

Sustentabilidade na construção civil no Brasil: Uma revisão da literatura

Sustainability in civil construction in Brazil: A review of the literature

Sostenibilidad en la construcción civil en Brasil: Una revisión de la literatura

Recebido: 17/10/2022 | Revisado: 29/10/2022 | Aceitado: 30/10/2022 | Publicado: 05/11/2022

Emilli Rodrigues do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3530-6267>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guaraf, Brasil

E-mail: emillirodrigues49@gmail.com

Denilson Pedro Ferreira de Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5360-8931>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guaraf, Brasil

E-mail: denilsonpfmorais@gmail.com

Shara Carvalho Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9233-4969>

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guaraf, Brasil

E-mail: shara_cl@hotmail.com

Resumo

A Construção Civil tem um papel de grande importância e relevância no âmbito sustentável, em dimensão econômica e social. Todavia, os impactos ambientais causados ao meio ambiente pelo consumo de recursos naturais e o descarte indevido de resíduos sólidos faz com que mais de 50% desses resíduos sejam provenientes da construção. Este estudo trata-se de uma Revisão de Literatura, que tem objetivo reunir quais métodos e tecnologias podem ser aplicados para se alcançar a sustentabilidade na fase de projeto, no canteiro de obras e no descarte dos resíduos oriundos de construção civil. Foi analisado, por meio das literaturas e artigos dispostos, as técnicas disponíveis para se alcançar a sustentabilidade na Construção Civil no Brasil, em um período de 1994 a 2022, como forma de conscientização. Para isso foi utilizado como exemplo estudos feitos a campo quanto ao descarte indevido no meio ambiente, exemplos de processos sustentáveis nas construções como o reaproveitamento de recursos naturais, estruturação de projetos visando redução de resíduos sólidos, e a colaboração das certificações ambientais para a construção civil, LEED e AQUA, sendo elas as mais usadas. As medidas identificadas no presente trabalho para mitigar os danos ambientais causados pela Indústria da Construção civil foram projetos de paginação, visando a quantificação de resíduos oriundos da construção, reutilização de água pluviais e usinas destinadas a reciclagem de resíduos provenientes da construção civil para reaproveitamento.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Construção civil; Impactos ambientais.

Abstract

The Civil Construction has a role of great importance and relevance in the sustainable scope, in economic and social dimension. However, the environmental impacts caused to the environment by the consumption of natural resources and the improper disposal of solid waste means that more than 50% of this waste comes from construction. This study is a Literature Review, which aims to gather which methods and technologies can be applied to achieve sustainability in the design phase, at the construction site and in the disposal of waste from civil construction. It was analyzed, through the literature and articles available, the techniques available to achieve sustainability in Civil Construction in Brazil, in a period of 1994 to 2022, as a form of awareness. For this, studies carried out in the field regarding improper disposal in the environment were used as an example, examples of sustainable processes in constructions such as the reuse of natural resources, structuring of projects aimed at reducing solid waste, and the collaboration of environmental certifications for civil construction, LEED and AQUA, being the most used. The measures identified in the present work to mitigate the environmental damage caused by the Civil Construction Industry were paging projects, aiming at the quantification of waste from construction, reuse of rainwater and plants intended for the recycling of waste from civil construction for reuse.

Keywords: Sustainability; Construction; Environmental impacts.

Resumen

La Construcción Civil tiene un papel de gran importancia y relevancia en el ámbito sostenible, en la dimensión económica y social. Sin embargo, los impactos ambientales causados al medio ambiente por el consumo de recursos naturales y la disposición inadecuada de los residuos sólidos hacen que más del 50% de estos residuos provengan de la construcción. Este estudio es una Revisión de la Literatura, que tiene como objetivo recopilar qué métodos y

tecnologías se pueden aplicar para lograr la sostenibilidad en la fase de diseño, en el sitio de construcción y en la disposición de los residuos de la construcción civil. Se analizó, a través de la literatura y artículos disponibles, las técnicas disponibles para alcanzar la sustentabilidad en la Construcción Civil en Brasil, en un período de 1994 a 2022, como forma de concientización. Para ello se tomó como ejemplo estudios realizados en campo respecto a la disposición inadecuada en el medio ambiente, ejemplos de procesos sustentables en las construcciones como la reutilización de recursos naturales, estructuración de proyectos encaminados a la reducción de residuos sólidos, y la colaboración de certificaciones ambientales, para la construcción civil, LEED y AQUA, siendo los más utilizados. Las medidas identificadas en el presente trabajo para mitigar el daño ambiental causado por la Industria de la Construcción Civil fueron proyectos de paginación, visando la cuantificación de los residuos de la construcción, reutilización de aguas pluviales y plantas de reciclaje de residuos de la construcción civil para su reutilización.

Palabras clave: Sostenibilidad; Construcción civil; Impactos ambientales.

1. Introdução

A construção civil é considerada uma das indústrias que mais geram resíduos sólidos, sendo a maior parte descartados inapropriadamente. Diversas atitudes, sendo elas sustentáveis, fazem com que seja eficiente a aquisição de selos verdes. Os selos verdes nada mais são do que certificações que destacam a responsabilidade ambiental das empresas em executar suas atividades de forma mais consciente, sustentável e com o menor impacto ambiental possível (Lima, et al., 2020).

