

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

MAURÍCIO DIAS MARQUES

**UM ESTUDO SOBRE AS DIMENSÕES QUE CONTRIBUEM PARA A ADOÇÃO
DA CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL**

TUPÃ

2024

MAURÍCIO DIAS MARQUES

**UM ESTUDO SOBRE AS DIMENSÕES QUE CONTRIBUEM PARA A ADOÇÃO
DA CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agronegócio e Desenvolvimento.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Sergio Braga Silva Junior

Coorientador: Profa. Dra. Rebeca Delatore Simões

TUPÃ

2024

Ficha catalográfica

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação da FCE – Unesp, Câmpus Tupã:

M357m Marques, Maurício Dias..
Um estudo sobre as dimensões que contribuem para a adoção da construção civil sustentável / Maurício Dias Marques. – Tupã: [s.n.], 2024.
133 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Universidade Estadual Paulista UNESP – Faculdade de Ciências e Engenharia, 2024.
Orientador: Sérgio Braga Silva Junior
Coorientadora: Rebeca Delatore Simões

1. Construção Civil. 2. Sustentabilidade. 3. Consciência Ambiental. 4. Consumidor. I. Título. II. Autor.

Fonte: Eliana Kátia Pupim, bibliotecária CRB 8 – 6202. Essa ficha não pode ser modificada.

Impacto potencial desta pesquisa

Esta pesquisa apresenta aspectos que podem contribuir para mitigar os impactos sociais, ambientais e econômicos gerados pela construção civil. Potencialmente seus resultados poderão servir de estímulo à melhoria na construção civil, conscientização da importância do emprego de meios (materiais e técnicas) capazes de contribuir para a sustentabilidade ambiental e melhoria nas condições de trabalho, com menor exploração dos recursos naturais, em atenção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS 8, 11 e 12. O conhecimento da razão pela qual a construção civil sustentável não vem sendo regularmente adotada e a constatação de viabilidade na aplicação da construção sustentável poderão levar também à busca de novas pesquisas e aprimoramento dos sistemas construtivos trazendo resolução de problemas práticos. Considera-se relevante a contribuição e estímulo para uso dos recursos naturais, implantação e disseminação do uso de novas técnicas e materiais sustentáveis na construção civil, para acelerar os esforços públicos e privados de preservação do meio ambiente.

Potential impact of this research

This research presents aspects that can contribute to mitigate the social, environmental and economic impacts generated by civil construction. Potentially, its results will can serve as a stimulus to improvement in civil construction, to awareness of the importance of using means (materials and techniques) capable of contributing to environmental sustainability and improving in working conditions, with less exploitation of natural resources, in compliance with SDGs 8, 11 and 12. Understanding the reason why sustainable civil construction has not been regularly adopted and the verification of the feasibility of applying sustainable construction may also lead to the search for new research and improvement of construction systems, bringing the resolution of practical problems. The contribution and encouragement for the use of natural resources, implementation and dissemination of the use of new techniques and sustainable materials in civil construction are considered relevant to accelerate public and private efforts to preserve the environment.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: UM ESTUDO SOBRE AS DIMENSÕES QUE CONTRIBUEM PARA A ADOÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL

AUTOR: MAURICIO DIAS MARQUES

ORIENTADOR: SERGIO SILVA BRAGA JUNIOR

COORDENADORA: REBECA DELATORE SIMÕES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Ciências, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. SERGIO SILVA BRAGA JUNIOR (Participação Presencial)
Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP


Prof. Dr. MARÇAL ROGÉRIO RIZZO (Participação Presencial)
Docente do Curso de Administração / Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS - Três Lagoas/MS


Prof. Dr. ADRIANO ALVES TEIXEIRA (Participação Presencial)
Departamento de Administração / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS - Câmpus de Três Lagoas


Prof. Dr. DAVID FERREIRA LOPES SANTOS (Participação Virtual)
Departamento de Economia, Administração e Educação / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias -



Documento assinado digitalmente
DAVID FERREIRA LOPES SANTOS
Data: 05/11/2024 16:37:49 -0500
Verifique em: <https://verifica.rii.gov.br>


Pesquisadora Dra. LUANA FERNANDES MELO (Participação Virtual)
Grupo de Estudos em Agricultura Familiar e Sustentabilidade / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP



Documento assinado digitalmente
LUANA FERNANDES MELO
Data: 05/11/2024 20:38:11 -0500
Verifique em: <https://verifica.rii.gov.br>

Tupã, 25 de novembro de 2024

MARQUES, Maurício Dias. **Um estudo sobre as dimensões que contribuem para a adoção da construção civil sustentável**. 2024, 133 f. Tese de Doutorado em Agronegócio e Desenvolvimento – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Tupã/SP, 2024.

RESUMO

Este estudo propõe avaliar, junto a potenciais consumidores da construção civil, a relação entre fatores ou dimensões, como a consciência ambiental, o conhecimento sobre construção civil sustentável e as barreiras para sua adoção, que refletem na decisão da adoção da construção civil sustentável pelo consumidor. Para tanto, busca-se conhecer materiais que podem compor a matéria prima da construção civil com resultados menos desastrosos ao ambiente; conhecer a legislação brasileira e estrangeira sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil; conhecer conceitos, pareceres e opiniões que relatam possibilidades, problemas e dificuldades da sustentabilidade na construção civil e, por fim, avaliar a relação das dimensões que podem levar o consumidor a adotar a construção civil sustentável. Trata-se de pesquisa descritiva, qualitativa e quantitativa, partindo-se de pesquisa bibliográfica e documental e concluindo com pesquisa de campo na modalidade de questionário para possibilitar a comparação por meio de modelo estatístico de equações estruturais. Percebeu-se, dessa reflexão, que a falta de frequência na adoção da construção civil sustentável está vinculada à falta de políticas públicas de estímulo e falta de integração de incentivo de todos os setores envolvidos.

Palavras-chave: Construção civil sustentável; adoção da construção civil sustentável; consciência ambiental; conhecimento da construção civil sustentável, barreiras para adoção da construção civil sustentável, consumidor.

MARQUES, Maurício Dias. A study on the dimensions that contribute to the adoption of sustainable civil construction. 2024, 133 p. Doctoral thesis in agribusiness and development – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – São Paulo State University (UNESP), School of Sciences and Engineering, Tupã, 2024.

ABSTRACT

This study proposes to evaluate, together with potential construction consumers, the relationship between factors or dimensions, such as environmental awareness, knowledge about sustainable civil construction and the barriers to its adoption, which are reflected in the consumer's decision to adopt sustainable civil construction. To do so, the study seeks to identify materials that can be used as raw materials for civil construction with less disastrous results for the environment; to understand Brazilian and foreign legislation on the management of solid waste from civil construction; to understand concepts and opinions that report possibilities, problems and difficulties of sustainability in civil construction; and, finally, to evaluate the relationship between the dimensions that can lead the consumer to adopt sustainable civil construction. This is a descriptive, qualitative and quantitative study, starting with bibliographic and documentary research and concluding with field research in the form of a questionnaire to enable comparison through a statistical model of structural equations. From this reflection, it was noted that the lack of frequency in the adoption of sustainable civil construction is linked to the lack of public policies to stimulate and the lack of integration of incentives for all sectors involved.

Keywords: Sustainable civil construction; adoption of sustainable civil construction; environmental awareness; knowledge of sustainable civil construction, barriers to the adoption of sustainable civil construction, consumer.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I	Figura 1	Cinza volante.....	25
Capítulo I	Figura 2	Imagem de satélite da área da ETA Meia Ponte.....	26
Capítulo I	Figura 3	Bloco de Isopet.....	27
Capítulo I	Figura 4	Construção de blocos estruturais em adobe.....	32
Capítulo I	Figura 5	Modelos de blocos de terra comprimida.....	32
Capítulo I	Figura 6	Taipa de pilão.....	33
Capítulo I	Figura 7	Aplicação do emboço com cal.....	34
Capítulo I	Figura 8	Aplicação do emboço com cimento.....	34
Capítulo I	Figura 9	Aplicação do reboco.....	34
Capítulo I	Figura 10	Aplicação de tinta.....	34
Capítulo III	Figura 1	Símbolos dos ODS.....	65
Capítulo III	Figura 2	Os pilares do conceito de sustentabilidade.....	66
Capítulo III	Figura 3	O tripé da sustentabilidade.....	67
Capítulo III	Figura 4	Pilares da sustentabilidade.....	67
Capítulo III	Figura 5	5 R's.....	74
Capítulo III	Figura 6	Estrutura para construção sustentável.....	75
Capítulo III	Figura 7	Comparação das metodologias tradicional e sustentável.....	77
Capítulo III	Figura 8	Ganhos ambientais e economia de longo prazo de um edifício sustentável em relação ao um convencional.....	77
Capítulo IV	Figura 1	Protocolo do tamanho da amostra.....	98
Capítulo IV	Figura 2	Hipóteses de relações.....	101
Capítulo IV	Figura 3	Modelo inicial proposto.....	103
Capítulo IV	Figura 4	Modelo final ajustado.....	106

