

## SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: POSSIBILIDADES E DIFICULDADES

### SUSTAINABILITY IN CONSTRUCTION: POSSIBILITIES AND DIFFICULTIES

#### **Mauricio Dias Marques**

Doutor em Ciências

UNESP – Tupã/SP

Email: md.marques@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5844-3942>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720893346651930>

#### **Rebeca Delatore Simões**

Doutora em Ciência e Tecnologia em materiais.

UNESP – Tupã/SP

Email: rebeca.simões@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4556-3718>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1540538724619296>

#### **Sérgio Silva Braga Junior**

Doutor em Administração

UNESP – Tupã/SP

Email: sergio.braga@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4979-1988>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0079705864432706>

**RESUMO:** Este artigo investiga a viabilidade da construção civil fundamentada em princípios de sustentabilidade. O objetivo é apresentar, de forma sintética, conceitos, pareceres e análises que abordam possibilidades, desafios e obstáculos relacionados à sustentabilidade no setor da construção civil. A pesquisa foi conduzida por meio de revisão bibliográfica, selecionando estudos científicos que tratam da sustentabilidade nesse contexto. Foram identificadas as principais causas do desequilíbrio ambiental decorrentes da atividade construtiva e sugeridas ações para a promoção da sustentabilidade no ambiente construído. Espera-se que este estudo contribua para o fomento de novas pesquisas e para o envolvimento de diferentes setores da sociedade na implementação de práticas sustentáveis na construção civil.

**Palavras-chave:** Construção civil. Sustentabilidade. Meio ambiente. Desenvolvimento sustentável.

**ABSTRACT:** This article investigates the viability of construction based on sustainability principles. The aim is to present, in summary form, concepts, opinions and analyses that address possibilities, challenges and obstacles related to sustainability in the construction sector. The research was conducted by means of a literature review, selecting scientific studies that deal with sustainability in this context. The main causes of environmental imbalance resulting from construction activity were identified and actions to promote sustainability in the built environment were suggested. It is hoped that this study will contribute to the development of new research and to the involvement of different sectors of society in the implementation of sustainable practices in the construction industry.

**Keywords:** Construction. Sustainability. Environment. Sustainable development.

## 1 INTRODUÇÃO

Saber sobre a origem e difusão do conceito de sustentabilidade faz compreender melhor a relação entre as ações do homem com a natureza, bem como suas implicações econômicas, sociais e culturais. Sustentabilidade ou “desenvolvimento sustentável” é um conceito muito mais abrangente do que a proteção do ambiente, implicando na melhoria da salubridade e integridade do ambiente a longo prazo (SILVA; SARDEIRO, 2017).

Ao conhecer aspectos da sustentabilidade ou do desenvolvimento sustentável e suas ações nas mais diversas áreas de atuação, permite traçar planos e procurar soluções que sejam realmente efetivas. No que se refere à construção civil sustentável, é importante buscar o equilíbrio entre a real necessidade de se edificar e a harmonia com o meio ambiente.

Com o crescimento populacional e evolução das tecnologias, vieram as transformações sociais, políticas e tecnológicas, fazendo com que o meio ambiente fosse degradado com esgotamento dos recursos naturais (BAPTISTA, 2010). Segundo Castanho e Teixeira (2017), a “Revolução Verde” proporcionou melhoramento de sementes, uso de insumos agrícolas (agrotóxicos, fertilizantes, adubos) e uso da mecanização, formando-se Complexos Agroindustriais (CAI's) e obtendo-se uma maior produtividade, mas trazendo degradação ao meio ambiente.

Pereira e Calgaro (2021), consideram que o homem destrói a biodiversidade comercializando recursos dela extraído, preocupado com o poder econômico, como um ser consumidor, sem qualquer preocupação com a preservação dos recursos naturais. Surgem problemas como: mudanças climáticas e aquecimento global, derretimento de geleiras, destruição da flora e da fauna com espécies que mantêm o equilíbrio do planeta, exclusão social, miséria e fome.

O homem apropriou-se da natureza sob diversas formas, sem a devida preocupação com a preservação e a sustentabilidade. A suposta modernidade, talhada na visão economicista, em que alguns detêm tudo e outros nada, propiciou a espoliação da natureza e do próprio homem, em todos os seus âmbitos. [...] A solidariedade, a equidade social, a fraternidade, a educação, a moral, o conhecimento, tudo isso resume e esculpe uma sinergia entre o homem a sociedade e a natureza. Compreender e compreender-se são os maiores desafios do homem. Entender sua relação com a sociedade, com as novas tecnologias e com a natureza está no rol das buscas mais complexas rumo ao desenvolvimento (PEREIRA; CALGARO, 2021, p. 270 e 280).

Desde 1960, Rachel Carson já mencionava reflexos na degradação do solo, ar, água e na vida humana, animal e vegetal, com a utilização de inseticidas e pesticidas, publicando seu livro “*Silent Spring*”, traduzido como “Primavera Silenciosa” (CARSON, 1962). Em 1972, houve a Declaração de Estocolmo na Conferência das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente Humano - Conferência de Estocolmo. Essa conferência gerou a divulgação do relatório “Os Limites do Crescimento”, organizado por pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology*, propondo-se “crescimento zero”, não bem aceito na comunidade internacional, livro publicado por Meadows (MEADOWS, 1978; KRUSE; CUNHA, 2022).

O Relatório Brundtland, intitulado como Nosso Futuro Comum, elaborado pela *World Commission on Environment and Development*, e apresentado na Assembleia Geral da ONU em 1987, definiu Desenvolvimento Sustentável como o “Desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades”. A definição surge da compreensão de que os recursos naturais podem ser esgotados (EDWARDS, 2005; MATEUS, 2004; GOMES; LACERDA, 2014; BOZZ, 2011; AGOPYAN; JOHN, 2011; QUONIAN; SOUZA-LIMA; MOSER, 2019; SUGAHARA; RODRIGUES, 2019).

Sustentabilidade na construção civil implica em medidas construtivas e procedimentos que busquem aumentar a eficiência de um empreendimento no uso dos recursos naturais, visando reduzir os impactos ambientais, econômicos e sociais, durante todo o seu ciclo de vida (ARBACHE, 2010; LARA, 2021).

Este trabalho busca apresentar um apanhado conciso sobre sustentabilidade e/ou desenvolvimento sustentável em geral, bem como as principais causas e efeitos provocados pelo descuido da aplicação da sustentabilidade na construção civil.

Entende-se que a construção civil tem que mudar a forma como é executada. É bom lembrar que nos últimos anos vem sofrendo pressões e tensões, provocadas pelas inundações e queimadas, com destruição de construções existentes e demanda de novas construções em tempo recorde, o que a leva a pensar em tratamento prioritário e, portanto, melhoria do uso de recursos, tempo de execução das obras e gerenciamento dos resíduos. Também as mudanças climáticas exigem uma construção com maiores cuidados quanto ao conforto térmico do ambiente construído, bem como a eliminação ou redução de CO<sup>2</sup> que provoca essas mudanças.

## 2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa descritiva, de abordagem qualitativa. É descritiva, pois visa identificar os principais aspectos que interferem na sustentabilidade, quer promovendo-a, quer restringindo-a. É qualitativa, pois tende a analisar, compreender e apresentar resultados não mensuráveis estatisticamente. O recurso metodológico é fundamentalmente a pesquisa bibliográfica em publicações técnicas/acadêmicas.