Os impactos gerados pela construção civil estão relacionados ao consumo excessivos de recursos naturais e de energia e ainda àqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Esses aspectos ambientais somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre a construção e o meio ambiente. Tanto que, pesquisas nesse meio para possíveis soluções são práticas fundamentais que visam à mudança de paradigma do setor da construção civil (Ministério do Meio Ambiente, 2019).

O projeto é um dos elementos fundamentais do processo de produção no setor da construção. É na fase de projeto que o produto é concebido e os materiais e as técnicas construtivas são especificados. É o elemento indutor da racionalização da construção, da qualidade do produto final e de sua sustentabilidade (Carvalho & Sposto, 2012).

Considerando que o canteiro de obras é o ambiente onde é realizada a principal atividade da construção civil com vários serviços simultâneos, e portanto, responsável por ocasionar importantes impactos ambientais e sociais, o monitoramento e a avaliação do consumo nos canteiros de obra possibilita que a empresa identifique falhas nos sistemas operacionais para aperfeiçoamento e obtenção de maior eficiência dos recursos durante a obra (Marques, et al., 2017).

A construção civil tem grande participação na economia brasileira sendo responsável por quase 5% do Produto Interno Bruto (PIB) (IBGE, 2012), em contrapartida os Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) tem gerado preocupação e discussões, por ser uma atividade de grande geração de resíduos sólidos, representando de 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos, segundo Marques Neto (2005).

Ao observar a importância da sustentabilidade na construção civil, este trabalho tem por objetivo revisar quais métodos e tecnologias estão sendo aplicados no Brasil para se alcançar a sustentabilidade no canteiro de obras.

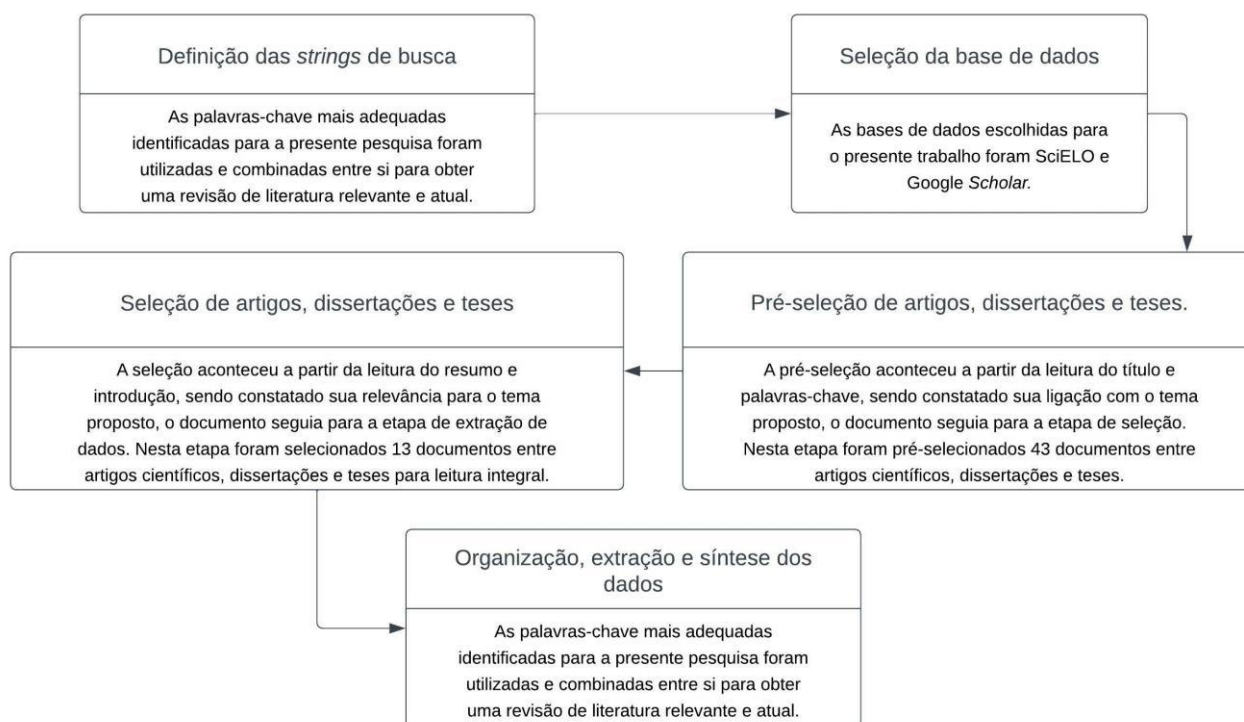
Neste tópico temos a contextualização do presente trabalho, no tópico dois são apresentados os materiais e métodos que apresentam uma descrição de forma concisa do desenvolvimento do trabalho executado. Dando sequência, o tópico três disserta resultados e discursões sendo dividido em cinco subtópicos, que se inicia em sustentabilidade como conceito, certificações ambientais, sustentabilidade aplicada desde o projeto até a execução de obras e os impactos do descarte indevido de resíduos bem como medidas de minimização desses impactos.