LISTA DE QUADROS

Capítulo I	Quadro1	Resumo das vantagens, desvantagens e viabilidade dos materiais sustentáveis.....	36
Capítulo II	Quadro 1	Classificação e destinação de RCD – Resolução CONAMA 307/2002.....	49
Capítulo II	Quadro 2	Relação dos municípios cuja pesquisa detectou legislação sobre plano de gestão ou gerenciamento dos resíduos da construção civil.....	50
Capítulo II	Quadro 3	Principais legislações de diversos países sobre RCD.....	55
Capítulo III	Quadro 1	Fontes de geração de resíduos da construção civil e sua abrangência.....	73
Capítulo III	Quadro 2	Causas, consequências e contribuições para a construção sustentável.....	79
Capítulo IV	Quadro 1	Questionário utilizado na pesquisa.....	100
Capítulo IV	Quadro 2	Avaliação da Validade Discriminante.....	105

LISTA DE TABELAS

Capítulo IV	Tabela1	Indicadores de qualidade.....	105
Capítulo IV	Tabela 2	Avaliação das hipóteses.....	106

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduo da Construção e Demolição

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública de Resíduos Especiais

AGNU – Assembleia Geral das Nações Unidas

AVE – Average Variance Extracted (Variância Média Extraída)

BTC – Blocos de Terra Comprimida

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CIB – International Council for Research and Innovation in Building and Construction

CNUDS – Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ISOPET – Blocos fabricados com isopor e garrafas plásticas tipo PET

MEC – Ministério da Educação e Cultura

MEE – Modelagem de Equações Estruturais

ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PECS – Política de Educação para o Consumo Sustentável

PET – Politereftalato de Etileno

PIB – Produto Interno Bruto

PLS – Partial Least Square (Método de Mínimos Quadrados Parciais)

PMGRCC – Plano municipal de gestão de resíduos da construção civil

PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PUC-MG – Pontifícia Universidade Católica – Minas Gerais

RCC – Resíduo da Construção Civil

RCD – Resíduos da Construção e Demolição

RCV – Resíduo da Cerâmica Vermelha

RETA – Resíduo de Estação de Tratamento de Água

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SCAA – Solo-Cimento Autoadensável

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

TBL – Triple Bottom Line

VB-SEM - Equações Estruturais com Base em Variância

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos da pesquisa	16
2	Fundamentação conceitual e outras anotações	16
2	CAPÍTULOS	
	Capítulo 1 – Materiais Alternativos na Construção Civil	21
	Capítulo 2 – Panorama da legislação dos resíduos sólidos da construção civil com vistas à sustentabilidade	42
	Capítulo 3 – Sustentabilidade na Construção Civil: possibilidades e dificuldades	61
	Capítulo 4 – Por que a construção sustentável não é adotada com frequência?	89
3	CONCLUSÃO	114
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117

1 INTRODUÇÃO

A motivação para este estudo parte da necessidade da procura de formas novas de construção civil sustentável que tenham viabilidade técnica e financeira e que contribuam para preservação do meio ambiente e do bem-estar social.

O estudo é socialmente relevante posto que busca melhoria na satisfação do usuário da construção civil e conscientização da importância do emprego de meios (materiais e técnicas) capazes de contribuir para a sustentabilidade ambiental, com menor exploração dos recursos naturais não renováveis, contribuindo assim com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Com o ODS 8, no que diz respeito à modernização tecnológica e inovação; com o ODS 11, no que diz respeito ao aumento da urbanização inclusiva e sustentável e redução do impacto ambiental negativo e ODS 12, no que diz respeito à gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais e redução da geração de resíduos.

Convém ressaltar que a meta 8.2 do ODS 8, que chama atenção à modernização tecnológica e inovação, está assim estabelecida:

Meta 8.2

Nações Unidas

Atingir níveis mais elevados de produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, inclusive por meio de um foco em setores de alto valor agregado e dos setores intensivos em mão de obra.

Brasil

Atingir níveis mais elevados de produtividade, por meio da diversificação e com agregação de valor, modernização tecnológica, inovação, gestão, e qualificação do trabalhador; com foco em setores intensivos em mão-de-obra (IPEA, 2024).

As metas 11.3 e 11.6 do ODS 11, estão assim definidas:

Meta 11.3

Nações Unidas

Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países.

Brasil

Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, aprimorar as capacidades para o planejamento, para o controle social e para a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, em todas as unidades da federação.

Meta 11.6

Nações Unidas

Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo *per capita* das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.

Brasil

Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo *per capita* das cidades, melhorando os índices de qualidade do ar e a gestão de resíduos sólidos; e garantir que todas as cidades com acima de 500 mil habitantes tenham implementado sistemas de monitoramento de qualidade do ar e planos de gerenciamento de resíduos sólidos (IPEA, 2024).

E, as metas 12.2 e 12.5 do ODS 12, estão assim expressas:

Meta 12.2

Nações Unidas

Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.

Brasil

Meta mantida sem alteração.

Meta 12.5

Nações Unidas

Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

Brasil

Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da Economia Circular e suas ações de prevenção, redução, reciclagem e reúso de resíduos (IPEA, 2024).

A relevância científica deste estudo está em que o conhecimento ou a descoberta sobre o posicionamento do entendimento do consumidor (usuário da construção civil) leva a refletir sobre falhas e/ou dificuldades que ele tem em adotar a construção civil sustentável e as formas que devem ser estudadas em novas pesquisas para aprimoramento desse sistema construtivo, bem como para resolução de problemas práticos que tornem possível o rompimento do padrão construtivo que já vem sendo usado há séculos e que compromete a sustentabilidade do planeta.

Sob este aspecto, o problema da presente tese pode ser representado pela seguinte questão: Será que as dimensões e o conhecimento sobre construção civil sustentável contribuem para a sua adoção?

Convém esclarecer que a construção civil é a atividade que compreende planejamento, projeto, execução, manutenção e restauração de obras “em diferentes segmentos, tais como edifícios, estradas, portos, aeroportos, canais de navegação, túneis, instalações prediais, obras de saneamento, de fundações e de terra em geral” (MEC, 2020, p.9)

Segundo Farias e Marinho (2020), o crescimento da população no meio urbano obriga a ampliação da infraestrutura e melhoramentos públicos, o que é feito por meio da construção de edificações habitacionais, industriais, hospitais, escolas, aeroportos e outros empreendimentos. Essas construções geram poluição. Assim, a construção civil necessita buscar meios e alternativas que não causem danos ao ambiente ou que estes sejam os mínimos possíveis, havendo equilíbrio entre a construção e o meio ambiente.

Esta pesquisa tem por fim amplo apresentar razões pelas quais a construção civil não vem sendo executada com mais frequência com uso de materiais, tecnologias ou processos que a enquadrem dentro dos princípios, padrões e/ou requisitos da sustentabilidade ambiental ou desenvolvimento sustentável.

O estudo inicia-se com artigos publicados em revistas de alto padrão científico, os quais buscam compreender sobre a sustentabilidade na construção civil, desde os princípios da sustentabilidade até os modelos mais tecnológicos ou experimentos de construções com aplicação de materiais e/ou métodos direcionados à sustentabilidade, bem como trazem à luz o que já há na legislação brasileira e estrangeira ligado à temática.

Continua em forma de artigos, o próximo, para apresentar conceitos, ideias, possibilidades e dificuldades da sustentabilidade na construção civil e o último para trazer resultado de pesquisa sobre a percepção de potenciais consumidores (aqueles que podem executar uma construção civil), a respeito da adoção da construção sustentável. O trabalho é apresentado em forma de artigos para deixar bem separadas as abordagens, bem como para facilitar posteriores publicações.

No capítulo I, é apresentado a utilização de materiais alternativos na construção civil avaliada sob o aspecto de comparação entre o uso de materiais convencionais e recicláveis, tijolos e concretos para construções sustentáveis.

No capítulo II, é apresentado um panorama da legislação dos resíduos sólidos da construção civil com vistas à sustentabilidade, detectando-se que não havendo uma política pública única, que englobe todos os requisitos para tratamento, reaproveitamento e destinação correta desses resíduos, há dificuldade em sua correta destinação.

No capítulo III, é apresentado um estudo sobre a sustentabilidade na construção civil, suas possibilidades e dificuldades, demonstrando causas do

desequilíbrio do meio ambiente (não sustentabilidade) provocadas pela construção civil e apresentando possíveis ações para restabelecimento da sustentabilidade.

No capítulo IV, foi realizada uma pesquisa de campo junto a pessoas comuns que seriam potenciais proprietários de imóveis e que poderiam adotar o conceito de construção civil sustentável. Para esta pesquisa foi construído um questionário estruturado e, após a coleta dos dados, foi gerado um modelo que mostra razões pelas quais essa modalidade ou tipo de construção civil não vem sendo adotada com frequência.

