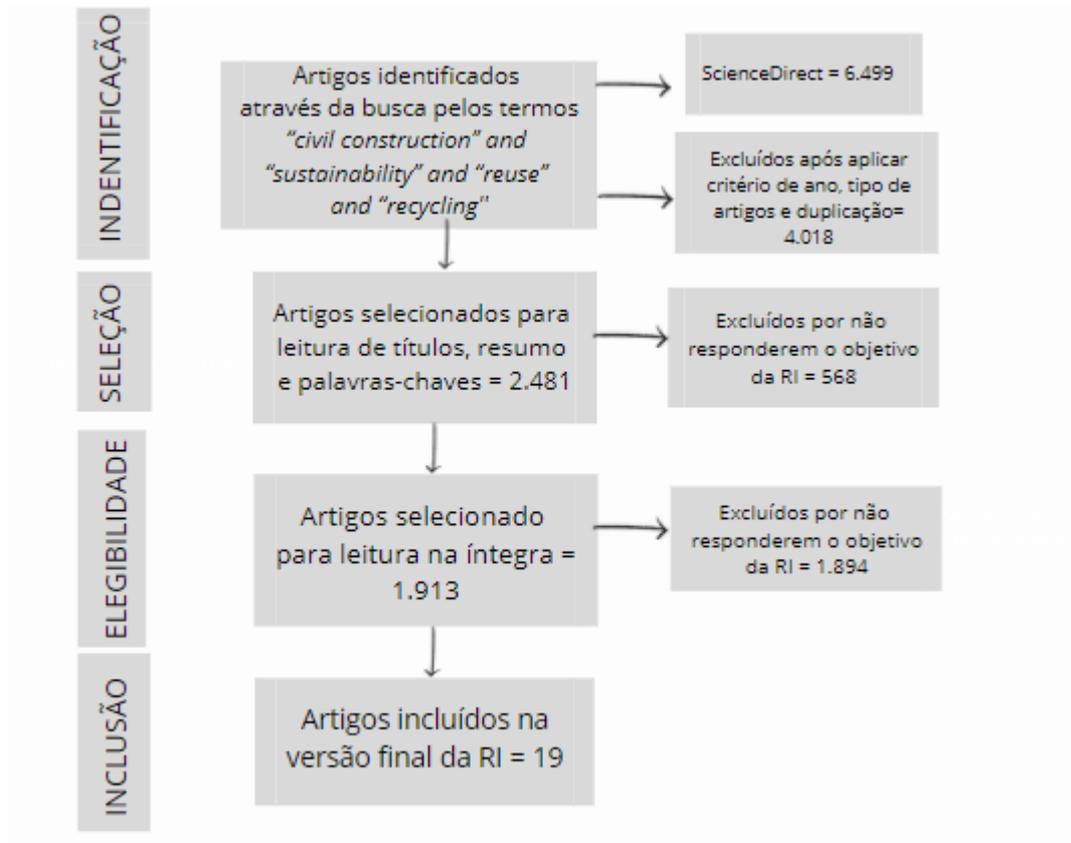
No levantamento bibliográfico foram obtidos 6.499 artigos, coletados ScienceDirect (Elsevier), onde 4.018 foram excluídos após a aplicação dos critérios de ano de publicação, tipo de trabalho e duplicação, sobrando 2.481 trabalhos. Na etapa seguinte, os artigos passaram por uma seleção através da leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves, nessa etapa 568 trabalhos foram excluídos por não responderem ao objetivo do estudo. Na última etapa de seleção foram lidos completamente 1.913 artigos, onde 1.894 foram excluídos por não apresentarem resultados significantes e não responderem o objetivo do estudo. Ao final foram incluídos 19 artigos na versão da RI.

Em relação aos anos de publicação dos trabalhos incluídos na revisão, ocorreu predominância do ano de 2020 com 11 artigos selecionados para integrar a RI, seguido de 2021 com 8 trabalhos.

Na análise dos artigos, se evidenciou trabalhos publicados principalmente em países como China, Estados Unidos e Brasil, por se tratar de países que possuem grande expansão da área urbana e são grandes mercados na construção civil, sendo um dos setores mais fortes da economia, o que resulta na maior concentração de resíduos, além que esses países possuem leis que regulamentam a reciclagem e reuso desse tipo de material, logo as pesquisas nessa temática são mais difundidas. As

etapas para seleção dos trabalhos que integram o estudo, estão apresentadas no fluxograma (figura 2).