2. Metodologia

No presente trabalho foi realizada uma Revisão da Literatura em artigos científicos, dissertações e teses nacionais e internacionais no período de 1994 a 2022, tendo em vista o ano de início dos estudos de Kibert (1994) relacionando os

princípios a serem adotados na construção civil. Buscou-se responder ao seguinte problema de pesquisa: “Quais os métodos e tecnologias estão sendo aplicados no Brasil para se alcançar a sustentabilidade na construção civil?”. Além disso, incorporou-se à pesquisa a busca por trabalhos referentes a sustentabilidade na construção civil, desde o projeto ao descarte dos resíduos sólidos. Nesta perspectiva, Gil (2008), Marconi e Lakatos (2002) e Minayo (2003) descrevem que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida através do exame de obras já produzidas e publicadas como livros, periódicos, artigos, manuais, documentos, normas, leis e produções acadêmicas, que se correlacionam com o assunto a ser explorado, por meio da análise de teorias científicas que se relacionam com o tema abordado. Seguiu-se o procedimento metodológico detalhado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma.



Fonte: Autores (2022).

Quanto a definição das *strings* de busca, foram consideradas como relevantes para o presente tema os seguintes termos: sustentabilidade, construção civil, impactos ambientais, reciclagem, reaproveitamento, meio ambiente, resíduos, canteiro de obras, projeto, utilizadas tanto em língua portuguesa como inglesa. As buscas foram realizadas na Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e no Google acadêmico (Google Scholar), de modo a fazer um levantamento das teses, dissertações e artigos científicos, publicados e defendidos tanto no Brasil quanto em outros países de língua inglesa, que tenham vínculo e relevância ao tema proposto para este trabalho, englobando todo o tema de sustentabilidade na construção civil. Seguindo-se da pré-seleção que aconteceu a partir da leitura do título e palavras-chave, sendo constatado sua ligação com o tema proposto, o documento seguia para a etapa de seleção, além da exclusão de documentos duplicados. Na etapa de pré-seleção 43 documentos entre artigos científicos, dissertações e teses foram selecionados. A seleção aconteceu a partir da leitura do resumo e introdução, sendo constatado sua relevância para o tema proposto, o documento era lido de forma integral. Nesta etapa foram selecionados 13 documentos entre artigos científicos, dissertações e teses para leitura integral e seguir para a

etapa final extração de dados. Na Tabela 1 estão contidos os trabalhos selecionados para extração de dados para os resultados e discussões.

Tabela1 - Trabalhos selecionados para extração de dados para os resultados e discussões.

Nº	Autor (ano)	Título
1	Antiqueira e Sekine (2019)	“Os "erres" pós pandemia: princípios para sustentabilidade e cidadania”
2	Araújo (2009)	“Práticas Recomendadas para Gestão mais Sustentável de Canteiros de Obras”
3	Carvalho e Sposto (2012)	“Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto”
4	Dalvi (2014)	“A sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais”
5	Kibert (1994)	“Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction”
6	Lopes; Oliveira; e Abreu (2017)	“The Sustainability of the Construction Industry in SubSaharan Africa: some new evidence from recent data. Revista Procedia Engeneering”
7	Marques <i>et al.</i> (2017)	“Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade”
8	Martins (2018)	“A geometria das dimensões de pisos e revestimentos como fator modular de diminuição dos resíduos na construção civil”
9	Oliveira <i>et al.</i> (2020)	“Práticas Sustentáveis Aplicadas ao Setor da Construção Civil: Importância, Perspectivas e Benefícios”
10	Oliveira <i>et al.</i> (2020)	“Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil”
11	Roque e Pierri (2019)	“Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil”
12	Sobotka e Sagan (2016)	“Cost-Saving Environmental Activities on Construction Site: Cost Efficiency of Waste Management: case study”
13	Tavares <i>et al.</i> (2016)	“Estudo sobre usina de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição no estado da Paraíba”

Fonte: Autores (2022).

Por fim realizou-se a organização dos dados de cada trabalho em uma tabela (Tabela 1), que possibilitou a extração das seguintes informações: (1) Autores; (2) Ano de publicação; (3) Título. A partir das informações destes documentos realizou-se uma síntese com os resultados.

3. Resultados e Discussões

3.1 Sustentabilidade

A sustentabilidade deve estar presente em todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento, desde sua concepção, projeto, construção e manutenção até sua demolição, considerando sempre as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental (Araujo, 2009). Desta forma, entendemos como conceito de sustentabilidade a satisfação de nossas próprias necessidades na atualidade, conservando e preservando, para que as gerações futuras possam usufruir do mesmo, sem que agrida o meio ambiente.

Por ser uma atividade de transformação, a construção civil se caracteriza como um dos setores que mais consomem recursos naturais e geram grandes quantidades de resíduos, desde a produção dos insumos utilizados, até a execução da obra e a sua utilização. Por essa razão, possui grande potencial de redução de impactos com a adoção de práticas de conservação e uso racional (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável).

Para uma construção ser considerada sustentável, é necessário que sejam levados em consideração 6 princípios a serem adotados na construção civil. Consideram-se para essas análises, os princípios mencionados por Kibert (1994):

1. Minimizar o consumo de recursos: gastar mais tempo na fase de planejamento e projetos para otimizar a utilização de materiais e minimizar a produção de resíduos;

2. Maximizar a reutilização dos recursos: reutilizar componentes que ainda possam desempenhar a função para a qual foram produzidos, ou mesmo serem utilizados em outra função;

3. Utilizar recursos renováveis e recicláveis: optar por materiais recicláveis ou cujas fontes de matéria-prima sejam renováveis;

4. Proteger o ambiente natural: evitar o uso de materiais cuja extração de matéria-prima cause danos ambientais: aproveitar os recursos naturais para iluminação e ventilação, reusar águas servidas, etc.;

5. Criar um ambiente saudável e não tóxico: evitar utilização de materiais que podem causar danos tanto ao meio ambiente quanto aos usuários;

6. Fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído: projetar utilizando técnicas que permitam uma construção mais econômica, menos poluente e que impacte menos agressivamente no meio-ambiente.