1.1 Objetivos

Objetivo Geral:

Avaliar as boas práticas ou fatores ou desafios que contribuem para a adoção da construção civil sustentável.

Objetivos Específicos:

- Apresentar os agregados que já foram experimentados, testados, e que podem compor a matéria-prima com resultados menos desastrosos ao ambiente.
- Analisar a legislação brasileira e de outros países referente aos resíduos da construção civil, para entender como estão sendo tratados, aproveitados ou descartados e que normas legais são aplicadas.
- Trazer, de forma resumida, conceitos, pareceres, opiniões que relatem possibilidades, problemas e dificuldades da sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável, mormente com respeito à construção civil.
- Avaliar a relação das dimensões que podem levar o consumidor a adotar a construção civil sustentável.

2 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL E OUTRAS ANOTAÇÕES

Procura-se compreender o conceito de sustentabilidade para o desenvolvimento sustentável, com possibilidade de implantação da construção civil sustentável, em busca do equilíbrio entre a real necessidade de se edificar e a harmonia com o meio ambiente.

Preocupado com o poder econômico, o homem, como um ser consumidor, destrói a biodiversidade extraíndo recursos sem qualquer preocupação, surgindo

problemas como mudanças climáticas e aquecimento global, derretimento de geleiras, destruição da flora e da fauna, exclusão social, miséria e fome (PEREIRA; CALGARO, 2021). É fundamental e de suma importância a mudança de paradigma e valores da sociedade (QUONIAN; SOUZA-LIMA; MOSER, 2019; BAPTISTA, 2010; DIAS, 2012). É preciso educação para o consumo sustentável, conforme Política de Educação para o Consumo Sustentável (PECS) e Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (BRASIL, 1999; BRASIL, 2015).

Sustentabilidade compreende todas as atividades e ações com objetivo de suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer as futuras gerações; promover o desenvolvimento econômico junto com o social, com utilização de recursos renováveis, sem agressão significativa ao meio ambiente (FURUKAWA; CARVALHO, 2011; SILVA, MACHADO, LEOPOLDINO, FARIAS, 2018). Combina três elementos básicos: eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica (KRAEMER, 2023). Sustentabilidade mantém níveis de bem-estar derivado de capital econômico, capital construído, capital natural, capital humano e capital social (LINARES, 2012).

Sustentabilidade é um conceito multidimensional, que traz em si o desenvolvimento econômico, a preservação ambiental, a questão social e psicológica, a dimensão espacial, a dimensão política, ética e tecnológica (IAQUINTO, 2018; YEMAL; TEIXEIRA; NAAS, 2011). É inevitável pensar em sustentabilidade sem práticas, ações e hábitos que reflitam preocupação com o meio ambiente (GARLET ET AL., 2021; GARLET ET AL., 2021).

Por sua vez, a construção civil é um dos setores estratégicos da economia, mas possui forte potencial de impacto ao meio ambiente, principalmente pela geração de resíduos (ISHIKAWA, 2013; BARROS, 2017). No Brasil a construção civil usa entre 40 a 50% dos recursos naturais, gera 25% dos resíduos sólidos, consome 25% da água e ocupa 12% das terras (MACIEL ET AL., 2018; BENITE, 2011; CONSTRUÇÃO, 2008; SPIGNARDI, 2016). Por outro lado, emprega mais de 1.900.000 pessoas e impulsiona o comércio de insumos, com alto consumo de recursos naturais e geração significativa de resíduos (IBGE, 2022; JOHN, 2017; abrelpe, 2022).

Além dos impactos no decorrer das edificações, ainda há agravantes como mão-de-obra desqualificada, omissão do setor público, falta de planejamento das obras, não aplicação de inovações (ARAÚJO, 2020). Áreas são degradadas na

execução e na disposição dos resíduos da construção civil (ROTH; GARCIA, 2011; AMADEI; PEREIRA; SOUZA; MENEGUETT, 2011; AMARAL, 2024).

É por isso que a construção civil necessita ser sustentável, atendendo as necessidades dos usuários com alternativas para soluções dos principais problemas (BIOCONSTRUÇÃO, 2010; VAGHETTI; SANTOS; ULIANA, 2021). Falar em construção sustentável é apresentar nova mentalidade, compromisso com os princípios da economia verde, adoção de práticas que melhorem o desempenho socioambiental, desde o projeto, e implica em medidas que busquem aumentar a eficiência no uso dos recursos naturais, visando reduzir os impactos ambientais, econômicos e sociais (CNI; CBIC, 2012; ARBACHE, 2010; LARA, 2021). Somente por meio de tecnologias mais inteligentes, maior respeito aos recursos naturais e utilização de recursos renováveis é que se pode reduzir a pressão sobre o meio ambiente (EDWARDS, 2005). O desempenho sustentável na construção civil promove benefícios ambientais e socioeconômicos (FALCAO; EL-DEIR; HOLANDA, 2022).

A construção sustentável é um processo holístico que visa restaurar e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído (PLESSIS, 2002; SILVA, 2015; MATEUS, 2009).

Os selos de certificação ambiental desempenham um papel crucial, demonstrando evidência de avaliação eficiente do processo construtivo, quando se propõe efetuar construção civil sustentável ou construção ecológica ou construção verde (MARQUES; SIMÕES; BRAGA JUNIOR, 2024).

Uma das formas de mudança elementar na construção civil é a redução dos resíduos sólidos gerados. Em termos de volume, esses resíduos superam significativamente os de outros setores e, se não tratados convenientemente, afetam a atmosfera, cursos d'água, contaminam e prejudicam o meio ambiente (AMADEI ET AL., 2011; OLIVEIRA, 2022; MARINHO; SILVA, 2012). Eles são classificados como perigosos, não inertes e inertes (NBR 10.004/2004).

A Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS) apresenta ordem de prioridades para gerenciamentos dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final dos rejeitos e a meta 12.5 do ODS 12 propõe reduzir substancialmente a geração desses resíduos por meio de prevenção, redução, reciclagem e reutilização (PNRS, 2010; AGENDA 2030, 2018; CONTO; OLIVEIRA; RUPPENTHAL, 2017). São decisões sobre saúde pública que requerem integração de políticas econômicas, sociais e ambientais (GOUVEIA, 2012).

A NBR 15.113/2004 e a Resolução CONAMA 307/2002 definem os resíduos da construção civil:

“Resíduos 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”

O artigo 20 da PNRS cita a obrigatoriedade de elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos para empreendimentos da construção civil, instituindo responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos que também engloba a cadeia da construção civil, abrangendo a indústria de materiais de construção, distribuidores, construtoras, incorporadoras e empreiteiras (FALCÃO, EL-DEIR, HOLANDA, 2022).

Até o momento, a Resolução CONAMA 307/2002 é a principal norma brasileira a tratar sobre a gestão dos resíduos da construção civil e deixa a cargo de cada município implementar planos municipais. Poucos municípios tem um Plano de Gerenciamento dos RCC. No mundo, a legislação ou políticas públicas no trato com esses resíduos são diversificadas. Nota-se falta de norma nacional que discipline o uso, reuso ou descarte desses resíduos atendendo à preservação do meio ambiente (MARQUES; SIMÕES; BRAGA JUNIOR, 2024).

Importante mencionar, na abordagem da legislação sobre os resíduos da construção civil, que, na verdade há um Projeto de Lei na Câmara dos Deputados, PL 1190/2015, cuja ementa é: “Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão e aproveitamento dos resíduos da construção civil e dá outras providências”. Tal PL foi apensado ao PL 640/2011 que aguarda criação de comissão temporária pela mesa. Há também o PL 4248/2015 que “dispõe sobre a obrigatoriedade da adoção de práticas sustentáveis na construção civil e dá outras providências”, também apensado ao PL 640/2011. Há vinte anos atrás, em 2004, foi apresentado o PL 4.313 que “institui a política de reciclagem de entulhos de construção civil e dá outras providências”, rejeitado pela Comissão de Desenvolvimento Urbano. Percebe-se que esforços legislativos que até poderiam melhorar políticas públicas relativas à sustentabilidade na construção civil ou estão parados ou já foram rejeitados.

Levando-se em conta o esforço do entendimento da sustentabilidade na construção civil e da legislação (normas) existente para esse fim, tornou-se salutar o conhecimento do uso de diversos materiais não convencionais que vêm sendo introduzidos em vários experimentos, na busca de reduzir os impactos ambientais, mostrando as vantagens, desvantagens e viabilidade de uso de resíduos de cerâmica vermelha, cinzas volantes, lodo, pet e isopet, RCD, resíduo de mineração, uso de adobe, taipa de pilão e terra comprimida, revestimento com terra, solocimento autoadensável, tijolo e bloco ecológicos (MARQUES; QUATROQUE; SIMÕES; BRAGA JUNIOR, 2024).