A revisão bibliográfica, segundo Noronha e Ferreira (2000), consiste em uma abordagem não crítica, em que se seleciona trabalhos de maior interesse fundindo seus principais focos diante do assunto; interpretando trabalhos recentes, de diversas áreas, trazendo-os ao caso em estudo; extraindo conceitos específicos aplicáveis ao caso. Procurou-se consultar artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais, buscando-se palavras-chave em torno da “sustentabilidade”, “sustentabilidade na construção civil”, bem como “problemas de sustentabilidade na construção civil” e “soluções sustentáveis na construção civil”, “formas de construção civil sustentável”, “possibilidade da construção sustentável”, nas

bases Periódicos Capes (que hospeda principais e conhecidas base de dados, como: ACM Digital Library; Library, Information Science & Technology Abstracts; Nature; Oxford Journals; Science (AAAS) e Google Acadêmico.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 SUSTENTABILIDADE OU DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Segundo exposto por Correio (2021), houveram quatro revoluções industriais: a primeira, entre 1760-1830, período que foi marcado pelo grande salto tecnológico e a sociedade nunca mais foi a mesma; a segunda, chamada de revolução tecnológica, em que houve crescimento dos meios de transporte, ampliação dos mercados, rapidez no comércio e também novas formas de propulsão de máquinas de produção como o diesel e a energia elétrica; a terceira, registra contribuições de Alan Turing, década de 1930, cujos estudos iniciaram a concepção do computador; a quarta, iniciada em 1970, chamada Era do Conhecimento ou Era da Informação.

De acordo com Quonian, Souza-Lima e Moser (2019), na sociedade moderna, denominada “sociedade de consumo”, houve uma expansão do consumo tornando-o excessivo, na maioria das vezes desnecessário, pela interferência das novas práticas ligadas ao capitalismo, como a obsolescência programada e o sentimento de inclusão social, o que gera efeito negativo tanto para o consumidor (dispêndio de recursos sem necessidade) e para a ecologia (esgotamento dos recursos naturais). Entendem fundamental e de suma importância a mudança de paradigma e valores da sociedade, empresas, produtores.

Na Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento, mais conhecida como Rio92, o termo “sustentabilidade” ganhou base e destaque global. Foi gerada então a Agenda 21, criando-se diversos acordos e programas para sensibilizar os países, com compartilhamento, a colocar em prática os pressupostos da sustentabilidade (AGOPYAN; JOHN, 2011). Relacionados à Agenda 21, surgiram, nos anos 2000, em outra Assembleia Geral da ONU, composta por altos representantes de 191 países, chamada “Cúpula do Milênio das Nações Unidas”, em Nova Iorque, Estados Unidos, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), com vigência de 1990 a 2015. Na época foram elencados 8 objetivos, 21 metas e 60 indicadores. Em especial o ODM 7 tratou da garantia de sustentabilidade ambiental, que almejou uma melhora significativa nas vidas de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados ambientalmente (UN, 2000; ROMA, 2019).

A partir daí houve uma reavaliação no entendimento de desenvolvimento sustentável, não restrita apenas à proteção ambiental, mas englobando três dimensões: econômica, social e ambiental. Portanto, após esse período o termo Sustentabilidade foi definido como todas as atividades e ações com objetivo de suprir as necessidades atuais dos seres humanos relativas à qualidade de vida, sem comprometer as futuras gerações. Ainda, Sustentabilidade liga o desenvolvimento econômico ao social sem agressão significativa

do meio ambiente, minimizando o consumo dos recursos naturais primários, substituindo-os por recursos renováveis (FURUKAWA; CARVALHO, 2011; SILVA, MACHADO, LEOPOLDINO, FARIAS, 2018).

Depois, a conferência Rio+10, realizada em Joanesburgo (África do Sul), em 2002, reafirmou que o desenvolvimento sustentável possui três pilares essenciais (*Triple Bottom Line*): ambiental, social e econômico (RIBEIRO, 2002; UNSCD, 2012). Seguiu-se a conferência Rio+20, em 2012, renovando-se o compromisso com o desenvolvimento sustentável formalizado em conferências anteriores em diversos países, surgindo dela o documento sob o título “*The future we want*”, traduzido por “O futuro que queremos”, ainda permanecendo o foco sobre utilização de recursos naturais e questões voltadas à falta de moradia (ROMA, 2019).

Em 2015, a Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU), composta por 193 países-membros da ONU, definiu metas mundiais conhecidas como Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que devem atender quatro principais dimensões: social, ambiental, econômica e institucional. São 17 objetivos e 169 metas globais interconectadas, a serem atingidos até 2030, sendo conhecida como “Agenda 2030” (ROMA, 2019).

Mesmo sabendo que, de forma direta e/ou indireta, todos os ODS propostos na AGNU de 2015 estão inter-relacionados, neste trabalho destaca-se, em especial, os ODS 11 e 12, sobre sustentabilidade na construção civil. O ODS 11 trata sobre tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, com a meta de promover uma urbanização sustentável, priorizando as áreas de favelas (UN, 2015). O ODS 12 visa “assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”, com mudanças na produção e uma economia global mais ecológica e inclusiva (PEREIRA ET AL., 2019).

O desenvolvimento sustentável combina três tipos de elementos básicos importantes: eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica. Visa a qualidade de vida das pessoas e a preservação do meio em que elas estão inseridas. Por isso, fala-se em reciclagem da matéria e não esgotamento dos recursos naturais. Logo, pensar em reciclagem é pensar em desenvolvimento sustentável (KRAEMER, 2023).

Não há acordo conceitual, apenas aproximação conceitual de forma abrangente, quanto aos termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Já diziam Paulista, Varvakis, Montibelle-Filho (2008) que as definições buscam integrar o crescimento constante das condições humanas, preservação dos recursos naturais e eficiência econômica. Por sua vez, Iaquinto (2018), apresenta as dimensões da sustentabilidade abordando dez áreas em que esta exerce sua influência: dimensão ecológica ou ambiental, dimensão econômica, dimensão social, dimensão espacial ou territorial, dimensão cultural, dimensão política (nacional e internacional), dimensão jurídico-política, dimensão ética, dimensão psicológica e dimensão tecnológica.

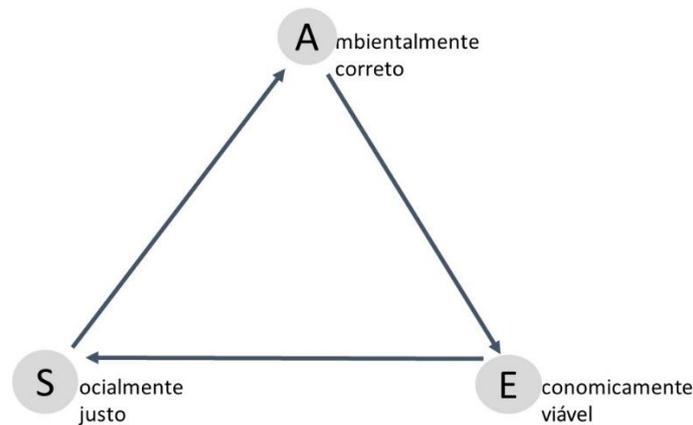
Sendo assim, o termo sustentabilidade é complexo e tem diversas definições. Pode-se dizer que se trata de um conceito multidimensional, que aborda desenvolvimento econômico, a preservação ambiental,

questão social e psicológica, e exige medidas tanto preventivas como corretivas e de controle de atividades presentes e futuras, com a aspiração de preservar e melhorar a qualidade de vida das gerações atuais e futuras (YEMAL; TEIXEIRA; NÄÄS, 2011)

A partir do que as pessoas conhecem e entendem por sustentabilidade, do significado de sustentabilidade, torna-se possível compreender a lógica que segue as práticas sustentáveis e em que nível os indivíduos estão considerando e identificando a sustentabilidade (TECHIO; GONÇALVES; COSTA, 2016, p. 194).

Na Figura 1 apresenta-se uma forma simplificada de visualizar os três pilares da sustentabilidade, conhecido como “*tríplice botton line*”, como fundamento do conceito de sustentabilidade.