Para a contribuição de construções mais sustentáveis, o objetivo é seguir esses princípios, visto que, quanto menos recursos naturais forem utilizados, mais o meio ambiente será preservado.

Tendo em vista os três pilares da sustentabilidade, que são: Reduzir, Reutilizar e Reciclar, denominados os 3 R's, tem por conceito ser um conjunto de práticas cujo objetivo é minimizar o impacto ambiental causado pelo desperdício de materiais e produtos provenientes de recursos naturais, além de poupar a natureza da extração inesgotável de recursos (Piramid, 2020). Portanto, os objetivos para cada um dos 3R's é:

- REDUZIR: consiste em ações que reduzam o consumo de bens e serviços, visando à diminuição da geração de resíduos e conseqüente redução do desperdício.

- REUTILIZAR: o objetivo desse R da sustentabilidade é reutilizar tudo o que puder ser reutilizado, oferecendo um novo propósito para um produto que seria jogado no lixo.

- RECICLAR: o último dos 3 R's da sustentabilidade é o "R" mais conhecido e aplicado em nosso dia a dia. A reciclagem, envolve o processamento de materiais por meio de sua transformação física ou química, geralmente em forma de matéria-prima para produção de novos produtos e bens de consumo.

Além dos 3 R's, temos outros que nos direcionam ao que fazer para contribuir com a sociedade:

- REORGANIZAR: precisamos aprender a nos reorganizar em todos os âmbitos. Passamos por um período longo de pandemia e isolamento, onde nosso pensamento ficou restrito ao nosso lar.

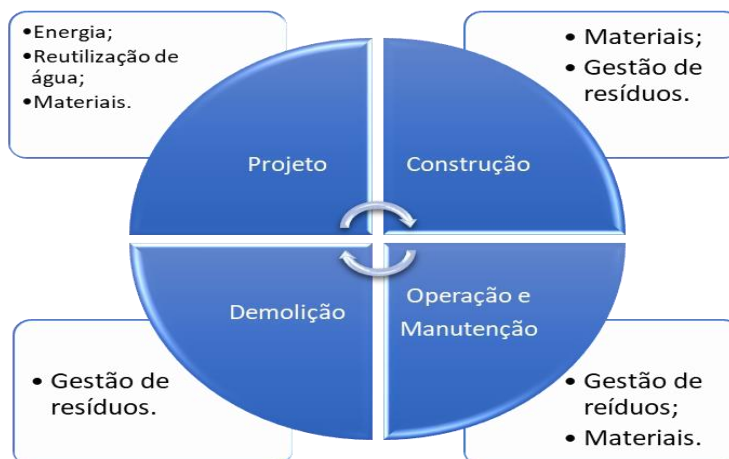
- REPARAR: temos que ser sucintos no meio em que vivemos. Muitas pessoas ficaram desempregadas ao longo dos dois anos de pandemia, dessa forma, é crucial que haja uma reparação da economia para que as pessoas tenham estímulo para voltar ao trabalho.

- RESGATAR: ter novamente prazer em estar em contato com a natureza, preservando-a e fazendo nossa parte.

Para Antqueira e Sekine (2020) devido a situação atual e as possíveis perspectivas de futuro para a espécie humana, há uma necessidade urgente de que os 3 ERRES sejam mais que recomendações e se tornem princípios para um mundo pós-pandemia, incluindo na lista os outros ERRES que são cruciais para a humanidade.

Dentro do ciclo da construção podemos realizar ações de forma a mitigar os prejuízos ambientais causados pela Indústria da Construção Civil. As ações tomadas para uma construção sustentável parte de 4 etapas, de acordo com a Figura 2.

Figura 2 - Ciclo da Construção.



Fonte: Autores (2022).

O projeto, sendo ele bem-feito, visa uma construção sustentável partindo do princípio de reutilização de água, uso consciente dos materiais, minimizando o desperdício, seguindo uma linha de reutilização quanto aos resíduos gerados pela construção e, de energia, podendo por exemplo, fazer o uso de placa solar na obra, gerando energia para o funcionamento dos equipamentos. Dessa forma, casos de demolições só serão realizados quando a estrutura realmente estiver comprometida, e caso ocorra, poderá ser direcionando a uma usina, onde lá será feito a separação de materiais para reutilização dos resíduos gerados, podendo até retornar a mesma obra, sendo utilizado em alguma manutenção, caso necessário.

3.2 Certificações Ambientais

Quanto as certificações ambientais, existem diversas empresas privadas que fornecem certificações ambientais sustentáveis, elas são a certificação LEED e a certificação Aqua. No Quadro 1, é mostrado como essas certificações funcionam, as categorias de análise, como participar do LEED e Aqua, e quanto custa sendo que, os valores demonstrados na tabela correspondem a pesquisa feita em 2010. Valores atualizados não foram disponibilizados.

Quadro 1 - Certificações ambientais.