Também, estudo de Marques, Simões e Braga Junior (2024), mostra o uso desses materiais e de resíduos agrícolas, como casca de banana, casca de ovo, bagaço de cana, casca de arroz, fibras vegetais, fibras de celulose, de eucalipto, de coco, de cacau, de sisal e folhas de aguapé, em tijolos ou composição de argamassas, demonstrando que vegetais também podem compor os materiais construtivos.

Comprovada a viabilidade da construção civil sustentável, e sabendo-se que pode minimizar os efeitos deixados pelos resíduos, indaga-se a razão pela qual ela não vem sendo adotada com frequência. Importante saber que as Resoluções do MEC que tratam das diretrizes curriculares dos cursos de Arquitetura, Engenharia, Técnico em Edificações e Técnico em Desenho da Construção Civil não trazem exigência de disciplinas específicas que tratem da sustentabilidade (PORTAL MEC, 2024).

Dificuldades para implementação do conceito de sustentabilidade na construção civil seriam: falta de envolvimento e liderança do poder público, falta de integração entre os atores da cadeia, falta de planejamento, não atendimento à demanda de materiais certificados, entre outras (SERRADOR, 2008; FONTOLAN ET AL., 2023).

Pesquisa conduzida por meio de questionário, com 48 questões fechadas, utilizando-se a Escala de Likert de cinco pontos (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013; CRESWELL, 2010), aplicado e respondido por 396 consumidores aleatórios no estado de São Paulo e analisado pelo software SmartPLS 4.0, compara variáveis hipotéticas que contribuiriam para a adoção ou não da construção sustentável: barreiras para adoção; consciência ambiental e conhecimento sobre construção sustentável.

Procurou-se testar a relação entre a adoção com essas variáveis, seguindo-se a metodologia aplicada para a modelagem de equações estruturais (HAIR; BLACK; BABIN; ANDERSON; TATHAM, 2007; FORNELL; LARKER, 1981; HAIR JR ET AL., 2014; RINGLE; SILVA; BIDO, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

CAPITULO I

MATERIAIS ALTERNATIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM COMPARATIVO ENTRE O USO DE MATERIAIS CONVENCIONAIS E RECICLÁVEIS, TIJOLOS E CONCRETOS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS¹

RESUMO

A construção civil causa impacto ambiental, porquanto consome recursos naturais e gera enorme quantidade de resíduos sólidos, trazendo preocupações sobre a sobrevivência das populações futuras. Por isso tem se procurado materiais sustentáveis, para agregar-se materiais não convencionais à massa que dá forma a tijolos, blocos, pavimentos ou componham paredes nas construções em barro, economizando cimento, areia, cal e pedra. Este trabalho tem por objetivo apresentar os agregados que já foram experimentados, testados, e que podem compor a matéria-prima com resultados menos desastrosos ao ambiente. Fez-se um apanhado na literatura, onde se encontrou artigos, monografias e dissertações que abordam o assunto. Deles se fez um apanhado da viabilidade, oportunidade e positividade do uso dos agregados, trazendo resultado comparativo. A pesquisa pode ser útil como elemento básico para nortear quem pretende aplicar tais materiais, bem como para desencadear e subsidiar novos estudos, com novos testes e experimentos, tanto destes materiais apresentados, como de outros que ainda podem surgir.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Sustentável, Agregados, Materiais Sustentáveis, Desempenho Mecânico.

Introdução

A indústria da construção civil é um dos pilares fundamentais de qualquer economia, porém, sua expansão e magnitude demandam cautela devido ao potencial impacto ambiental. O setor, reconhecidamente poluente, acarreta uma série de consequências para o meio ambiente, desde as emissões de dióxido de carbono (CO₂) durante a produção do clínquer, componente do Cimento Portland, até a geração de resíduos provenientes dos processos de construção, manutenção e demolição (CHARITA et al., 2021). Urge, portanto, a adoção de técnicas e produtos menos agressivos ao meio ambiente.

De grande relevância para a economia brasileira, a construção civil emprega diretamente 1.977.927 pessoas e impulsiona o comércio de insumos (IBGE, 2022).

¹ Artigo publicado em português e inglês na Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, da Editora ANAP, ISSN 2318-8472, v.12, n.85, 2024

Apesar de sua importância na criação de infraestrutura e espaços para moradia, trabalho e lazer, o setor é notório por seu alto consumo de recursos naturais e pela geração significativa de resíduos nas cidades brasileiras (JOHN, 2017; ABRELPE, 2022).

Diante desse cenário surge a perspectiva da construção sustentável, como uma abordagem que prioriza os princípios da "economia verde" e a implementação de práticas que aprimoram o desempenho socioambiental (CNI; CBIC, 2012). Isso se reflete na seleção criteriosa de materiais menos impactantes ao ambiente e à saúde humana, desde a fase inicial do projeto até a execução da edificação.

Uma das vertentes da construção sustentável é a busca por materiais não convencionais, como resíduos de matérias-primas naturais, seja de origem mineral, vegetal ou animal (CHARITA et al., 2021) ou ainda com resíduos considerados atóxicos, como vidro, retalhos de madeira (MDF, MDP) e subprodutos da própria construção civil, como rebocos e concretos (CONAMA, 2002). Esses materiais podem substituir parcial ou integralmente os componentes convencionais do concreto (cimento, areia, brita, terra e água).

Um marco importante nessa busca por materiais sustentáveis é a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 5 de julho de 2002, que classifica os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em categorias passíveis de serem reciclados para uso como agregado de concreto, classe "A", os que podem ser empregados em outras áreas da construção civil, classe "B", resíduos ainda sem tecnologia para serem reciclados e empregados na construção civil, classe "C", e por fim os resíduos prejudiciais à saúde, classe "D" (CONAMA, 2002). O impacto positivo da resolução é sobretudo em sua função como um norte para as políticas de Estado que acabam diminuindo o desperdício e a geração de RCD no setor da construção civil (SÁ, MALHEIROS, SANTANA, 2018). Outro ponto importante é o fato da Resolução 307 estar alinhada com a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especificamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 11 e nº 12, que visam melhorar a qualidade de vida e reduzir o impacto ambiental das cidades.

Este estudo busca apresentar resultados e conclusões de experimentos com diferentes resíduos e materiais alternativos utilizados como "novo material agregado", a partir das perspectivas de diversos autores que exploraram tais experimentações.

Metodologia

Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica que abrange a análise de artigos, dissertações e teses relacionadas à utilização de diferentes tipos de agregados na composição de materiais empregados na construção civil.

De acordo com Noronha e Ferreira (2000), a revisão bibliográfica é caracterizada pela seleção dos trabalhos mais relevantes, comparação e integração dos principais enfoques sobre o tema, além de reunir publicações recentes para oferecer uma interpretação atualizada do caso estudado.

Os dados utilizados neste artigo fazem parte de um trabalho maior em que foram obtidos por meio de uma ampla pesquisa realizada no Portal de Periódicos Capes, que abriga diversas bases de dados renomadas, como *ACM Digital Library*, *Library*, *Information Science & Technology Abstracts*, *Nature*, *Oxford Journals*, *Science (AAAS)*, *Scopus*, entre outras. As buscas nas bases de dados foram direcionadas para termos como “modelos de construção civil sustentável”; “construção sustentável” and “materiais”; “tipos” and “construção sustentável”; “construção civil sustentável” and “métodos”; “construção civil sustentável” and “técnicas ou materiais”; “modos de construção civil sustentáveis”; “construção civil sustentável”; “materiais” and “construção sustentável”.

Dessa seleção, foram priorizadas as publicações que abordavam os agregados utilizados na composição de materiais para a construção civil. A análise comparativa entre seus diferentes tipos foi realizada pelos autores deste artigo, sintetizando as conclusões obtidas por pesquisadores que conduziram experimentos com os materiais descritos na revisão bibliográfica.

Resultados

Seguem, individualizados, resultados do uso de diversos materiais não convencionais que foram introduzidos como substitutos integral ou parcial dos materiais convencionais na composição de origem a artefatos ou peças usadas na construção civil.

Agregado com cerâmica vermelha

No estudo de Pins, Paliga e Torres (2021), houve a substituição no aglomerante e no agregado por porções de Resíduo de Cerâmica Vermelha (RCV). Os traços escolhidos foram 1:3 e 1:6 (cimento: agregado). Para substituição do

aglomerante testou-se 5% e 10% de RCV e para substituição do agregado testou-se 10%, 15% e 20%. Foram avaliados: resistência à compressão axial em 7, 28 e 63 dias com 4 corpos de provas por idade; resistência à tração na flexão axial em 28 dias, com 3 corpos de provas; absorção por imersão e absorção por capilaridade em 28 dias com 5 corpos de prova para cada uma.