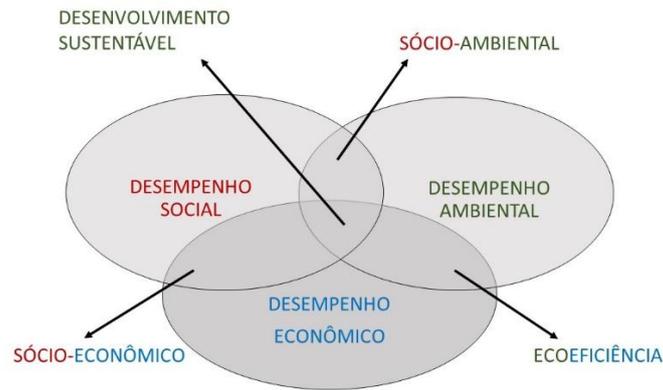
**Figura 1 – Os pilares que compõem o conceito de sustentabilidade**



**Fonte: [maisustentavel.blogspot.com/p/consultoria-ambiental.html](http://maisustentavel.blogspot.com/p/consultoria-ambiental.html)**

Para existir o Desenvolvimento Sustentável é necessário estar presentes os aspectos econômicos, sociais e ambientais do “*TBL – Triple Bottom Line*” do inglês, que haja uma integração desses aspectos (Figura 2).

**Figura 2 – O tripé da sustentabilidade**



Fonte: Adaptado de Furukawa e Carvalho (2011, p.9)

A Figura 3 apresenta um diagrama que mostra o desenvolvimento sustentável como consequência da união das esferas social (Pessoas), ambiental (Planeta) e econômica (Lucro). Nela se pode compreender que somente com a intersecção das três esferas (ou três pilares) é que se obtém a sustentabilidade.

**Figura 3: Pilares da sustentabilidade**



Fonte: Adaptado de Giovanelli (2019)

A relação entre aumento da população e geração de resíduos é direta: quanto mais próspero e mais pessoas vivem no país, mais resíduos sólidos urbanos (RSU) são gerados (DIAS, 2012). É certo que já houve crescimento da conscientização da população relativo ao intenso processo de degradação ambiental e aos problemas sociais resultantes do desenvolvimento desenfreado e acúmulo de resíduos, mas essa conscientização precisa ser aumentada. Cabe ao poder público a adoção de medidas como elaboração e implantação de legislações que disciplinem o gerenciamento dos resíduos, e traga instrumentos de gestão (DOLPHINE; MORAES, 2019).

### 3.2 A PROBLEMÁTICA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO CONTEXTO ATUAL

Na construção civil, as obras sustentáveis são focadas em desenvolver edificações que continuem atendendo as necessidades dos usuários, mas com alternativas para soluções dos principais problemas ambientais de nossa época (BIOCONSTRUÇÃO, 2010; VAGHETTI; SANTOS; ULIANA, 2021). A construção sustentável está intimamente ligada à sustentabilidade e a interdisciplinaridade de conhecimentos entre profissionais envolvidos no projeto.

A construção civil compõe um dos setores estratégicos da economia de qualquer país. É um dos pilares para manter bons resultados no Produto Interno Bruto (PIB) de um país. Entretanto, é preciso olhar com cautela para os efeitos do crescimento e da grandeza das obras, pois o setor possui grande potencial de impacto ao meio ambiente. O setor é poluidor, gera resíduos em processos de construção, manutenção e demolição; os problemas ambientais começam desde a extração das matérias-primas para construção até a destinação final dos resíduos (ISHIKAWA, 2013; BARROS, 2017).

O impacto ambiental da construção civil é grande, com contaminação das reservas de água próximas, descarte intenso de entulho e muitos outros inconvenientes. O setor é considerado o mais impactante dentre todas as atividades humanas exploratórias do meio ambiente. No Brasil, usa-se entre 40 e 50% dos recursos naturais, gera 25% dos resíduos sólidos, consome 25% da água e ocupa 12% das terras, sendo uma atividade que mais danos causa ao meio ambiente (MACIEL ET AL, 2018).

Segundo Amaral (2024), atualmente a construção civil está mais agressiva do que no passado, pois as indústrias e os materiais evoluíram, as cidades se expandem desordenadamente, com desmatamento, construção em encostas e próximas a rios e córregos. “Mais de 100 milhões de pessoas ao redor do mundo não possuem um lugar para viver e mais de 1 bilhão estão residindo em locais inadequados” (p.5). Mas, pode-se dizer que hoje existem materiais, maquinários e tecnologias para se construir de forma mais sustentável.

Segundo o *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*, a construção civil possui modelo de gestão de menor eficiência. Por exemplo, para produção de cada tonelada de cimento são lançados na atmosfera entre seiscentos e mil quilogramas de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>). A fabricação de cimento é responsável por 5 a 8% das emissões globais de dióxido de carbono (SELLA, 2022).

A extração dos insumos para a produção de materiais de construção, além de emitir grande quantidade de CO<sub>2</sub>, desmata florestas, consome 40% de toda energia, 25% da água, 30% dos materiais do meio natural (dentre eles cerca de 66% de madeira, sem o devido manejo das florestas) e gera 25% dos resíduos sólidos ocupando 12% das terras (BENITE, 2011; CONSTRUÇÃO, 2008; SPIGNARDI, 2016).

Nenhuma sociedade atingirá o desenvolvimento sustentável sem profundas transformações na construção civil que exerce um peso considerável na macroeconomia nacional e internacional, responsável por

cerca de 40% de sua formação bruta de capital e grande massa de trabalhadores, tanto nos países industrializados, como nos do terceiro mundo (BEZERRA; PASCHOALIN FILHO, 2017).

Com facilidade pode-se detectar a existência da geração de uma grande quantidade de entulho nas construções em todas as cidades, com considerável desperdício de materiais que poderiam ser reutilizados, beneficiados e reciclados. A geração de Resíduos Sólidos tem aumentado, tanto em quantidade quanto em diversidade e periculosidade (GOUVEIA, 2012 apud MAROTTI; PEREIRA; PUGLIESI, 2017). Importante considerar que a geração de entulho no Brasil tem ligação direta com a mão-de-obra, uma vez que a falta de qualificação e conscientização desta no tocante ao meio ambiente, provoca acúmulo ou desperdício de materiais, muitas vezes até involuntariamente, sem qualquer preocupação.

Conforme relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE de 2022, foram coletados mais de 48 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) no ano de 2021 (ABRELPE, 2022). Em 2020 essa associação registrava que esses resíduos podem representar de 50% a 70% em massa do total gerado, um aumento desde a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) promulgada em 2010, quando o número dos resíduos equivalia a 33 milhões de toneladas (ABRELPE, 2020). Apenas uma pequena parte é designada para reciclagem e cerca 50% dos municípios brasileiros ainda destinam os resíduos para locais irregulares e não realizam a reciclagem para utilizá-los em obras de construção civil. Assim sendo, o principal foco para sustentabilidade do setor da construção deve consistir no consumo sustentável de recursos ambientais, o que implica na redução da geração de resíduos (ABRECON, 2018; FALCÃO; EL-DEIR; HOLANDA, 2022).

Por sua vez, Paiva et al. (2021), registram que os resíduos de construção e demolição (C&D) representam de 30% a 40% do total de resíduos urbanos, é um dos fluxos de resíduos mais significativos da cidade e produz uma série de impactos na sociedade e no meio ambiente, como aterros ou despejos ilegais, emissão de gases nocivos e poluição da água.

A composição do resíduo da construção e demolição é variada, como cerâmica, concreto, argamassas, rochas naturais, madeira, aço e outros metais, plástico, gesso, cimento, vidros, asfalto, entre outros. Apresenta materiais inertes, como tijolos, rochas e vidros, mas também pode ser de materiais não inertes e até perigosos (classe I), como o amianto (LARUCCIA, 2014d). Após concluída a construção, o ambiente construído continua a impactar de uma forma contínua (uso da água, eletricidade, por exemplo), considerados impactos eternos (LARUCCIA, 2014; SAUCEDO, 2022).

Como exemplo, o trabalho de Barros (2017, p. 146), exemplifica (Quadro 1) as fontes de geração dos resíduos da construção civil, apurados na visitação de uma obra de um condomínio residencial na cidade de Curitiba.