Figura 2 – Fluxograma PRISMA de seleção dos estudos que constituíram a amostra.



Fonte: Autor, 2021.

Os principais aspectos dos estudos selecionados, a distribuição dos artigos quanto a autores e ano de publicação, país do estudo, periódico publicado, material utilizado e a aplicação de forma sustentável realizada, estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização dos trabalhos incluídos na amostra final da RI.

Autor/ano	País	Periódico	Material utilizado	Aplicação sustentável
2020				
Bao Z <i>et al.</i> , 2020	China	Science of The Total Environment	Resíduos de construção	Produção de agregado leve
Costa F. N; Ribeiro D. V, 2020	Brasil	Journal of Cleaner Production	Resíduos de demolição	Produção de produtos cimentícios
Hoang N. N <i>et al.</i> , 2020	Vietnã	Waste Management	Resíduos de construção e demolição	Produção de agregados leve e grosso

Mi R <i>et al.</i> , 2020	China	Journal of Cleaner Production	Resíduo de construção e demolição	Produção de concreto agregado
Ok B <i>et al.</i> , 2020	Estados Unidos	Transportation Geotechnics	Resíduos de construção e demolição	Produção de agregados para enchimentos
Ramos F. J. H. T. V <i>et al.</i> , 2020	Brasil	Journal of Materials Research and Technology	Polipropileno e resíduos de construção	Produção de materiais diversos, como cimentos e tijolos
Tang Z <i>et al.</i> , 2020	China	Resources, Conservation & Recycling: X	Resíduos de construção e demolição	Aplicação para produção de compósitos geopoliméricos sustentáveis
Wang Q. Z <i>et al.</i> , 2020	China	Journal of Cleaner Production	Resíduos de construção e demolição	Produção de concreto leve
2021				
Abraham J. J <i>et al.</i> , 2021	Índia	Materialstoday proceedings	Resíduos de demolição	Produção de blocos de concreto
Costa F. N; Ribeiro D. V, 2021	Brasil	Cement	Resíduos de construção	Produção de cimentos Portland
Chaudhary B <i>et al.</i> , 2021	NR*	Materialstoday proceedings	Resíduos de construção e demolição	Produção de concreto como agregado grosso
Devi S. V <i>et al.</i> , 2021	Índia	Materialstoday proceedings	Resíduos de construção e demolição	Uso dos resíduos para produção de concreto agregado reciclado
Eslami A; Akbarimerh D, 2021	Irã	Construction and Building Materials	Resíduos de construção e pneus	Aplicação de resíduos na produção de argila para construção
Ince C <i>et al.</i> , 2021	Turquia	Construction and Building Materials	Madeira	Aplicação do pó de madeira em argamassas e cimentos

Nguyen H. P <i>et al.</i> , 2021	Vietnã	Construction and Building Materials	Resíduos de construção	de	Produção de agregados leves reciclados
Salehi S <i>et al.</i> , 2021	NR*	Journal of Cleaner Production	Resíduos de demolição	de	Aplicação dos resíduos para construção de pavimentos
Umar U. A <i>et al.</i> , 2021	Malásia	Ain Shams Engineering Journal	Resíduos de construção e demolição	de	Reciclagem dos resíduos para produção de novos materiais
Waskow R <i>et al.</i> , 2021	Brasil	Journal of Environmental Management	Resíduos de construção e demolição	de	Produção de agregado grosso reciclado
Xiao J <i>et al.</i> , 2021	China	Journal of Cleaner Production	Resíduos de construção	de	Produção de cimento

Fonte: Autor, 2021

*NR= não relatado

De modo geral, observou-se que o principal material resultante da construção civil são os resíduos de demolição e construção, sendo esses comumente reciclados em produtos para a própria indústria da construção, principalmente na produção de agregados grossos e leves, produção de produtos cimentícios e concreto, mas também outras tecnologias como aplicação de pó de madeira e borracha em produtos oriundos da reciclagem de resíduos de demolição estão sendo utilizadas para aumentar a estabilidade e resistência desses produtos (RAMOS *et al.*, 2020; COSTA; RIBEIRO, 2021; ESLAMI; AKBARIMERH, 2021; INCE *et al.*, 2021; UMAR *et al.*, 2021).