Concluíram que a ação do RCV é desigual conforme suas proporções na mistura. Nas argamassas de cimento e areia, o comportamento de resistência à tração na flexão é melhor com menor consumo de cimento (traço 1:6); enquanto na resistência à compressão, os traços de maior consumo de cimento têm melhor desempenho. As argamassas com substituição no agregado apresentaram piores resultados, contudo as com substituições de materiais por RCV apresentaram bom desempenho mecânico; no comportamento físico argamassas com menor consumo de cimento (traço 1:6) têm melhores desempenhos. A absorção por imersão é diferente da absorção por capilaridade. Em geral, a aplicação do RCV é uma realidade para vários tipos das argamassas (substituição e traço), com vastas possibilidades de reciclagem deste resíduo.

Kwai (2013) já defendia como compreensíveis os resultados apresentados por Pins, Paliga e Torres (2021). O trabalho de Kwai (2013), propôs investigar o uso de materiais sustentáveis que seriam aplicados na construção de um Centro de Vivências na UNESP de Rio Claro, sob os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Seu trabalho é um guia para os tomadores de decisão nessa construção.

O trabalho supramencionado aborda sobre uso de cimento com resíduos de construção e demolição, escória de alto forno e pó de calcário; uso de agregados com resíduos de construção, escoria de aciaria, cinzas de bagaço de cana, cinzas de casca de arroz, cinzas volantes, cerâmica vermelha, pneu inservível e vidro. Também materiais como: madeira, bambu, terra, tijolo solo-cimento, isopet, tubopet, gesso, *stell frame* e *wood frame*, termoativos, vidros e tintas (minerais e com PET).

Agregado com cinzas volantes

No Brasil, os maiores produtores da cinza volante (do carvão mineral) são os Estados: Rio Grande do Sul (RS), Maranhão (MA) e Ceará (CE), com 2,66 milhões de toneladas/ano (CIRINO et al., 2021). Este resíduo, de acordo com a NBR 10004:2004, é considerado da Classe I (Perigoso) na análise lixiviação e da Classe II A (Não Inerte) na análise de solubilização (CANDIDO et al., 2016).

Vasconcelos, Barroso, Vieira e Almeida (2019) realizaram estudo para avaliar a utilização de cinzas de carvão mineral, provenientes de uma termelétrica em Fortaleza/CE, em camadas dos pavimentos, tendo concluído que representam alternativa viável, tanto econômica como autossustentável. *“As cinzas volantes são materiais sílico-aluminosos, que resultam da combustão do carvão pulverizado”* (p. 3). Foram utilizados três materiais: cinzas de carvão, solo e cal hidratada, em quatro etapas de um programa experimental. *“As misturas M3 (50% solo + 50% cinza) e M4 (95% cinza + 5% CAL) foram aptas do ponto de vista técnico e ambiental para serem empregadas na proposição de projetos estruturais de pavimentos”* (p. 15).

Kwai (2013), traz informação de que no agregado com cinzas volantes provenientes do carvão mineral das usinas termelétricas pode-se reduzir fissuras, aumentar a resistência, aumentar a trabalhabilidade e ter menor impacto ambiental. Na Figura 1 pode-se ter ideia da forma de apresentação da cinza volante.

Figura 1 - Cinza volante



Fonte: Crusherinc; Kwai (2013)

Agregado com lodo, resíduo de estação de tratamento de água (RETA)

Araújo et al. (2015) conduziram um estudo sobre o aproveitamento do lodo, um resíduo de estação de tratamento de água, na confecção de materiais de construção sustentáveis (Figura 2). O objetivo era diminuir o impacto ambiental causado pelo lançamento desse resíduo nos cursos de água. O estudo envolveu ensaios de consistência, granulometria, microscopia e espectroscopia. Foi demonstrado que o lodo pode ser utilizado como substituto parcial do solo e/ou da areia, até o limite de 5%, e que contém óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio,

tornando-o resistente após a queima e com potencial uso na produção de elementos de vedação quando misturado com cimento.

Figura 2: (*) Imagem de satélite da área da Estação de Tratamento de Água (ETA) Meia Ponte (a); Lagoa de secagem em operação (b); Lagoa de secagem cheia (c); Disposição do resíduo em área ao lado da lagoa (d).



Fonte: Araújo et. al. (2015)

Agregado com PET e/ou Isopet

Paschoalin Filho et al. (2019) desenvolveram peças de concreto para pavimento intertravado, utilizando resíduos de Politereftalato de Etileno (PET) em flocos como alternativa sustentável para a destinação desses resíduos e substituição de parte dos agregados naturais. Houve a realização de ensaios de resistência à compressão, absorção de água e viabilidade monetária.

Foram estudados 11 traços, sendo estes divididos em dois grupos (G1 e G2). No primeiro grupo traços com diferentes porcentagens, em volume, de PET (2,5%, 5,5%, 9,5%, 15%, 22% e 36%), tanto do agregado miúdo, quanto do graúdo, exceto o primeiro traço (padrão) sem utilização de PET. O segundo grupo não teve resíduos de PET em sua composição.

Os produtos com adição de PET tiveram custos mais elevados do que os convencionais e houve uma tendência de queda na resistência à compressão com o aumento do percentual de PET. No entanto, a resistência à compressão foi próxima à do grupo controle e atendeu às normas vigentes. Além disso, os produtos com adição de PET apresentaram melhor desempenho na absorção de água.

Marques et al (2016), estudaram efeitos da incorporação de resíduos de garrafa PET em Poliuretano (PU). Os corpos de prova foram preparados com proporções de 35, 45 e 50% de PET em matriz de PU, incorporando-se retardador de chama, a alumina. Feitos ensaios de isolamento térmico, acústico, resistência mecânica e inflamabilidade. Concluiu-se que a incorporação de resíduos de PET não afeta o isolamento térmico e acústico do PU, mas reduz sua resistência mecânica. A adição de retardador de chama melhora a resistência mecânica e o desempenho em relação ao fogo. Essa é uma alternativa viável para o reuso de PET, uma vez que o material apresentou uniformidade visual e preserva as propriedades térmicas e acústicas do PU.

Kwai (2013), informa que os blocos ISOPET (Figura 3) intertravados são feitos em concreto leve com isopor (EPS) reciclado e utiliza garrafas plásticas inteiras recicladas, na horizontal ou na vertical. Apresentam encaixes laterais em forma de macho e fêmea (saliências e reentrâncias) que geram o intertravamento. Sua utilização contribui na redução da extração de materiais naturais, como a areia, do consumo de energia elétrica, humana e mecânica, além das vantagens de leveza, baixo custo e melhorias termoacústicas.

Figura 3 – Bloco de Isopet



Fonte: TIOGEGECA; Kwai (2013).

Agregado com resíduos de construção e demolição

Bessa et al. (2019) avaliaram o comportamento mecânico de blocos e alvenarias de terra comprimida produzidos com RCD, com foco na resistência à compressão, absorção e durabilidade. O estudo mostrou a viabilidade técnica de utilizar RCD em componentes ecoeficientes, em associação com materiais de menor impacto ambiental, comprovando a compatibilidade entre o solo, o RCD e o cimento.

Já a pesquisa realizada por Bins et al. (2021) investigou a utilização de RCD em pisos intertravados de concreto na pavimentação de vias, estacionamentos e calçadas. Em substituição ao agregado miúdo, foram utilizadas quatro dosagens de RCD (0%, 25%, 50% e 100%), e ensaios de resistência à compressão e absorção de água foram realizados. Os resultados mostraram não alcance das exigências normativas estabelecidas pela NBR 9781 (ABNT, 2013) quanto à resistência à compressão e absorção de água. No entanto, a dosagem de 25% de RCD apresentou potencial de uso para pisos de tráfego leve.

Uma outra pesquisa, realizada por Waskow, Santos e Tubino (2019), buscou identificar, do ponto de vista estático, um conjunto de amostras de RCD, em substituição do agregado natural, e identificar as possibilidades de aplicações das mesmas. Foram definidos três conjuntos de amostras (de argamassa, concreto e cerâmica: CA1: cerâmica e concreto; CA2: argamassa e cerâmica; CA3: argamassa e concreto), com dois tipos de materiais, conseguindo-se determinar valores de argamassa e concreto e cerâmica. A conclusão foi que o conjunto CA1 é mais adequado para resíduos de argamassa, o CA2 para resíduos de concreto e o CA3 para resíduos cerâmicos. O CA3 pode ser aplicado a qualquer um dos três conjuntos de amostras.

Lima e Santos (2020) procuraram avaliar compósitos de diferentes traços ou diferentes composições de solo-cimento e resíduos da construção e demolição (RCD), para futura aplicação em tijolos de vedação em habitações populares na Ilha de São Luís - MA. Confeccionou-se corpos de prova com 20, 40 e 60% de RCD em adição à mistura de solo e cimento; após a cura estes foram submetidos às análises de propriedades tecnológicas (ensaio de granulometria dos solos, de retração linear, de resistência à compressão e de absorção de água). Concluiu-se pela viabilidade de determinadas composições e que é uma alternativa viável, tanto tecnológica quanto ecologicamente em comparação aos tijolos convencionais.