**Quadro 1 – Fontes de geração de resíduos da construção civil e sua abrangência**

Fonte Primária	Abrangência
Demolição	Restos de materiais de construção civil
Serviços gerais/administração	Papel, plástico
Instalação do canteiro de obras	Madeira, plástico
Fundação	Movimentação de terra
Estrutura	Madeira, prego, papel
Fechamento de alvenaria	Argamassa, blocos
Revestimento	Gesso, revestimento cerâmico, madeira
Instalações	Plástico, cobre, alumínio
Pintura	Tintas

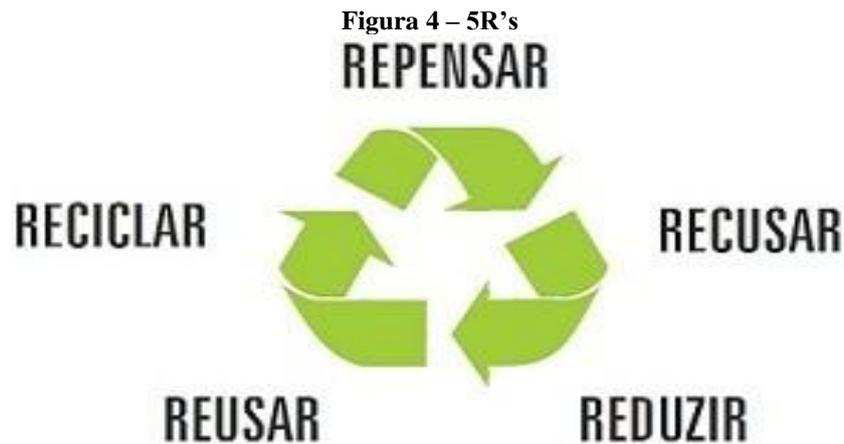
Fonte: Barros (2017, p. 146)

Além dos impactos gerados pela edificação, ainda existem fatores agravantes no cenário brasileiro: mão de obra desqualificada; setor público omissivo; falta de planejamento das obras e pouca ou nenhuma aplicação de inovações. É preciso desenvolver técnicas para a industrialização do setor e formas de construção diferentes que respeitem o trabalhador da obra e o meio ambiente (ARAÚJO, 2020). Para Souza e Pires (2022), os impactos gerados pela construção ocorrem em momentos distintos: na extração e produção de um material; durante a execução da obra; e na disposição irregular do Resíduo da Construção Civil - RCC.

Para diminuir a produção de resíduos desenvolveu-se a política dos 5 R's – reduzir, reutilizar ou reaproveitar, reciclar, repensar e recusar. Para cada um dos 5 pontos há atitudes que possibilitam ao indivíduo seguir seus “mandamentos”. De acordo com Silva et al. (2017) e Brasil (2007) seriam:

- Repensar: verificar *a priori* se há necessidade real do produto, em seguida se o produto possui uma produção ecológica, sem grandes dispêndios para o meio ambiente, desde as etapas iniciais até seu descarte final;
- Recusar: seria recusar aqueles produtos desnecessários e não ecológicos;
- Reduzir: esse é o ponto que melhor se aplica à construção civil; reduzir o desperdício e a produção de resíduos, pois há um impacto direto nos recursos naturais;
- Reutilizar: produtos que seriam descartados podem ser reutilizados com pouca ou nula manufatura, o que reduz a produção de resíduos;
- Reciclar: o ato de reciclar consiste em aplicar mais processos de manufatura ao resíduo, sendo deste modo o último recurso, privilegiando a diminuição da produção. É possível transformar os materiais ao seu estado natural ou outro produto.

A Figura 4 ilustra cada ponto que compõe o conceito dos 5R's.



Fonte: <https://www.bing.com/imagens/>

Considerados os 5Rs na construção civil, seria interessante refletir que o Repensar abarcaria toda a cadeia (indústria de matéria-prima, construtor, pedreiro, arquiteto, engenheiro, técnicos, vendedores de materiais de construção, proprietários de imóveis), cada qual refletindo sobre sua responsabilidade perante cada componente básico da sustentabilidade; Recusar, faz lembrar sobre o amianto que foi usado por longos e longos anos, mesmo sabendo-se de seu potencial efeito negativo à saúde humana; Reduzir, aplica-se à pesquisa de novos materiais com menor uso de recursos naturais e adaptação dos materiais atuais; Reusar, tem reflexo nos custos da construção, qual o processo do reuso, qual o ganho do reuso; Reciclar, também com ligação aos custos, qual o processo utilizado, qual o custo de reciclagem, qual reflexo positivo.

### 3.3 ABORDAGEM DA SUSTENTABILIDADE OU DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Escrever sobre construção sustentável é apresentar nova mentalidade na indústria da construção civil, com compromisso com os princípios de uma “economia verde” e adoção de práticas que melhorem o desempenho socioambiental. Isso inicia no projeto e segue até a construção efetiva, com criteriosa seleção de materiais e alternativas menos impactantes ao ambiente e à saúde humana (CNI, CBIC, 2012).

Para a construção civil, o conceito de “sustentabilidade” passa a ser incorporado só na década de 1990, mesmo sabendo-se que essa atividade exerce forte impacto ambiental, estimando-se que cerca de um terço do consumo de todos os recursos naturais despendidos no mundo é de responsabilidade da construção civil (TAIPALE, 2012; TECHIO; GONÇALVES; COSTA, 2016).

O conceito de “construção sustentável” ou “edificação sustentável” é definido pelo Comitê Técnico da International Organization for Standardization (ISO/TC 59/ SC3 N 459), como:

Edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício (ARAUJO, 2002, p.2; LOPES; SANTOS, 2018, p. 12).

Pensando na sustentabilidade, é preciso identificar os impactos gerados e apresentar soluções para erradicá-los ou minimizá-los.

A engenharia traz evoluções tecnológicas surpreendentes. São técnicas e equipamentos lançados que tornam possível tornar um ambiente ecologicamente correto. Uma das alternativas possíveis é a utilização de energia solar para iluminação do ambiente e aquecimento de água. A captação de energia solar e sua posterior transformação em elétrica ou mecânica é uma energia limpa e renovável, que não polui o meio e é uma fonte de energia inesgotável e gratuita. (LARUCCIA, 2014, p. 78).

Segundo Ihlenfeld e Mattioda (2022), a sustentabilidade deve envolver aspectos sociais onde os *stakeholders* sejam considerados, pois deve incluir pessoas e instituições e suas competências e habilidades, relacionamentos e valores sociais. Assim, os *stakeholders* envolvidos seriam: sociedade, funcionários, clientes, acionistas, credores, fornecedores, comunidade local, governo, concorrentes e ONGs.

Por sua vez, Kraemer (2023) menciona que as empresas são agentes transformadores que influenciam os recursos humanos e procuram colaborar com posturas éticas, transparência e justiça social. Larrosa e Bueno (2017, p. 156) falam sobre “o aspecto social e o desafio cultural das intervenções sustentáveis nos espaços urbanos” e relativamente ao papel social das propriedades e que as construções sustentáveis deveriam cumprir o caráter social, pensando as cidades de forma responsável, construir de forma integrada com o entorno, pensar na mobilidade urbana e no meio ambiente. E, Techio, Gonçalves e Costa (2016, p. 191/192), já falavam sobre a necessidade de “mudanças fundamentais na esfera social, principalmente na ‘forma de pensar e no modo como viver, produzir e consumir’ e que o resultado da sustentabilidade “depende das inserções sociais, dos valores e crenças sociais e que influenciam a forma de perceber, sentir e se posicionar no mundo”.

Nos últimos anos, o entendimento sobre a sustentabilidade das construções voltou atenção também para as questões não técnicas, como aspectos sociais, econômicos e mais recentemente os culturais (BARATELLA, 2011; GOMES; SILVA; SOUZA, 2021). É considerada sustentável quando apresenta aumento de critérios positivos e reduções de efeitos negativos. Portanto, há importância em se estudar a sustentabilidade na construção civil, pois não há moradias para todos e a busca desse atendimento pela construção através de moradias populares, dentro dos parâmetros ou padrões atuais, implicará em problemas ambientais sem precedentes.