Estudos de Dias *et al.* (2021), demonstrou que a adição de óxido de grafeno aplicados a blocos de concreto produzidos com resíduos de demolição e construção pode ser uma solução eficaz para aumentar a resistência do concreto, mas que o bloco reciclado sem uso de óxido e grafeno possui resistência boa, comparado aos materiais utilizados atualmente.

O uso de resíduos da construção civil para fabricação de blocos de concreto pode ser uma alternativa viável para destinação desse material. Tendo em vista que em ensaios os resultados obtidos demonstraram que nos testes de compressão axial, os blocos de referência não atenderam a norma, mas em todos os percentuais de substituição atingiram o mínimo atendido pela norma (FILHO; RIOS, 2021).

Penteado, Carvalho e Lintz (2016), observaram que a substituição de cimento em blocos de pavimentação por resíduos, é uma alternativa possível, pois a absorção de água em blocos com maiores percentuais de substituição, tende a aumentar e os autores perceberam que a durabilidade do material não sofre alteração.

Muitas tecnologias estão sendo aplicadas para fazer da construção civil, uma indústria mais sustentável. A aplicação de outros materiais como fibras vegetais e reciclados de borracha são exemplos. Estudos de Araruna *et al* (2021), verificou que o acréscimo da fibra de coco na argamassa resultou em um melhor desempenho na resistência dos corpos de prova, nos ensaios de tração por compressão diametral e compressão axial. No ensaio de tração na flexão, a resistência dos corpos de prova aumentou conforme aumentou a concentração de fibra, nos corpos com adição de fibra de coco.

Kazmi, Munir e Wu (2021) observaram em seus estudos que a resistência à compressão do concreto agregado reciclado, incorporando 20% de resíduos de pneus em substituição aos agregados graúdos é percebida 49% menor que o concreto agregado normal. No entanto, a resistência à compressão e o módulo de elasticidade do concreto agregado reciclado comprimido e do concreto agregado reciclado tratado, incorporando 10-20% de resíduos de pneus em substituição aos agregados graúdos, estão muito próximos dos corpos de prova tradicionais de concreto sem resíduos de pneus.

As argamassas e os concretos produzidos com agregados reciclados carbonatados apresentam aumento da trabalhabilidade e diminuição da retração em relação aos não carbonatados. O desempenho mecânico desses materiais de construção também é influenciado positivamente. Portanto, os níveis de confiança em seu uso devem aumentar (GOMES *et al.*, 2021).

4 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados desta RI, foi possível observar que existem inúmeros métodos que podem ser aplicados para reciclar e reusar os resíduos oriundos da construção civil, seja para produção de novos materiais ou a utilização desses resíduos como material para aterramento de superfícies. Além da aplicação de outros produtos como borracha e resíduos vegetais, para produzir blocos cimentícios, argamassa, cimento, telhas e outros materiais, esses produtos advindos de outras indústrias são usados comumente para aumentar estabilidade, flexibilidade, absorção de água e duração do tempo de vida. Foi visto que a aplicação de borracha e fibras de coco são viáveis para aumentar a absorção de água em blocos de pavimento.

Mesmo com leis que regulamentam e normatiza a coleta, reciclagem e reuso dos resíduos sólidos da construção civil, ainda se vê que não acontece isso, ou são apenas descartados de forma irregular.

As pesquisas para uso desses resíduos na construção de novos materiais se demonstram avançadas, mas não se encontra esses produtos no mercado, o que é um problema, pois não fomenta mais avanços na área, já que não se vende, mesmo possuindo características ideais para o uso na construção.

Além disso, vê-se que o desenvolvimento de estudos mais complexos para avaliar as propriedades físicas e mecânicas dos produtos produzidos por resíduos da construção civil, para assegurar que esses produtos são dentro das normas de qualidade.