Patricio et al. (2013) avaliaram a utilização RCD como agente pozolânico na fabricação de blocos solo-cal. Os resíduos foram separados de materiais indesejáveis, beneficiados por um britador de mandíbulas e moinho de galga, peneirados e armazenados em sacos plásticos. O solo foi seco ao ar, destorroado e peneirado. Aplicados os seguintes ensaios: massa específica real, área específica, análise granulométrica por peneiramento e por difração a laser, limites de liquidez e plasticidade, análise química e difração de raios X. Formou-se corpos de prova com

substituição da cal por resíduos nas proporções de 0, 10, 25, 30, 40, 50 e 75%, e curados por períodos de 28, 60 e 90 dias, sendo determinada resistência à compressão simples e absorção de água. Os resultados apontaram viabilidade técnica no aproveitamento de RCD para uso na fabricação de blocos solo-cal sem função estrutural, uma vez que evidenciaram valores superiores aos convencionais.

Estudo de Lima e Lima (2020) sugere a incorporação de resíduo de argamassa de cimento e areia, do assentamento e revestimento de paredes, na produção de blocos de solo-cimento, para fechamentos e vedações verticais de moradias. Foram realizados estudos, ensaios e análises de desempenho técnico dos blocos moldados, com traços com 12,5% de cimento e 0%, 20%, 40% e 60% de resíduo em substituição à massa de solo. Feitos ensaios de absorção e durabilidade aos 7 dias, e resistência à compressão simples aos 7 e 28 dias. Os resultados mostraram que todos os traços com resíduo são indicados para confecção de bloco de terra compactada, de solo-cimento-resíduo, e aquele com 20% de resíduo teve melhores resultados.

Silva et al. (2017) apresentam estudo em que se analisa a aplicabilidade de blocos confeccionados com entulhos gerados da construção civil. Buscou-se artigos e livros relativos ao assunto, bem como usou-se o laboratório de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica – Minas Gerais (PUC-MG), para a realização dos ensaios e as instalações da empresa Projetar Ladrilhos e Artefatos de Concreto para moldagem e produção dos blocos. Concluiu-se que o bloco de resíduos é inapropriado para uso estrutural ou de vedação, mesmo sendo similar em termos de resistência ao bloco tradicional. Na verdade, as experimentações identificaram que *“os blocos ... de resíduos da construção civil, ... da usina da Prefeitura de Belo Horizonte ... não podem ser empregados na indústria da construção civil para quaisquer funções, ... por não possuir resistência característica mínima de 3,0 Mpa”* (p. 39).

Os pesquisadores Pederneiras et al. (2020) analisam o comportamento de blocos de concreto produzidos com RCD. Feita substituição de 100% de agregados naturais miúdos e graúdos por agregados reciclados na confecção dos blocos. Avaliadas a resistência mecânica e absorção de água, e testes extras sobre sua microestrutura. Observou-se não haver diferenças significativas entre estes blocos e a amostra de referência (0% de RCD). Resultados satisfatórios para aplicação em ruas de baixo movimento e baixa carga, calçadas e jardins.

Segundo Kwai (2013), o agregado reciclado (RCD) pode agir como substituto parcial do agregado natural, para o mesmo traço, sem perda de resistência. Esses resíduos, se misturados em uma argamassa ou em um concreto em proporções corretas, não impactam negativamente.

Agregado com resíduo de mineração

Dyer et al. (2022) avaliaram a viabilidade técnica e econômica do uso de Areia Descartada de Fundição (ADF) como agregado em artefatos de cimento. Eles testaram uma mistura com 33% de ADF em massa de cimento, resultando em uma economia de 1 a 10% e benefícios de descarte de ADF. Durante o processo produtivo da siderurgia, os moldes arenosos são descartados após o uso, gerando um significativo volume de ADF, que é composto principalmente de sílica (areia mineral), traços de metais (da fundição) e resinas (usados como aglomerantes). O reuso de ADF como agregado em artefatos ou blocos de cimento (sem função estrutural) não só é viável, mas também traz benefícios econômicos e ambientais.

Ramos Filho et al. (2021) estudaram sobre aplicação conjunta do resíduo de scheelita e do pó de pedra com cal e cimento, formulação em 50% de cada resíduo, 6% de cimento e 12% de cal. Realizados ensaios de Resistência à Compressão Simples (RCS), Absorção de Água (AA) e análise das fases químicas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Difração de Raios-X (DRX), apresentaram resultados promissores para uso na fabricação de materiais de construção cimentícios. Viável na fabricação de tijolos e blocos construtivos, destacando o uso racional e a contribuição para a redução dos impactos ambientais.

A pesquisa de Costa, Gumieri e Brandão (2014) mostra viabilidade técnica do aproveitamento do rejeito de *sinter feed*, proveniente de atividades mineradoras de ferro, na produção do concreto para elementos pré-fabricados para pavimentação. Realizados ensaios de caracterização física, química e ambiental do rejeito, caracterização física dos demais agregados utilizados e de qualidade do rejeito no tocante a resistência à compressão. As peças para piso intertravado foram submetidas aos ensaios resistência à compressão, absorção e desgaste por abrasão, por amostragem. Notou-se que a grande relevância do uso do rejeito de *sinter feed* é ambiental. É um resíduo granular do processo de produção do minério de ferro submetido a operações de lavagem e peneiramento, sem contaminantes e com razoável regularidade granulométrica. Vem sendo depositado em pilhas próximas à

siderúrgica, com alturas próximas a um prédio de cinco ou seis andares e contém significativa quantidade de ferro.

Uliana et al. (2015) fizeram estudo sobre utilização do resíduo de serragem dos blocos de rochas ornamentais, que após tratamento térmico e moagem chega-se a uma lama com potencial aplicação como substituto parcial do cimento. Assim, apresenta características de pozolanicidade. Aproximadamente 25% de cada bloco serrado é convertido em resíduo com água da serragem. O tratamento térmico dessa lama do beneficiamento de rochas ornamentais (LBRO) pode produzir uma pozolana a ser aplicada como *filler* em matrizes cimentícias substituindo o cimento e mantendo a resistência em baixos teores de substituição. Têm até maiores resistências à compressão e elasticidade. Considera-se promissora sua aplicação.

Agregados em sistemas construtivos com terra

Nakagawa (2017) traz comentários sobre os sistemas construtivos com terra: *Adobe, bloco de terra comprimida e Taipa de pilão*.

O adobe é uma mistura de argila, areia, água e palha normalmente em formato de tijolo. A mistura é colocada em fôrmas, secada no sol, e retirada depois da cura (15 a 20 dias), pronta para uso. Depois, a construção é realizada como com o tijolo convencional, mas utilizando-se argamassa de terra. A Figura 4 ilustra a sequência de produção de tijolos de adobe. Destaca-se que se trata de um método construtivo natural, econômico, resistente e de grande durabilidade desde que as paredes sejam protegidas da umidade e da chuva. Produz conforto térmico, não exige mão de obra qualificada, mas precisa ser vedada pois a palha de sua composição pode propiciar estalagem para o bicho barbeiro.

Os Blocos de Terra Comprimidos (BCT), Figura 5, também conhecidos como tijolos ecológicos, são feitos de argila, areia e água, prensados e retirados da fôrma imediatamente. Sua forma e encaixes ajudam no controle do prumo.

Taipa de pilão é uma “mistura de argila, areia, água e palha apiloadas (socadas), comprimida entre taipais, que são fôrmas de madeira ou aço desmontáveis, removidas logo após estar completamente seca” (p. 42). Forma-se assim uma parede resistente como a de cimento, com isolamento térmico natural, baixo custo e resistente ao fogo. A confecção das fôrmas requer atenção especial, devendo ser resistentes ou pode-se usar a fôrma uma só vez a deixando como parte da parede. As Figuras 6 (a) e (b) demonstram construções em taipa de pilão.

Mendes e Bessa (2022) destacam a taipa de pilão como uma técnica milenar que está sendo resgatada em função da necessidade de se investir em construções sustentáveis. Torna-se uma alternativa de baixo impacto ambiental quando comparada às tecnologias convencionais. A evolução da taipa de pilão contemporânea é analisada em duas vertentes: análise tecnológica do material e do sistema construtivo. Hoje em dia, além da correção granulométrica do solo, fibras naturais ou sintéticas e cimento são adicionados para melhorar a resistência e durabilidade da estrutura. No entanto, a improvisação de equipamentos para mecanização pode levar a desperdício de materiais.

Figura 4 - construção de blocos estruturais em adobe



Fonte: Brandão (2009); Nakagawa (2017).

Figura 5 - modelos de blocos de terra comprimida



Fonte: Farias Filho et al. (2011); Nakagawa (2017).

Figura 6 – Taipa de pilão: (a) construção contemporânea, (b) processo de produção de paredes.