O que é	Como funciona	Categorias de análise	Como participar e quanto custa
 <p>Leadership in Energy and Environmental Design é um sistema americano de certificação aplicado pelo USGBC (United States Green Building Council) que leva em conta o impacto gerado ao meio ambiente em consequência dos processos relacionados ao edifício (projeto, construção e operação).</p>	<p>Pontua soluções nos quesitos: espaço sustentável, localização, entorno, eficiência no uso de água e de energia, qualidade do ar, uso de materiais, qualidade ambiental interna, inovação e processos. Usa um checklist com as principais exigências das sete categorias. A pontuação tem classificação em Platinum (platina), Gold (ouro) ou Silver (prata).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ LEED NC (New Construction) – novas construções ou grandes reformas ■ LEED CS (Core & Shell) – envoltória do empreendimento, suas áreas comuns e internamente com o sistema de ar-condicionado e elevadores. É complementado pelo LEED CI (Commercial Interior) ■ Pré-certificação – para os projetos registrados na modalidade LEED CS. Permite a divulgação visando a pré-venda do empreendimento ■ LEED CI (Commercial Interior) – interiores comerciais ■ LEED ND (Neighbourhood) – avalia bairros e o desenvolvimento de comunidades ■ LEED School – baseado no Sistema de Certificação LEED NC específico para escolas ■ LEED EB (Existing Building) – para edifícios existentes e ajuda o proprietário a medir suas operações e fazer melhorias na manutenção 	<p>Pelo site www.gbci.org e paga a taxa de cadastro de US\$ 600.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Projetos com até 5 mil m² pagam mais US\$ 2.250 ■ De 5 mil m² até 50 mil m², pagam mais US\$ 0,45 m² ■ Acima de 50 mil m², mais US\$ 22.500 ■ Consultoria (não obrigatória): aproximadamente 1% do custo da obra
 <p>A certificação Aqua (Alta Qualidade Ambiental) é um processo de gestão de projeto implantado pela Fundação Vanzolini com o objetivo de obter a qualidade ambiental de um empreendimento de construção ou de reabilitação. É baseado na certificação francesa Démarche HQE.</p>	<p>Avalia: Programa (definição das necessidades e o desempenho do projeto); Concepção (o sistema de gestão proposto é mantido e há correção de eventuais desvios); Realização (a meta é alcançar o máximo de eficiência com a menor presença de desvios) e Operação (obra até sua conclusão). Em cada uma das etapas, o empreendimento passa por auditorias e recebe uma certificação daquela fase.</p>	<p>Todo o processo conta com 14 categorias ou objetivos distribuídos em quatro bases de ação: ecoconstrução, ecogestão, conforto e saúde. O empreendedor é pontuado por três níveis de desempenho: excelente, superior e bom. Para obter a certificação deve alcançar pelo menos três níveis "excelente" e quatro "superior".</p>	<p>Pelo site www.vanzolini.org.br</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Empreendimentos até 1.500 m² pagam R\$ 17.500 ■ Acima de 1.500 m², R\$ 1.609 por m² ■ Uma edificação com 10 mil m², por exemplo, paga R\$ 31.178,00 (R\$ 17.500 dos 1.500 m² e R\$ 13.678,00 dos 8.500 m² restantes)

Fonte: Mercado Imobiliário (2010).

Pode-se perceber então que a AQUA, além de visar melhorias relacionadas ao meio ambiente, objetiva também a qualidade de vida e saúde das pessoas que usufruem do que foi planejado e construído. Já a LEED, visa somente a melhoria das condições relacionadas ao meio ambiente.

3.3 Aplicando sustentabilidade do projeto ao descarte

O projeto é um dos elementos fundamentais do processo de produção no setor da construção. É na fase de projeto que o produto é concebido e os materiais e as técnicas construtivas são especificados. É o elemento indutor da racionalização da construção, da qualidade do produto final e de sua sustentabilidade (Carvalho & Sposto, 2012).

Considerando que o canteiro de obras é o ambiente onde é realizada a principal atividade da construção civil com vários serviços simultâneos, e, portanto, responsável por ocasionar importantes impactos ambientais e sociais, o monitoramento e a avaliação do consumo nos canteiros de obra, possibilita que a empresa identifique falhas nos sistemas operacionais para aperfeiçoamento e obtenção de maior eficiência dos recursos durante a obra (Marques et al., 2017).

O projeto deve ser capaz de subsidiar as atividades de produção no canteiro de obras, uma vez que grande parcela das perdas é causada por problemas relacionados ao projeto, como: modificações durante a execução da obra, falta de especificação e de detalhamento suficientes, bem como a falha na coordenação no processo e compatibilização dos projetos.

Martins (2018), realizou um estudo explanando os resíduos gerados provenientes do assentamento de pisos e revestimentos, quantificando o resíduo do recorte dessas peças a partir de um projeto de paginação. Por meio de um software de desenho técnico, e identificando os dimensionamentos, foi possível comparar geometricamente aos edifícios de múltiplos pavimentos de Pato Branco e quantificar o resíduo gerado. Dessa forma, percebeu-se então que, a interferência modular na racionalização projetual do uso da matéria prima, pode reduzir em até 65,03%, no resíduo do assentamento de pisos e revestimentos.

Com o avanço de diversos modelos de reaproveitamento de águas pluviais é um conceito que há tempos tem sido utilizado no setor industrial. A aplicação destes modelos em ambientes residenciais, principalmente em conjuntos habitacionais vem ganhando espaço nas construções recentes, por ser uma medida que garante o uso sustentável do recurso, promove menor demanda sobre os mananciais em períodos de estiagem, e ainda traz benefícios econômicos como a redução na tarifa de água (Roque & Pierri, 2019).