O desempenho sustentável na construção civil possui quesitos para promoção de benefícios ambientais e socioeconômicos. Além dos benefícios econômicos e ambientais advindos da redução do desperdício de recursos, tem-se benefícios sociais a partir da superação de déficits habitacionais (FALCÃO; EL-DEIR; HOLANDA, 2022).

Mais recentemente, foi inserido o conceito de “*smart cities*”, ou seja, cidades inteligentes, que visa otimizar a sustentabilidade urbana por meio de tecnologias, de modo a aumentar a eficiência das infraestruturas (AHVENNIEMI ET AL., 2017).

O termo “construção verde” surge pela preocupação coletiva do mercado com a preservação do meio ambiente. A “construção verde” ressalta uma estratégia de marketing no campo social, com apelo da preservação e preocupação com o meio ambiente e garantia do progresso econômico mais sustentável (TECHIO; GONÇALVES; COSTA, 2016). Chama-se “*Green building*” todas as iniciativas em criar construções que utilizem recursos de maneira eficiente, com foco em uso de energia; conforto, longevidade, permitindo desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício, podendo aumentar a vida útil dos componentes por sua reutilização ou reciclagem (GOMES, 2003; LARA, 2021).

Todavia, é bom considerar que a “construção verde” ou “*green building*” deve ser fortalecida tanto por parte do poder público como pela prática operacional na construção civil, para não ficar ou não cair simplesmente no modismo. Há que se atentar que empreendimentos lançados com o *slogan* da sustentabilidade, nem sempre são de fato considerados sustentáveis. Apenas utilizam o conceito de “construção verde” como uma estratégia para sensibilizar o consumidor e trazer imagem positiva da empresa (TECHIO; GONÇALVES; COSTA, 2016).

O CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) divulgou Sete Princípios Para a Construção Sustentável, repetidos na quarta edição do livro de Kibert (2008):

- Reduzir o consumo de recursos;
- Reutilizar recursos (maximizar a reutilização);
- Utilizar produtos reciclados e encaminhar produtos indesejados do processo para reciclagem (reciclar materiais em fim de vida do edifício);
- Proteger a natureza (ambiente e ecossistemas);
- Eliminar o uso de resíduos tóxicos (eliminar os materiais nocivos em todas as fases do ciclo de vida);
- Analisar os custos de ciclo de vida completo do produto (gerir os recursos de forma equilibrada);
- Assegurar a qualidade do produto.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), pelo Programa “Construção Sustentável”, conta com diversos parceiros para subsidiar a elaboração de políticas públicas que tornem realidade a Construção Sustentável e trabalha com sete objetivos principais:

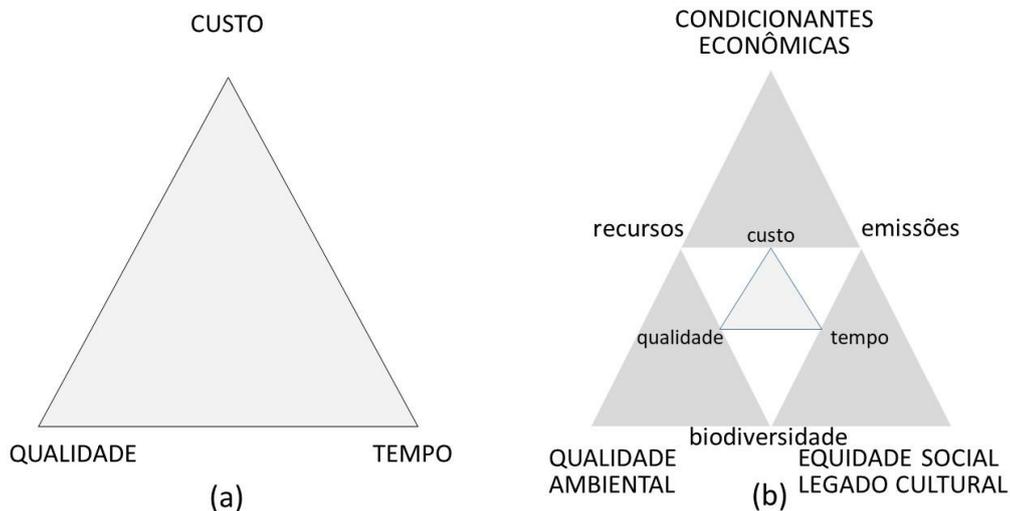
- Redução de emissões na cadeia produtiva;
- Eficiência energética das edificações;
- Uso racional da água;
- Utilização de materiais e sistemas sustentáveis;
- Gestão de resíduos sólidos;
- Viabilização do desenvolvimento sustentável no espaço urbano;
- Valorização do ser humano (CBIC, 2017).

Para definir-se ou mesmo identificar-se uma construção sustentável, é necessário a comparação da construção tradicional (sistema convencional) com os novos critérios propostos nas discussões de desenvolvimento sustentável, estando presentes a integração das questões socioeconômicas e ambientais.

As diferenças das análises podem ser esquematizadas na Figura 5. Do lado esquerdo, o triângulo mostra os fatores tradicionalmente considerados na construção civil em termos competitivos: a qualidade (no nível exigido pelo projeto), o tempo (otimização da produtividade e diminuição do período de construção) e o custo (manutenção/redução dos custos). Do lado direito, os fatores gerais envolvidos em uma construção ecoeficiente são: as condicionantes econômicas, equidade social e/ou legado cultural e a qualidade ambiental. Nesse tripé, permeiam os fatores mais específicos que envolve o manutenção da biodiversidade através da minimização do impacto ambiental, reduzindo a delapidação dos recursos naturais baixa produção de resíduos e a mínima emissão de gases poluentes ou até reparação para o meio ambiente mínimo, integrando ecossistemas para conservação da biodiversidade. Com o equilíbrio entre fatores gerais e específicos é possível estruturar os fatores custo, qualidade e tempo (tradicionais).

Assim, concomitantemente aos fatores já considerados (qualidade, tempo, custo), introduz-se princípios da ecoeficiência nas condicionantes econômicas; amplia-se o conceito de tempo com a garantida da equidade social e o legado cultural e respeita-se a biodiversidade com a qualidade ambiental.

**Figura 5 – Comparação das Metodologias (a) Tradicional; (b) Construção Sustentável**



**Fonte: Adaptado de Mateus (2004)**

Considere-se a necessidade dos setores da sociedade, principalmente o acadêmico por meio de seus pesquisadores, em chamar a atenção da indústria da construção civil para produção efetiva, de fato, de construções mais sustentáveis. Também, chamar atenção dos consumidores tirando deles a falsa ideia de que uma construção sustentável é a que preserva o meio ambiente, sem incluir outros indicadores de sustentabilidade. Deve haver, portanto, mudanças estruturais e culturais tanto nos consumidores, como nos

profissionais da construção civil, na indústria, nos financiadores e nas ações políticas. Ampliando-se o debate e inserindo-se práticas segundo os princípios da sustentabilidade, poderão ocorrer mudanças nas representações sociais e nos comportamentos das pessoas. Esse é o desafio (LARROSA; BUENO, 2017)

Segundo Leff (2001) e Pederzoli, Silva e Martins (2021), é impossível resolver os crescentes problemas ambientais e reverter suas causas, sem que ocorra uma mudança no comportamento e sistemas de conhecimento quanto aos valores gerados pela sociedade existente.

O trabalho de Marques, Simões e Braga Junior (2024), faz um estudo dos Selos de Certificação Ambiental como uma forma prática de auxílio e acompanhamento da construção sustentável. Para obter a certificação (selo ecológico), o processo construtivo é submetido a rígidos critérios e constantes avaliações, com benefícios a todas as partes envolvidas. Existem vários órgãos que emitem selos de construção sustentável, com diferentes possibilidades de certificações. Os principais órgãos relacionados com as atividades da construção civil aplicados no Brasil são: BREEAM, LEED, AQUA, CASA AZUL DA CAIXA, CASBREE, EDGE, CBC BRASIL, PROCEL, SUSTENTA X, DGNB e SUSHI.