Fonte: Heise (2015); Nakagawa (2017)



Fonte: Brandão (2008); Nakagawa (2017)

Argamassa de revestimento com terra

Vitor, Lisbôa e Librelotto (2020) avaliaram a aderência e aplicabilidade de argamassas de revestimento com terra, utilizando duas camadas: emboço, reboco e acabamento final com caiação. Eles concluíram que a categorização do solo a ser utilizado na elaboração dessas argamassas é de grande importância. O material é composto de argamassa com uso de terra, principal material, mais adições com fibra, cal e/ou cimento, e foi empregado para acabamento de um protótipo experimental em bambu, conhecido como bahareque, técnica que utiliza o bambu para criar o sistema estrutural e de vedação interno e externo.

Foram identificadas as composições e técnicas mais apropriadas para as argamassas de revestimento e avaliaram a vedação e o acabamento. Os resultados validaram o uso do solo na composição de argamassas para revestimento quando caracterizado e estudado sobre a necessidade ou não de aditivos estabilizantes. As Figuras 7 a 10 demonstram exemplos de aplicação do revestimento com terra.

Figura 7 - aplicação do emboço com cal



Figura 8 - aplicação do emboço com cimento



Figura 9 - aplicação do reboco



Figura 10 - aplicação de tintura



Fonte: Vitor; Lisboa; Librelotto (2020)

Agregado em solocimento autoadensável - SCAA

Os pesquisadores Durante et al. (2022) fizeram investigação sobre um sistema inovador, o Solo-Cimento Autoadensável (SCAA), uma massa líquida composta por terra, cimento, água e aditivos, sem grande espessura, aplicada em fôrmas sem a necessidade de vibração ou compactação, processo rápido, pouco cimento, redução de CO₂ e que pode agregar resíduos. A desvantagem é que precisa

de fôrmas bem confeccionadas que não admitam vazamento. Pode ser utilizado em moradias de assentamentos da reforma agrária.

Tijolo ecológico (de solo cimento) ou Bloco ecológico

Pesquisas de Silva e Aguiar (2017) - tijolos confeccionados com pó da casca de banana, solo argila-arenosa e cimento; Rocha et al. (2021) - tijolos com resíduos de casca de ovo triturada e hidratada e vinhaça e água; Gonçalves et al. (2017) - cinza de bagaço de cana, pó de serra e PET; Segantini e Wada (2011) - dosagem ótima para o solo-cimento com RCD dão conta da aplicabilidade desses materiais.

Restrição imposta ao tamanho do artigo publicado, não permitiu que este tópico fosse estendido. Entretanto, convém mencionar que as pesquisas mencionadas com tijolos com pó da casca de banana e solo argila-arenosa e cimento tiveram ensaios de compressão simples e absorção de água e foram estudados teores de resíduos da casca de banana em 2% e 4% em 18 corpos de prova, observando-se que no terceiro dia de cura, aqueles com 2% tinham-se expandido, pela tamanha absorção de água, tornando-se inviável sua utilização em obras de grande porte por não haver resistência, mas em pequenas obras, como fogão a lenha, decoração, torna-se viável ecológica e economicamente (SILVA; AGUIAR, 2017).

Pesquisa de Rocha et al (2021), concluiu que resíduos de casca de ovo triturada em tijolos hidratados com diferentes dosagens de vinhaça e água (experimentados 5 lotes com diferentes proporções de materiais), podem ser uma alternativa promissora, com compatibilidade granulométrica, compressão mecânica e perda de água, contribuindo para redução do impacto ambiental e economia de recursos hídricos. Gonçalves et al. (2017), analisaram a influência da incorporação de cinza de bagaço de cana, pó de serra e PET nos tijolos de solo-cimento, que mantiveram as propriedades mecânicas gerais, mesmo diminuindo-se a porcentagem de cimento, e podem ser utilizados na construção civil sem função estrutural. Segantini e Wada (2011), estudaram o uso de resíduos de construção e demolição (RCD) na fabricação de tijolos de solo-cimento, com ensaios de caracterização dos materiais, de compactação, de umidade e de massa específica aparente, verificando limites de consistência, análise granulométrica e retração linear, além de ensaios de compressão simples e absorção, concluindo que há possibilidade de adição de até 100% de RCD em relação à massa de solo com 4% de cimento, e que favorece o

desempenho das alvenarias de vedação no aspecto da retração e da resistência à compressão.

Então, nesse estudo e no artigo de Marques, Simões e Braga Junior (2024), demonstra-se a possibilidade de uso de produtos agrícolas (ou resíduos agrícolas) na fabricação de tijolos ou composição de argamassas, como casca de banana, casca de ovo, bagaço de cana, casca de arroz, fibras vegetais, fibras de celulose, fibras de eucalipto, de coco, de cacau, de sisal, folhas de aguapé, o que ressalta reaproveitamento e destinação inteligente de material da produção agrícola na sustentabilidade da construção civil.

Discussão dos Resultados

O Quadro 1 demonstra as vantagens, desvantagens, resultado de uma análise superficial e condições de viabilidade de uso dos agregados apontados acima, fruto de observações dos trabalhos de pesquisa dos autores que fizeram algum experimento com a aplicação dos resíduos como agregado na mistura da massa para fabricação de tijolos, pavimentos, paredes em barro e outros materiais para uso numa construção sustentável.

Quadro 1 – Resumo das vantagens, desvantagens e viabilidade dos materiais sustentáveis

MATERIAL	AUTOR PESQUISA	VANTAGENS	DESVANTAGENS	RESULTADO	VIABILIDADE
Agregado com cerâmica vermelha	Pins, Paliga; Torres (2021); Kwai (2013)	Melhor desempenho mecânico e comportamento físico; < consumo de cimento	Não apontadas	Positivo	Sim
Agregado com cinzas volantes	Vasconcelos; Barroso; Vieira; Almeida (2019); Kwai (2013)	Aptas ambientalmente; redução de fissuras; aumento durabilidade resistência, aumento da trabalhabilidade	Não apontadas	Positivo	Sim
Agregado com lodo	Araújo et al. (2015),	Material resistente, uso potencial em tijolos, telhas e mistura concreto	Não apontadas	Positivo	Sim

Agregado com PET e/ou Isopet	Paschoalin Filho et al. (2019); Marques et al (2016); Kwai (2013)	Resistência à compressão normal; superioridade de absorção de água; não altera isolamento termo-acústico; leveza	Custo maior; queda de resistência mecânica a compressão	Duvidoso	Sim
Agregado com resíduos de construção e demolição	Bessa et. al. (2019); Bins et. al. (2021); Waskow; Santos; Tubino (2019); Lima; Santos (2020); Farias Filho et. al. (2011); Patricio et al (2013); Lima; Lima (2020); Silva et al (2017); Pederneiras et al (2020); Kwai (2013)	Ganhos no impacto ambiental e custos; pode agir como substituto parcial mínimo	Não alcance das exigências normativas; durabilidade inferior; falta de resistência mínima; maior controle tecnológico da composição granulométrica	Negativo	Uso sem função estrutural
Agregado com resíduo de mineração	Dyer et. al. (2022); Ramos Filho et. al. (2021); Costa; Gumieri; Brandão (2014); Uliana et al. (2015);	Benefícios econômicos e ambientais; resultados promissores na fabricação de tijolos e blocos; relevância ambiental; mesma resistência com baixos teores de substituição	Não apontadas desvantagens significativas	Duvidoso	Viável para função não estrutural
Agregado em adobe e bloco de terra comprimida	Nakagawa (2017)	Econômico, resistente, com durabilidade qdo protegido de umidade e chuva, conforto térmico	Acabamento grosseiro; presença do inseto barbeiro	Duvidoso, se não houver cuidados	Sim
Agregado em taipa de pilão	Nakagawa (2017); Nakagawa (2017); Mendes e Bessa (2022)	Isolamento térmico natural; resistente ao fogo; baixo custo; baixo impacto ambiental, redução de energia	Desperdício com improvisação de equipamentos	Duvidoso	Sim
Agregado em argamassa de revestim.c/terra:	Vitor; Lisbôa; Librelotto (2020),	Adição de fibras traz benefício ecológico	Pode necessitar de	Duvidoso	Sim

emboço, reboco e acabam final)			aditivos estabilizantes		
Agregado em solocimento autoadensável – SCAA -	Durante et al. (2022)	Sistema inovador, que pode agregar resíduos.	Necessidade de fôrmas que não permitam vazamento	Negativo, necessita mais estudos	Não, por enquanto
Tijolo ecológico ou Bloco ecológico (tijolo de adobe)	Silva e Aguiar (2017); Rocha et al (2021); Gonçalves et al. (2017); Segantini; Wada (2011).	Redução do impacto ambiental; economia de recursos hídricos; não necessita queima; satisfaz compressão mecânica; < qtidade de cimento; saliências e rebaixos permitem perfeito encaixe; leves, diminui o peso da obra; > durabilidade e resistência; isolamento termoacústico	Alguns apontam pouca resistência a impactos, dependendo do material usado em sua fabricação	Positivo	Sim, melhor com uso não estrutural

Fonte: os autores (2024)

Da observação das considerações que sustentam os estudos realizados, para efeito de comparação, pode-se concluir que têm uma aplicação positiva os agregados com cerâmica vermelha, com cinzas volantes, com lodo de tratamento de água, e o tijolo ecológico em que há aplicação de fibras, sendo os três primeiros totalmente viáveis e o último terá sua viabilidade, na maioria das vezes, quando aplicado em função não estrutural.