A fase de construção e operação, visam a gestão dos materiais e resíduos quanto a desperdícios e também a reutilização. Visando propor medidas sustentáveis, Ribeiro (2022), pontuou que, o reaproveitamento de água no canteiro de obras apresenta alguns benefícios específicos:

1. Sustentabilidade: o aumento de gastos nos orçamentos pode ser amenizado pela captação de águas podendo ser reutilizadas. Além de reduzir os impactos ambientais;
2. Maior segurança e produtividade nos tempos de racionamento: com a reutilização da água captada, o uso da água por rede pública diminui. Sendo também uma ótima medida para muitos locais com escassez de água;
3. Economia na conta de água: com a diminuição do uso da água tratada, há uma queda nas contas da rede pública;
4. Significativos volumes de água não mais escoarão pelas ruas, minimizando assim os riscos de enchentes e inundações na zona urbana;
5. Satisfação maior do cliente, e ganhos em potencial competitivo: com a diminuição de gastos, o cliente sente uma diferença no gasto da obra, o que o deixaria bem mais satisfeito, podendo assim divulgar a positividade do trabalho realizado e colocando em um nível alto nas competições do mercado de trabalho construtivo.

E por fim, quando há necessidade de demolição, os resíduos podem ser separados para reutilização em aterros, por exemplo. Até chegarmos de fato ao início da construção, passamos por uma série de setores e, cada um deles tem papel fundamental quanto ao desenvolvimento sustentável relacionado a construção sustentável. Da conversa com o projetista à forma organizacional do layout do canteiro de obras, é necessário que o foco, além de entregar o projeto de acordo com a expectativa do cliente, seja a minimização de desperdício de materiais e o descarte inapropriado de resíduos sólidos (Oliveira et al., 2020).

3.4 O impacto do descarte indevido

De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 (Brasil, 2002), resíduos da construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Os resíduos oriundos da construção civil são um dos maiores geradores da produção de lixo no mundo. Por conseguinte, isso tem se tornado um problema ambiental sério se tratando de falta de gerenciamento de resíduos. Logo, a gestão de resíduos é uma etapa fundamental do planejamento da obra, e consiste em adotar um conjunto de ações adequadas para a destinação final dos resíduos gerados em todas as etapas da obra, coleta, armazenamento, transporte e tratamento, de

forma que preserve a qualidade do meio ambiente e a saúde pública. É importante ter em mente, que essa prática objetiva também a minimização e aproveitamento na produção de resíduos (Oliveira et al., 2020).

Em virtude das consequências geradas no ambiente a partir das ações dos seres humanos, e da ciência de que os recursos naturais são finitos, a alternativa de reciclar materiais se tornou uma grande causa a se considerar, diante do grande aumento de produção e consumo dos produtos naturais. Podemos citar como exemplo direto de reciclagem de resíduos de construção, de acordo com estudo feito por Tavares et al. (2016), sobre usina de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição no estado da Paraíba, a USIBEN (Usina de Beneficiamento dos Resíduos da Construção Civil e Demolição), usina localizada no estado da Paraíba, administrada pela Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana – EMLUR. De acordo com Tavares et al. (2016), na USIBEN o entulho é triturado e transformado em matéria-prima para a fabricação de material para pavimentação e de matéria prima de blocos pré-moldados, que serão usados na construção de casas populares e na pavimentação de ruas e avenidas. Segundo o diretor de Operações da EMLUR, Orlando Soares, o concreto que chega é separado em quatro tipos de materiais específicos: rachão, brita, cascalhinho e pó de brita.

Direcionando este mesmo estudo ao estado do Tocantins, em 2016, foi inaugurada na cidade de Palmas, a primeira usina de reciclagem de resíduos da construção civil. Uma iniciativa das construtoras em parceria com a prefeitura, que se organizaram e criaram uma associação para reciclar os materiais derivados da construção civil da capital. Isto porque perceberam que a quantidade de resíduo produzido nas obras era enorme e não havia uma destinação ambientalmente correta, a não ser depositá-los no Aterro Sanitário de Palmas.

A Ambiental Comércio Industria de Produtos Recicláveis, é uma Sociedade Empresária Limitada de Palmas - TO fundada em 29/08/2016. Sua atividade principal é Recuperação De Materiais Metálicos, exceto Alumínio. A empresa Ambiental (nome fantasia) começou a operar no dia 5 de dezembro de 2017, com o intuito de reciclar os materiais descartados pelas construtoras nos chamados “bota-fora”, a proposta feita pela prefeitura para as empresas de entulho foi a criação de uma usina de reciclagem.

Em países considerados desenvolvidos a reutilização de resíduos é vista como um mercado promissor e financeiramente favorável, pois proporciona redução de gastos na compra de materiais originados pelos resíduos, ressaltando que servem como matéria-prima para produção de outros compostos utilizados na prática da construção civil (Dalvi, 2014).