#### 4 RESULTADOS

Da sintética abordagem acima, pode-se extrair causas do desequilíbrio do meio ambiente e conseqüentemente da não sustentabilidade; as conseqüências geradas, tanto em termos genéricos quanto especificamente as conseqüências da não sustentabilidade da construção civil e o que deve ser feito e/ou pensado para que se reestabeleça a sustentabilidade, principalmente na indústria da construção civil. São desafios ou problemas que precisam ser superados.

Assim, foi elaborado o Quadro 2 que mostra, de maneira ampla, essas considerações e, de certa forma, coopera para que se possa conhecer os problemas e prováveis soluções na construção civil.

**Quadro 2 – Causas, conseqüências e contribuições para a construção sustentável**

CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS DA NÃO SUSTENTABILIDADE	CONSEQUÊNCIAS DA CONSTRUÇÃO NÃO SUSTENTÁVEL	CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	REFERÊNCIAS DE APOIO
Revolução Verde	Destruição da biodiversidade	Aglomeramento em cidades	Aplicar princípios da “economia verde”	Pereira e Calgaro (2021); Pereira; Nadalin; Gonçalves; Nascimento (2019); CNI, CBIC (2012)
Revolução industrial/ tecnológica	Destruição da biodiversidade, exclusão social, miséria, fome (consumo desenfreado)	Contaminação de reservas aquíferas, entulho, emissão de dióxido de carbono (aceleração do consumo de materiais)	Empregar novas tecnologias (ecotécnicas). Os materiais podem ser reutilizados, beneficiados e reciclados (redução da geração de resíduos).	Pereira e Calgaro (2021); Sella (2022); Mateus (2004); Marotti; Pereira; Publiesi (2017)

Revolução pelo computador	Malefícios ou prejuízos às dimensões econômica, social e ambiental	Aceleração de projetos e por consequência, crescimento de construções.	Impressão em 3D, economia de materiais	Iaquinto (2018); Roma (2019); Gomes; Silva; Souza (2021); CNI, CBIC, 2012; Taparello (2016)
Era do conhecimento	Malefícios ou prejuízos às dimensões econômica, social e ambiental	Mão de obra desqualificada; geração de resíduos de construção, manutenção e demolição; aumento de resíduos em diversidade e periculosidade.	Aumentar a eficiência de um empreendimento; aplicar princípios da economia verde; bom uso dos recursos materiais, econômicos e sociais, como: eficiência energética, uso racional da água, utilização de materiais sustentáveis, gestão de resíduos sólidos, valorização do ser humano.	Correio (2021); Roma (2019); Araújo (2020); Barros (2017); Arbache (2010); Lara (2021); (CNI, CBIC (2012)
Sociedade de consumo	Consumo excessivo	Consumo indiscriminado de cerâmica, concreto, argamassa, rochas naturais, madeira, aço e outros metais, plástico, gesso, cimento, vidros, asfalto	Buscar melhorias nos aspectos sociais e econômicos e culturais. Chamar atenção de consumidores; provocar mudanças culturais nos profissionais, na indústria, nos financiadores, nas ações políticas.	Quonian; Souza-Lima; Moser (2019); Laruccia (2014); Larrosa; Bueno (2017)

Fonte: os autores (2024)

## 5 DISCUSSÃO

É conveniente atentar para que as causas da não sustentabilidade são as mesmas, tanto olhando para o panorama genérico quanto para o foco único da construção civil. As consequências do desempenho humano aquém da sustentabilidade, na construção civil, são as mesmas que estão presentes em todos os setores da sociedade, acrescidas do acúmulo desenfreado de entulhos, com mão de obra despreparada para lidar com o problema, traçando um panorama de difícil controle.

O êxodo rural no Brasil é quase o dobro da média mundial e desafia sustentabilidade do campo e cidade. Fazendo comparação do ano 2000 para o ano de 2022, o artigo informa que ao longo de 22 anos a população rural diminuiu 34%, segundo dados tabulados por Gerson Teixeira, engenheiro agrônomo e diretor da Associação Brasileira de Reforma Agrária (ABRA), que explana: “a forte migração sem um acolhimento necessário em políticas públicas de moradia, saúde e educação criou catástrofes urbanas no país” (MST, 2024; PTA. 2024). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010 a 2022 a população brasileira cresceu 6,5%, o que representa acréscimo de 12,3 milhões de pessoas no período (MST, 2024; PTA. 2024; AGENCIA IBGE NOTICIAS, 2024). Assim, a aglomeração das pessoas em cidades, a aceleração de edificações sem mão de obra treinada e consciente dos problemas ambientais, o consumo indiscriminado de materiais contaminantes, desde sua extração até o seu emprego final, tudo

isso faz crescer a quantidade de entulhos e, conseqüentemente, colabora em contaminar reservas aquíferas, poluir o ambiente com emissão de dióxido de carbono e em deixar a vida humana nas cidades cada vez menos saudável.

Por outro lado, sabe-se que há possibilidade de emprego de novas tecnologias, de reutilização e/ou beneficiamento de materiais reciclados para uso na própria construção, de conscientização dos atores da construção civil, tendo em vista a procura em minimizar os efeitos da contaminação do ambiente.

A pesquisa apresenta, no Quadro 2, do que foi desenvolvido no apanhado da literatura, um reflexo de que as possíveis causas do desequilíbrio do meio ambiente exigem aumento na adoção de construções sustentáveis: a revolução industrial e tecnológica; a revolução e difusão da informática; a era do conhecimento; o crescimento da sociedade de consumo.

O quadro apresenta as conseqüências advindas dessas causas, que provocam não ocorrência da sustentabilidade em geral, bem como as conseqüências que a construção civil convencional vem trazendo: a aglomeração da população em cidades; a contaminação das reservas aquíferas por entulhos; a emissão de CO<sub>2</sub>; a presença de mão-de-obra desqualificada que não “pensa” ou não se importa com os entulhos; o consumo indiscriminado de matéria prima: cerâmica, cimento, concreto, argamassa, madeira, aço, plástico, gesso, vidros e outros materiais.

Por fim, o quadro apresenta, como trazendo recomendação, algumas contribuições que a construção sustentável pode trazer: aplicação de princípios da “economia verde”; o emprego de novas tecnologias com reuso/reciclagem de materiais; o uso da impressão em 3D com economia de materiais; a eficiência energética; o uso racional da água; a gestão racional dos resíduos; a valorização humana; as mudanças culturais e profissionais nos envolvidos/participantes da construção civil e as ações políticas que podem assegurar e incentivar esse novo sistema construtivo sustentável.

Deve-se ter em mente que, se houver empenho e cooperação da indústria da construção civil, dos profissionais nela envolvidos, dos financiadores, das ações governamentais e dos consumidores das construções, é possível restringir-se esse desperdício e amenizar o problema com aplicação dos princípios da construção sustentável, melhorando-se os aspectos sociais, econômicos e culturais.

## 6 CONCLUSÃO

Percebe-se a importância da compreensão do que seja “sustentabilidade”, enfatizando-se que todas as ações humanas devem caminhar no sentido de satisfazer suas necessidades atuais, mas sem comprometer os recursos naturais para as futuras gerações, sem agressão ao meio ambiente, para que o desenvolvimento da sociedade possa ser sustentável. Neste âmbito deve caminhar também a sustentabilidade na construção civil, ao menos eliminando impactos da extração dos recursos naturais e da geração de resíduos contaminantes.

Da mesma forma, esta pesquisa mostrou que as consequências da não sustentabilidade assemelham-se tanto nas ações humanas gerais quanto nas ações da construção civil convencional, mas pode-se aplicar princípios, tecnologias e materiais que contribuam para a sustentabilidade, e, assim, aumentar a eficiência de um empreendimento com o uso racional dos recursos naturais.

Vê-se que o emprego de forças (práticas ou ações) no sentido de promover a construção sustentável não é vão. Há possibilidades de tornar a construção civil sustentável. O estudo ou diagnóstico das razões da não adoção da construção sustentável em sua plenitude, certamente trará luz e contribuirá para que sua implantação possa, sim, amenizar os impactos ambientais, econômicos e sociais da construção civil.