Assim, o presente trabalho contribui para o aprofundamento e desenvolvimento de novas reflexões acerca do uso resíduos da construção civil como método alternativo para produção de novos materiais de construção.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, J. J.; SARAVANAKUMAR, R.; EBENANJAR, P. E.; ELANGO, K. S.; VIVEK, D.; ANANDARAJ, S. An experimental study on concrete block using construction demolition waste and life cycle cost analysis. **Materials Today: Proceedings**, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.307>

ARARUNA, J. C. M.; COSTA, M. R.; BATISTA, M. P.; FILHO, G. C. A.; NETO, F. L. L. Reaproveitamento de fibra de coco como alternativa de adição ecológica para o melhoramento de propriedades mecânicas em argamassas, 2021. <https://doi.org/10.4322/CINPAR.2021.124>

BAO, ZHIKANG.; LEE, WENDY MW.; LU, WEISHENG. Implementing on-site construction waste recycling in Hong Kong: Barriers and facilitators. **Science of The Total Environment**, v. 747, p. 141091, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141091>

BRASIL, D. M. M.; NICOLAU, A. I. O.; BILHAR, A. P. M.; KARBAGE, S. A. L.; LUCENA, S. V.; DO CARMO, T. F.; BEZERRA, L. R. P. S. Incontinência urinária e função sexual feminina: revisão integrativa de questionários validados. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 31, n. 5, p. 558-563, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0194201800077>

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305 de 02/05/2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 307 de 05/07/2022. Disponível em:

<<http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=108894>>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 01 de 23/01/1986.

Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>>

CHAUDHARY, B.; DHIMAN, S.; TALWAR, R.; ARIF, S. M.; VERMA, V. Experimental investigation of strength of concrete using recycled demolished construction materials as coarse aggregate. **Materials Today: Proceedings**, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.238>

CLOSS, S. J.; CHEATER, F. M. Evidence for nursing practice: a clarification of the issues. **Journal of Advanced Nursing**, v. 30, n. 1, p. 10-17, 1999. Disponível em: < https://www.academia.edu/5746720/Evidence_for_nursing_practice_a_clarification_of_the_issues?from=cover_page>

COSTA, F. N.; RIBEIRO, D. V. Evaluation of phase formation and physical-mechanical properties of Portland cements produced with civil construction waste. **Cement**, v. 5, p. 100012, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cement.2021.100012>

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**, v. 276, p. 123302, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123302>

DEVI, S. V.; GAUSIKAN, R.; CHITHAMBARANATHAN, S.; JEFFREY, J. W. Utilization of recycled aggregate of construction and demolition waste as a sustainable material. **Materials Today: Proceedings**, v. 45, p. 6649-6654, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.013>

DIAS, L. I. R.; RAMOS, E. C.; FLORENCIO, O. Aproveitamento de resíduos da construção e demolição (RCD) na fabricação de blocos de concreto sem e com adição de óxido de grafeno. **Brazilian Journal of Development**, v 7, n.1, p. 5972-5989, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-407>

ESLAMI, A.; AKBARIMEHR, D. Failure analysis of clay soil-rubber waste mixture as a sustainable construction material. **Construction and Building Materials**, v. 310, p. 125274, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125274>

FILHO, J. O. M.; RIOS, E. N. Análise da viabilidade da adição de resíduos da construção civil em bloco de alvenaria. **Unesc em Revista**, v. 5, n. 1, p. 77-90, 2021. Disponível em: <http://revista.unesc.br/ojs/index.php/revistaunesc/article/view/222>

FRANCESCHI, F, SANTIAGO, C, LIMA, T, PUGLIESI, E. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: uma discussão sobre a evolução dos dados no período 2003 – 2014. **Revista Dae**.

<http://dx.doi.org/10.4322/dae.2016.028>

GOMES, R. I.; FARINHA, C. B.; VEIGA, R.; DE BRITO, J.; FARIA, P.; BASTOS, D. CO₂ sequestration by construction and demolition waste aggregates and effect on mortars and concrete performance-An overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 152, 111668, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111668>

HOANG, N. H.; ISHIGAKI, T.; KUBOTA, R.; TONG, T. K.; NGUYEN, T. T.; NGUYEN. Waste generation, composition, and handling in building-related construction and demolition in Hanoi, Vietnam. **Waste Management**, v. 117, p. 32-41, 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.08.006>