3.5 Minimização dos impactos ambientais em relação a construção civil

A Agenda 2030 da ONU é um plano global de ação para enfrentar algumas das questões mais urgentes que afligem nossos tempos. Iniciada em 2015, por meio de um acordo firmado entre os 193 estados membros das Nações Unidas, é vista hoje como uma oportunidade histórica para moldar positivamente as sociedades de amanhã. A indústria da construção civil está entre os setores alvo dessa agenda global de sustentabilidade (Ajayi et al., 2017). Várias metas podem ser relacionadas à construção civil e podem ser encontradas nos diferentes objetivos do desenvolvimento sustentável: ODS 6 – assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos; ODS 9 – construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; ODS 11 – tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; e ODS 12 – assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis (Lopes, et al., 2017; Sobotka & Sagan, 2016).

Oliveira et al. (2020) realizou uma pesquisa acerca de práticas sustentáveis aplicadas ao setor da construção civil, com 8 engenheiros civis do município de Cocoal no Estado de Rondônia. De acordo com a entrevista, foi montado a Tabela 2, sobre os questionamentos feitos sobre as práticas sustentáveis adotadas, bem como os benefícios que essas práticas proporcionam ao meio ambiente, sociedade e ao proprietário do imóvel, e ainda as perspectivas que estão sendo pensadas para a construção civil nos próximos anos no tocante a sustentabilidade.

Tabela 2 - Construção Sustentável.

Construção Sustentável			
Tempo de atuação do Engenheiro Civil	Práticas	Benefícios	Perspectiva
Até 05 anos	Reaproveitamento da água da chuva Uso de materiais que evitam vazamentos, torneiras e chuveiros com redução de consumo de água; Redução do consumo de energia com projetos com materiais de qualidade como lâmpadas leed; Redução do consumo de energia com projetos com materiais de qualidade como lâmpadas leed; Sistema de aquecedor solar para torneiras e chuveiros; Projetos com máximo de janelas para melhoria de iluminação e ventilação.	Garantia de conservação ambiental mínima por meio do uso racional dos recursos.	Utilização dos sistemas de energia solar Racionalização do consumo de água, aproveitamento mais as águas da lavanderia e da chuva para a utilização em limpezas e irrigação Utilização dos materiais reciclados Adoção de certificados e otimização do uso dos recursos naturais por meio do reuso e captação solar.
Acima de 05 anos	Redução de consumo de água por meio de reaproveitamento da água da chuva; Economia de energia por meio do uso de lâmpadas leed e ar-condicionado inverter Uso de material de acabamento com revestimento térmico	Gasto reduzido com energia elétrica; menos hidrelétrica; menos agressividade com relação aos resíduos gerados; Para o proprietário do imóvel mais economia financeira e conforto térmico.	Uso de outras fontes de energias limpas como energia eólica; Construção de casas menores (custo de construção menor); Outras iniciativas sustentáveis como: uso de asfalto reciclado utilização de pneus, substituição de lajes para telha termoacústica, substituição do mármore italiano por placa de porcelanato reciclado, etc.

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.* (2020).

Verificou-se a partir da Tabela 2, que as práticas sustentáveis adotadas pelos profissionais compreendem em sua maioria medidas voltadas a economia energética, ao reaproveitamento da água da chuva, e a otimização dos projetos com melhor aproveitamento de luz, calor e ventilação natural, diminuindo o gasto de energia ligado à iluminação e climatização.

4. Conclusão

Embora a Construção Civil seja essencial para o desenvolvimento urbano, ela pode provocar danos à natureza se não houver relação de equilíbrio entre construção e meio ambiente. Esse, que por sua vez, pode ser obtido por meio de um planejamento que leve em consideração as diversas proposições inerentes aos princípios de sustentabilidade, e que resultem em construções sustentáveis.

Com a ascensão do conhecimento, evidenciam-se que a sustentabilidade é de suma importância para os projetos de construções, pois, contribuem para maior preservação dos recursos naturais. A partir do presente trabalho, foram identificadas medidas sustentáveis a serem tomadas quando se constatou que, por meio de um estudo de projeto de paginação, pode-se reduzir os resíduos gerados durante a construção. Outra medida eficiente é a usina de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição, onde os materiais provenientes das obras são separados e destinados a reutilização.

Os resíduos sólidos da construção civil apresentam uma composição variável, que geram impactos diretos e indiretos sobre a qualidade ambiental e a saúde humana. A gestão sustentável como o manejo adequado de resíduos em canteiro de obras, e disposição final consciente desses mesmos resíduos, auxilia do início ao final da construção de empreendimentos, garantindo a sustentabilidade no processo.

Nesse contexto, as certificações ambientais, o reaproveitamento de recursos naturais como água e reutilização de resíduos provenientes de reciclagem atestam que as construções são saudáveis para o meio ambiente quando planejadas já de forma sustentável e a melhor forma de fazer com que isso esteja próximo da realidade é conciliar o planejamento das construções com critérios sustentáveis. Apesar do surgimento dessa iniciativa transformadora, há carência na expansão desse tipo de construção.

A utilização de materiais sustentáveis desde a concepção do projeto até a finalização da execução, têm-se constituído como alternativa viável, mas é possível ampliar essas ações e potencializá-las. Por fim, desequilíbrios ambientais podem ter consequências graves como a intensificação do efeito estufa, aumento nos índices de poluição, dentre outras. Dessa forma, o presente trabalho contribui para sequenciar estudos específicos sobre a sustentabilidade da construção civil no Brasil.