Este trabalho apresenta apenas uma fagulha para o interesse em se estudar essa problemática, notadamente com foco no incremento do processo de implantação de construções sustentáveis.

Futuros estudos poderiam ser desenvolvidos no sentido do aperfeiçoamento de técnicas para a construção sustentável, como por exemplo, a implementação da utilização de impressão 3D, que vem a ser uma revolução da engenharia com possibilidade de novos *designs* e tempo de construção mais rápido.

## REFERÊNCIAS

- ABRECON. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição - Abrecon. (2018) Reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil. <http://abrecon.org.br>
- ABRELPE (2020). Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama>. Acesso em 20 mar 2023
- ABRELPE (2022). Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Disponível em [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7758785/mod\\_resource/content/1/Panorama\\_Abrelpe\\_2022.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7758785/mod_resource/content/1/Panorama_Abrelpe_2022.pdf). Acesso em 30 out 2024.
- AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS. De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões. Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-....> Acesso em 30 nov 2024
- AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. São Paulo: Blucher, 2011.
- AHVENNIEMI, Hannele; HUOVILA, Aapo; PINTO-SEPPÄ, Isabel; AIRAKSINEN, Miimu. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities?. *Cities*, 60, 234-245. <https://www.doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>. Disponível em: <https://sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275116302578>. Acesso em 15 mar 2023.
- AMARAL, Beatrice Fernandes do. A relação entre a construção civil e o meio ambiente: construções sustentáveis. *Revista Foco, Curitiba (PR)*, v.17.n.5, p.01-24, 2024
- ARAÚJO, Ana Beatriz Arantes. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e o Brasil: uma análise da governança para implementação entre 2015 e 2019. Dissertação de mestrado em Relações Internacionais, Universidade Federal de Uberlândia, 2020, 240 f.
- ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. São Paulo: Artigos e entrevistas, 2002. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/artigos/a-moderna-construcao-sustentavel/589>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- ARBACHE, Ana Paula Org.). *Projetos Sustentáveis: estudos e práticas brasileiras I*. Editorama: São Paulo, 2010
- BAPTISTA, Vinicius Ferreira. A relação entre o consumo e a escassez dos recursos naturais: uma abordagem histórica. *Revista em saúde e ambiente*. Universidade UNIGRANRIO, 2010. Disponível em: <https://www.publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/sare/article/view/921>. Acesso em: 09 fev. 2023
- BARATELLA, P. R. M. Análise do desenvolvimento de indicadores para a avaliação de sustentabilidade em edifícios brasileiros. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. UNICAMP, Campinas, 2011.
- BARROS, Murillo Vetroni. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: um panorama de análise a partir da Resolução 307 do CONAMA. *Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa*, v. 13, n. 1, p.139-153, out/dez. 2017.

BENITE, Anderson. Emissões de Carbono e a Construção Civil. CTE — Centro de Tecnologia de Edificações, São Paulo, fev. 2011. Disponível em: <https://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Emiss-Es-De-Carbono-e-a/70979497.html>. Acesso em: 08 fev. 2023

BEZERRA, Cláudia Maria da Silva; PASCHOALIN FILHO, João Alexandre. Redução do desperdício de materiais e resíduos sólidos na construção civil por meio de treinamento de mão de obra. Anais do VI SINGEP – São Paulo – SP – Brasil – 13 e 14/11/2017

BIOCONSTRUÇÃO. Ecocasa Tecnologias Ambientais, Limeira, out. 2010. Disponível em: <https://www.ecocasa.com.br/bioconstrucao/>. Acesso em: 07 fev. 2023.

BOZZ, Felipe Alex. Projeção de sistemas de baixo custo que objetivam a sustentabilidade em casas populares. 2011. 76f. Dissertação (Tecnólogo em Gerenciamento Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

CARSON, R. The silent spring. Boston, MA: Houghton Mifflin & Company, 1962

CNI; CBIC: Construção verde: Desenvolvimento com sustentabilidade. Brasília, 2012. (In: OLIVEIRA, 2015)

CONSTRUÇÃO civil é o setor que mais consome recursos naturais no mundo. Notícias da construtora Dry work, São Caetano do Sul, dez 2008. Disponível em. Acesso em: 16 set. 2012.

CORREIO, Edson Alves de Souza. Quarta Revolução Industrial, Quarta Revolução no Trabalho. Revista Administração de Empresas Unicuritiba. Centro Universitário Curitiba – UNICURITIBA, v. 2, n. 24, Curitiba, 2021, p. 01 A 17 - ORCID iD:<http://orcid.org/0000-0003-3075-6506>

DIAS, Sylmara Gonçalves. O desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos. Sociedade e Gestão, v. 11, n. 1, jan/jun 2012

DOLPHINE, Larissa Marchetti; MORAES, Clauciana Schmidt Bueno de. Proposta para a Aplicação e Monitoramento do Plano de Gerenciamento de Resíduos Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS): Estudo de Caso da UNESP, campus de Rio Claro. 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2019.

EDWARDS, Brian. O guia básico para a sustentabilidade. 1. Ed. São Paulo: GG Brasil, 2005. 226p.

FALCÃO, Symone Maria Pancrácio; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; HOLANDA, Romildo Morant de. Políticas para construções sustentáveis mediante a questão da habitação no Brasil. Rev. Gest. Amb. e Sust. – GeAS J. Environ. Manag. & Sust. 11(1), p. 1-22, e19691, 2022

FURUKAWA, Fabio Massaharu; CARVALHO, Bruno Branco de. Técnicas construtivas e procedimentos sustentáveis – estudo de caso: edifício na cidade de São Paulo. Monografia de Graduação em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Guaratinguetá, 2011, 120 f.

GIOVANELLI, Anderson. Triple bottom line ou tripé da sustentabilidade. 2015. Disponível em: <https://logisticaversa.org/tag/triple-bottom-line/>. Acesso em 15 mar 2023.

GOMES, Anyreves Lígia; SILVA, Samarah Carvalho Félix da; SOUZA, Anderson Oliveira de. Sustentabilidade na Construção Civil: uma reflexão sobre as novas propostas de projetos sustentáveis. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC 15 a 17 de setembro de 2021.

GOMES, J.O.; LACERDA, J. F. S. B. Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte. E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial. Florianópolis, v.7, n.2, p.167-186, 2014.

GOMES, Vanessa. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo 2003

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. Revista Ciências e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jun. 2012

IAQUINTO, Beatriz Oliveira. A Sustentabilidade e Suas Dimensões. Revista da ESMESC, v.25, n.31, p. 157-178, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/revistadaesmesec.v25i31.p157>

IHLENFELD, Walter; MATTIODA, Rosana A. Sustentabilidade Social na Construção Civil: Stakeholders no ciclo de vida do vidro industrial. Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v.10, n.1, p 42-58, jul. 2022.

ISHIKAWA, Bruno Atsushi. Análise da implantação das certificações ambientais LEED e AQUA: estudo de caso em alguns empreendimentos. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Ambiental, UNESP, Rio Claro, 2013, 52 f.

KIBERT, Charles. Sustainable Construction – Green building design and delivery. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc, 2008

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. Responsabilidade Social – uma alavanca para sustentabilidade. Disponível em <https://cdn.ambientes.ambientebrasil.com.br/wp-content/uploads/anexos/457.pdf>. Acesso em 09 jun 2023.

KRUSE, Bárbara Cristina; CUNHA, Luiz Alexandre Gonçalves. Reflexões críticas acerca do desenvolvimento (in)sustentável. Revista IDEAS, Rio de Janeiro, v. 16, 1-24, e022002, jan/dez/2022 – ISSN 1984-9834.

LARA, Ana Paula Mori Capuano. Estudo comparativo das certificações ambientais LEED, AQUA-HQE e Casa Azul Caixa: contribuições para a construção civil. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. São Paulo, Universidade Brasil, 2021, 70 f.