INCE, C.; TAYANÇLI, S.; DEROGAR, S. Recycling waste wood in cement mortars towards the regeneration of sustainable environment. **Construction and Building Materials**, v. 299, p. 123891, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123891>

KAZMI, S. M. S.; MUNIR, M. J.; WU, Y. F. Application of waste tire rubber and recycled aggregates in concrete products: A new compression casting approach. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 167, p. 105353, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105353>

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas Tendências nos tratamentos de Efluentes Têxteis. **Química Nova**, V.25, n.1, p.78-82,

2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000100014>

LARUCCIA, M. M. Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. **Revista ENIAC pesquisa**, v. 3, n. 1, p. 69-84, 2014. <https://doi.org/10.22567/rep.v3i1.124>

MENDONÇA, B. Ambiente de Olaria: Cidadania a prova. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, RS, 2006.

MI, R.; PAN, G.; LIEW; K. M.; KUANG, T. Utilizing recycled aggregate concrete in sustainable construction for a required compressive strength ratio. **Journal of Cleaner Production**, v. 276, p. 124249, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124249>

NGUYEN, H. P.; MUELLER, A.; NGUYEN, C. T. Development and characterization of lightweight aggregate recycled from construction and demolition waste mixed with other industrial

by-products. **Construction and Building Materials**, v. 313, p. 125472, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125472>

OK, B.; SARICI, T.; TALASLIOGLU, T.; YILDIZ, A. Geotechnical properties of recycled construction and demolition materials for filling applications. **Transportation Geotechnics**, v. 24, p. 100380, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100380>

PENTEADO, C. S. G.; CARVALHO, E. V.; LINTZ, R. C. C. Reusing ceramic tile polishing wast in paving block manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, Part 1, p. 514-520, 2016.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.142>

RAMOS, F. J. H. T. V.; REIS, R. H. M.; GRAFOVA, I.; GRAFOV, A.; MONTEIRO, S. N. Eco-friendly recycled polypropylene matrix composites incorporated with geopolymer concrete waste particles. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 9, n. 3, p. 3084-3090, 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.01.054>

ROMAN A. R.; FRIEDLANDER M. R. R. Revisão integrativa de pesquisa aplicada à enfermagem. **Cogitare Enfermagem**, v. 3, n. 2, 1998. <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v3i2.44358>

SANTO, D. V.; CABRAL, A. E. B. Análise técnica da reciclagem de resíduos de construção em canteiro de obras. *Ambiente Construído*, v. 20, p. 363, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000300434>

SALEHI, S.; ARASHPOUR, M.; KODIKARA, J.; GUPPY, R. Sustainable pavement construction: A systematic literature review of environmental and economic analysis of recycled materials. **Journal of Cleaner Production**, p. 127936, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127936>

SPADOTTO, A.; NORA, D. D.; TURELLA, E. C. L.; WERGENES, T. N.; BARBISAN, O. A. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Revista Unoesc & Ciência**, v. 2, n. 2, p. 173-180, 2011. Disponível em: < <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acsa/article/view/745>>

TANG, Z.; LI, W.; TAM, V. W.; XUE, C. Advanced progress in recycling municipal and construction solid wastes for manufacturing sustainable construction materials. **Resources, Conservation & Recycling: X**, v. 6, p. 100036, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100036>

UMAR, U. A.; SHAFIQ, N.; AHMAD, F. A. A case study on the effective implementation of the reuse and recycling of construction & demolition waste management practices in Malaysia. **Ain**

Shams Engineering Journal, v. 12, n. 1, p. 283-291, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.07.005>

WANG, Q. Z.; ZHAO, Y. F.; TSENG, M. L.; LIM, M. K. Performance analysis and reuse of construction and demolition waste stone using fractal and gradation theory. **Journal of Cleaner Production**, v. 271, p. 122208, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122208>

WASKOW, R.; MACIEL, V. G.; TUBINO, R.; PASSUELLO, A. Environmental performance of construction and demolition waste management strategies for valorization of recycled coarse aggregate. **Journal of Environmental Management**, v. 295, p. 113094, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113094>

XIAO, J.; SHEN, J.; BAI, M.; GAO, Q.; WU, Y. Reuse of construction spoil in China: Current status and future opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 290, p. 125742, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125742>