Referências

- Araújo, V. M. (2009). *Práticas Recomendadas para Gestão mais Sustentável de Canteiros de Obras*. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Antiqueira, L. M. O. R., & Sekine, E. S. (2020). *Os "erres" pós pandemia: princípios para sustentabilidade e cidadania*. *Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)*, 15(4), 70–79. <https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10752>.
- Brasileiro, L. L., & Matos, J. M. E. (2015). *Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil*. *Cerâmica [online]* 61(358), 178-189. <https://doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>.
- Campana, A. C. M. B., Silva, D. d. S. V. A. d., Aguirre, J. M. T., Sígoli, L. d. S. M., & Pereira, M. T. (2002). A Importância do Sistema de Gestão Ambiental para Obtenção de Selos Sustentáveis na Construção Civil: Uma Revisão Narrativa. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, 11, 03-17. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v11e020223-17>.
- Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2014). *Aspectos da Construção Sustentável*. <http://www.cbcs.org.br/website/institucional/show.asp?ppgCode=BCCF20BC-8628-4D3D-83ED%20FBA37CFA560D>.
- Carvalho, M. T. M., & Spoto, R. M. (2009). *Metodologia para a avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto*. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- Dalvi, M. B. (2014). A sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais. *Universidad del Bío-Bío*.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6a ed.).
- Kibert, C. J. (1994). *ESTABLISHING PRINCIPLES AND A MODEL FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION*. Anais do XVI CIB TG 16, Center for Construction and Environment, University of Florida, 3-12.
- Lima, M. C. A., Silva, A. K. B., & Silva Junior, M. A. B. (2020). *Certificação ambiental de habitações: um instrumento para ações sustentáveis na construção civil*. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental Da Alta Paulista*, 16(2). <https://doi.org/10.17271/1980082716220202326>.
- Lopes, I. F. B., & Kozak, N. N. (2017). *Proposta de um projeto arquitetônico para habitação popular sustentável*. *TCC, UniEvangélica*, 8-58.
- Lopes, J., Oliveira, R., & Abreu, M. I. (2017). The Sustainability of the Construction Industry in SubSaharan Africa: some new evidence from recent data. *Revista Procedia Engineering*, v. 172, 657-664. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.077>
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2002). *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados*. (5a ed.).
- Marques, C. T., Gomes, B. M. F., & Brandli, L. L. (2017). *Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade*. *Ambiente Construído, Porto Alegre*, 17(40), 79-90. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000400186>.
- Martins, B. S. (2018). *A geometria das dimensões de pisos e revestimentos como fator modular de diminuição dos resíduos na construção civil*.
- Mateus, R., & Bragança, L. (2004). *Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas*.
- Minayo, M. C. S. (2003). *Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social*. Teoria, Método e Criatividade. (22a ed.)
- Ministério do Meio Ambiente. (2022). *Construção Sustentável*. <http://www.mma.gov.br/cidadessustentaveis/urbanismosustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>
- Oliveira, L. J. C., Soares, M. C. B., Quresma, W. M. G., & Adorno, A. L. C. (2020). Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 24447-24462, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-047>.
- Oliveira, N. D. A., Aleixo, A. D., Silva, A. S., Boritza, O. R., & Ribas, J. D. (2020). *Práticas Sustentáveis Aplicadas ao Setor da Construção Civil: Importância, Perspectivas e Benefícios*. *European Academic Research*, Vol. VIII.
- Queiroz, N. T. (2016). Construções sustentáveis na Engenharia Civil e a responsabilidade socioambiental. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 3(6), 255-263. <http://dx.doi.org/10.21438/rbgas.030601>.
- Piramidial (2020). *Reduzir, reutilizar e reciclar: Conhecendo os 3 R's*. <https://www.piramidal.com.br/blog/economia-circular/3-rs-da-sustentabilidade/#:~:text=Muito%20conhecidos%20como%20a%C3%A7%C3%B5es%20fundamentais,al%C3%A9m%20de%20poupar%20a%20natureza>
- Ribeiro, M. (2022). Conheça 5 benefícios do reaproveitamento de água no canteiro de obras. *Mais Controle*. <https://maiscontroleerp.com.br/reaproveitamento-de-agua-no-canteiro-de-obras/>

Roque, R. A. L., & Pierri, A. C. (2019). Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. *Research, Society and Development*, 8(2), 1-18. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i2.703>

Sobotka, A., & Sagan, J. (2016). Cost-Saving Environmental Activities on Construction Site: Cost Efficiency of Waste Management: case study. *Revista Procedia Engineering*, v. 161, 388-393.

Souza, L. de J., Nunes, A. G., Ferreira, F. B., Viana, M. R., Carvalho, M. C., Santos, D. de G., & Michelan, D. C. de G. S. (2021). Requisitos para a construção de um software sobre boas práticas e atividades facilitadoras na construção civil: um mapeamento das teses e dissertações brasileiras. *Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*, 1-9. <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/429>.

Silva, M. C. C. (2013). Instrumento para pré-avaliação da seleção de materiais em projetos que visam certificação ambiental. *Dissertação de Mestrado em Ambiente Construído*, Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 13-96.

Tavares, A. L. N. R., Claudino, C. M. d. A., Diniz, M. I. L., & Sena, T. d. S. (2016). Estudo sobre usina de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição no estado da paraíba. *Anais I CONAPESC Campina Grande: Realize Editora. Universidade Estadual da Paraíba*. <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/18012>

Zeule, L. O. (2014) *Práticas e Avaliação da Sustentabilidade nos Canteiros de Obras*. Universidade Federal de São Carlos.