LARROSA, Claudia Anahi Aguilera; BUENO, Liane da Silva. Construções Sustentáveis: o aspecto social e o desafio cultural na engenharia civil. Ignis – Caçador, v.6, n.3, p.156-163, set/dez 2017.

LARUCCIA, Mauro Maia. Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil. ENIAC Pesquisa, Guarulhos (SP), p. 69-84, v. 3, n. 1, jan.-jun. 2014.

LEFF, E. Epistemologia ambiental. São Paulo: Cortez, 2001.

LOPES, Jasonayra de Araújo; SANTOS, Luanna de Carvalho. Tecnologias de sustentabilidade na construção civil: um estudo de caso no Floriano Shopping. Revista da FAESF, vol. 2, n. 2, p 10-18. Abr-Jun 2018 ISSN 2594 – 7125

MACIEL, Marco Aurélio Diniz; ANDREAZZI, Márcia Aparecida; BARROS JUNIOR, Carlos; LIZAMA, Maria de Los Angeles Perez; GONÇALVES, José Eduardo. Emissões de Gases de Efeito Estufa na Construção Civil. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Vol. 16, n. 1, Ano 2018 - ISSN: 1517-0276 / EISSN: 2236-5362

MARINHO, Marcelo da Silva; MELO, Wesley Cândido de Melo. Análise da relação entre a indústria da construção civil e a sustentabilidade ambiental. Anais do 18º Simpósio de TCC e 15º Seminário de IC do Centro Universitário ICESP. 2019(18); 1558-1564

MAROTTI, Ana Cristina Bagatini; PEREIRA, Gisele Sant'Ana Fiorini; PUGLIESI, Erica. Questões contemporâneas na Gestão Pública dos Resíduos Sólidos: análise dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos a partir de seus objetivos e instrumentos. Revista de Políticas Públicas, São Luís, MA, v. 21, n. 1, p. 339-364, 2017.

MATEUS, Ricardo Felipe Mesquita da Silva. Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção. 2004. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, Braga (Portugal), 2004.

MEADOWS, D. White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing, 2004

MST. Êxodo rural no Brasil é quase o dobro da média mundial e desafia sustentabilidade do campo e cidade. Disponível em <https://conhecimentocientifico.r7.com/o-que-e-exodo-rural/#google-vignette>. Acesso em 28 nov 2024.

NORONHA, Daisy Pires; FERREIRA, Sueli Mara Soares Pinto. Revisões da Literatura. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000. p. 191-198

PAIVA, Fábio Friol Guedes de; TAMASHIRO, Jacqueline Roberta; SILVA, Lucas Henrique Pereira; KINOSHITA, Angela Kinoshita. Utilization of inorganic solid wastes in cementitious materials – A systematic literature review. Construction and Building Materials 285 (2021) 122833 - <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122833>

PAULISTA, Geralda; VARVAKIS, Gregório; MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. Espaço emocional e indicadores de sustentabilidade. Ambiente & Sociedade, ano XI, n. 1, pp. 185-200, 2008.

PEDERZOLI, Wagner José; SILVA, Penha Souza; MARTINS, Izabella Costa. Ampliando a visão sobre a Educação Ambiental: uma lacuna nos cursos de engenharia química. Revista Brasileira de Educação Ambiental - Revbea, São Paulo, V. 16, N. 6: 236-248, 2021.

PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide. A sociedade consumocentrista e seus impactos socioambientais [recurso eletrônico]. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2021

PEREIRA, Rafael H. M.; NADALIN, Vanessa G.; GONÇALVES, Caio N.; NASCIMENTO, Igor F. (2019). Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis: o que mostra o retrato do Brasil? IPEA: Brasília

PTA - Portal Tratamento de Água. Êxodo rural no Brasil é quase o dobro da média mundial e desafia sustentabilidade do campo e cidade. Disponível em <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/exodo-rural-brasil-sustentabilidade/>. Acesso em 28 nov 2024

QUONIAN, Luc; SOUZA-LIMA, José Edmilson; MOSER, Manoela Pereira. Meio Ambiente e Sustentabilidade. Revista Relações Internacionais do Mundo Atual, v. 1, n. 22 (2019) , DOI: <http://dx.doi.org/10.21902/Revrima.v1i22.4001>

ROMA, Júlio César. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Ciência e Cultura (on-line), v. 71, n. 1, São Paulo, Jan/Mar/2019. DOI <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100011>

SAUCEDO, Edilson. Obras irregulares e o impacto ambiental: a Educação Ambiental como agente de conscientização em um município do RS. Monografia Curso Especialização em Educação Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM-RS, 2022, 40 f.

SELLA, Dalila Cristina Netto. Capacidade de captura de CO<sub>2</sub> em matrizes à base de cimentos LC3 por meio da carbonatação acelerada. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Instituto Latino Americano de Tecnologia – ILATIT, Foz do Iguaçu, 2022, 189 f.

SILVA, Érika Lorena Pereira da; MACHADO, Diego de Queiroz; LEOPOLDINO, Cláudio Bezerra; FARIAS, Pedro Phillipp Moreira de. Barreiras e Ações para a Sustentabilidade Ambiental: um estudo de caso no IBAMA/CE. Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v.3, n.4, p.51-89, jul-ago/2018 - ISSN: 2448-2889

SILVA, Luan Domingues da; FARIA, Cláudio Oliveira; SILVA, Leonardo Fidélis; CAMPOS, Igor Jamar; JACOB, Raquel Sampaio Jacob. Um estudo da viabilidade técnica do uso de agregados reciclados provenientes de resíduos da construção civil para confecção de blocos de vedação. Percurso Acadêmico, Belo Horizonte, v. 7, n. 13, Jan./Jun. 2017

SILVA, L.C.; SARDEIRO, Paula Silva. Estudo de Caso sobre Parâmetros Sustentáveis na Construção Civil. SEMCAC Seminário de Conforto no Ambiente Construído e Mudanças Climáticas: Clima urbano na dinâmica das cidades, Palmas, 02/06/2017.

SPIGNARDI, Maiana de Cillo Malufe. Pegada de carbono na construção civil: estudo de caso que evitou a emissão de mais de 62.000 ton CO<sub>2</sub> e reestruturou o setor de madeira nativa certificada no Rio de Janeiro. ENGEMA – Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, dezembro/2016, ISSN: 2359-1048.

SUGAHARA, Cibele Roberta; RODRIGUES, Eduardo Luiz. Desenvolvimento Sustentável Um Discurso em Disputa. Revista Desenvolvimento em Questão, Editora Unijuí, Ano 17, n. 49, out/dez/2019.

TAIPALE, K. De construções quase verdes para construções sustentáveis. In: WORLDWATCH INSTITUTE. Estado do mundo 2012: rumo à prosperidade sustentável. Tradução: Claudia Strauch. Salvador: Universidade Livre da Mata Atlântica, 2012. pp. 143-151

TAPARELLO, Gladys Ilka Klen. A industrialização da construção com terra através da impressão 3D. Repositório Institucional UFSC, Edição 04, 2016.

TECHIO, Elza Maria; GONÇALVES, Jardel Pereira; COSTA, Poliana Neres. Representação Social da Sustentabilidade na Construção Civil: a visão de estudantes universitários. Ambiente & Sociedade. São Paulo v. XIX, n. 2 n p. 187-206 n abr.-jun. 2016.

UN. United Nations (2000). Millennium declaration. Geneva: United Nations. Retrieved June 19, 2020 from <https://undocs.org/>

UN. United Nations (2015). The sustainable development goals report. New York: United Nations. Retrieved June 19, 2020 from <https://undocs.org>

VAGHETTI, Marcos Alberto Oss; SANTOS, Taís Carvalho dos; ULIANA, Daniéli. Construção Civil e Sustentabilidade: materiais da Casa Popular Eficiente da UFSM. IX ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UFSC – Florianópolis – 19 a 21 de maio de 2021.

YEMAL, J. A.; TEIXEIRA, N. O. V.; NÄÄS, I. A. Sustentabilidade na construção civil. International Workshop Advances in Cleaner Production, 3., 2011, São Paulo. Anais... São Paulo, 2011. pp. 1-10.