Lançam dúvida em sua aplicação, os agregados com pet ou isopet, com resíduos de mineração, bloco de terra, taipa de pilão e argamassa de revestimento com terra. Considere-se que o agregado com pet é viável, apesar do custo; e os agregados nos sistemas construtivos com terra também são viáveis, se tomados os devidos cuidados.

Já os agregados com resíduos da construção ou demolição e o solo cimento autoadensável tornam-se negativos; o primeiro pela fragilidade e o segundo por ainda não terem sido realizados estudos mais aprofundados. Mesmo assim, poderiam ser utilizados em funções não estruturais.

Considerações Finais

Apresentou-se uma análise dos materiais viáveis totalmente ou viáveis em parte, para compor um produto ou ingrediente material para uso na construção civil. Nota-se a possibilidade de se trabalhar com agregados na fabricação de blocos, em pavimentos, em paredes de barro, que tornem o custo de construção menor e que apresentem grande progresso em relação à sustentabilidade, pois retira do “lixo” algo que ainda pode ser aproveitado, amenizando o impacto ambiental.

A classificação apontada no Quadro 1 pode ser útil para estudo ou experiência com o uso desses materiais, já que se pode realizar uma ação, com algum elemento básico, sabendo-se de antemão que o uso ou aplicação de determinado material já se demonstrou viável. Assim, este trabalho contribui com a ciência como subsídio para novas pesquisas, a sustentabilidade no que se refere ao reaproveitamento de materiais descartados pelas indústrias e o respeito ao meio ambiente quanto à economia na exploração de recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. C.; SCALIZE, P. S; ALBUQUERQUE, A.; ANGELIM, R. R. Caracterização física do resíduo de uma estação de tratamento de água para sua utilização em materiais de construção. **Cerâmica** 61, 2015, 450-456. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613601931>. Acesso em 03 mar. 2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Brasil, 2022.

BESSA, Sofia Araujo Lima; MELLO, Tiago Augusto Gonçalves; BELO, Bárbara Rodrigues; MIRANDA, Mariana Alves; OSÓRIO, Roberto Pinto; BEZERRA, Augusto Cesar da Silva. Comportamento mecânico de alvenarias de terra com resíduos de construção e demolição. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.5, n.4, p.53-64, out./2019. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.53-64>. Acesso em 02 mar. 2023

BINS, Gabriel de Oliveira; ARROYO, Felipe Nascimento; CHRISTOFORO, André Luis; PANZERA, Túlio Hallak; SILVA, Diogo Aparecido Lopes Silva. Análise de pisos intertravados com substituição do agregado miúdo por resíduo de construção e demolição. **Revista Principia**, Vol. 59, N. 2, 2021. Disponível em DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4975>. Acesso em 02 mar. 2023

BRANDÃO, M.G.S. **Ecologia urbana: potencialidades e possibilidades: sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Especialização em Engenharia Urbana). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009

BRASIL (2002). Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil. Publicada no DOU de 17 de julho de 2002, Seção 1, p. 95 e 96.

CHARITHA, V. et al. Use of different agro-waste ashes in concrete for effective upcycling of locally available resources. **Construction and Building Materials**, v. 285, Mar./2021.

CÂNDIDO, Francisca Elaine Alves; SILVA, Maria Nataniela da/ SANTOS, André Bezerra dos; NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira do; VIDAL, Carla Bastos. Caracterização química das cinzas do carvão para classificação quanto sua periculosidade. In: **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB – 21 a 24/11/2016 IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**

CIRINO, Miguel Adriano Gonçalves; CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra; SILVA, David Alison Araújo; SAMPAIO, Kalil Nobrega Hissa. Caracterização e avaliação da atividade pozolânica das cinzas provenientes da queima de carvão mineral das termelétricas do Pecém, Ceará, Brasil. **Revista Matéria**, v.26, n.4, 2021.

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

COSTA, A. V.; GUMIERI, A. G.; BRANDÃO, P. R. G. Interlocking concrete blocks produced with sinter feed tailings. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**. V. 7, N. 2, abril/2014, p. 228-259 ou IBRACON Structures and Materials Journal , 2014, vol. 7, nº 2 - ISSN 1983-419

DURANTE, Luciane Cleonice; VENERE, Paulo César; BACANI, Taisa de Deus; BELLÉ, Tiago Augusto Zanaty; ARCANJO, Yasmin Rhayara Ferreira. Potencial inovativo do solo-cimento autoadensável para aplicação em habitações rurais. **E&S - Engineering and Science**, Volume 11, Edição 11:3, 2022 - ISSN: 2358-5390. Disponível em DOI: 10.18607/ES20221114741. Acesso em 01 mar. 2023

DYER, Paulo Paiva Oliveira Leite; SILVA, Silvelene Alessandra; KLINSKY, Luiz Miguel Gutierrez; COPPIO, Gustavo Lauer; CIVIDANES, Luciana Simones; LIMA, Maryangela Geimba de. Artefatos com areia descartada de fundição e sua viabilidade. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.8, n.4, p.97-106, set/2022. Disponível em <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n4.97-106>. Acesso em 02 mar. 2023

FARIAS FILHO, J.; MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; SANTANA, N. L. Santana; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Estudo da durabilidade de argamassas alternativas contendo resíduos. **Cerâmica**, v. 57, 2011, p. 395-403

GONÇALVES, Edkeyse Dias; BLANCO, Cláudio José Cavalcante; WATRIN, Vanessa da Rosa; COSTA, Carlos Eduardo Aguiar de Souza. Análise experimental e custos de telhados verdes comerciais e fabricados com garrafas pet para redução de cheias urbanas na Amazônia. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.7, n.2, p.57-66, abr/2021. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n2.57-66>. Acesso em 03 mar. 2023

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PAIC - Pesquisa Anual da Indústria da Construção. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?t=destaques>. Acesso em 06 mai. 2023.

KWAI, Luana Ly. **Tecnologia, conceitos e propostas de materiais de construção sustentável do Centro de Vivências da UNESP, Rio Claro/SP**. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Ambiental, UNESP, Rio Claro, 2013, 70 f.

LIMA, Fabíola Xavier Rocha Ferreira; LIMA, Paulo Castilho. Resumo de tese: Blocos de terra compactada de solo-cimento com resíduo de argamassa de assentamento e revestimento: caracterização para uso em edificações. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n.3, p.183-184, jun./2020.

LIMA, Julyana da Silva; SANTOS, Denilson Moreira. Compósito de solo-cimento e resíduos: perspectivas de materiais sustentáveis em São Luís-MA. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n.3, p.117-128, jun/2020. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n3.117-128>. Acesso em 05 mai. 2023

MARQUES, Diego. V.; SILVA, Heloisa Regina Turatti.; ARAÚJO, Hércules; EGERT, Paola; MAGNAGO, Rachel Faverzani. Propriedades de isolamento térmico, acústico e de resistência à compressão de placas de PU com a incorporação de resíduo de PET e alumina. **Mix Sustentável**, 2016, ,v. 2, n.1, 29–36. Disponível em <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2016.v2.n1.29-36>. Acesso em 05 mai. 2023

MENDES, Ludmila Cardoso Fagundes; BESSA, Sofica Araújo Lima. Análise da evolução tecnológica da taipa de pilão contemporânea. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.8, n.1, p.66-77, jan/2022; Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n1.66-77>. Acesso em 05 mai. 2023

NAKAGAWA, Bem-Hur Yoshio Mudrek. **Aplicações de ecotécnicas na construção civil e comparação com técnicas tradicionais**. Trabalho de conclusão em Engenharia Civil, UNESP, Guaratinguetá, 2017, 81 f.

NORONHA, D. P.; FERREIRA, S. M. S. P. **Revisões da Literatura**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000. p. 191-198

OLIVEIRA, Debora Negri. **Proposta de adequação à construção sustentável: tecnologias e alternativas para instituições de ensino**. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Ambiental, UNESP, Rio Claro, 2015, 40 f.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; PIRES, Giselle Waldtraut Mathes Orcioli Pires; REZEMDE, Levy Von Sohsten; SANTANA, José Carlos Curvelo. Resistência a compressão e absorção de água de peças de piso intertravado manufaturadas com resíduos de PET. **Holos**, ano 35, v.1 e6591, 2019.

PATRICIO, S. M. R.; FIGUEIREDO, S.S.; BEZERRA, I.M.T.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Blocos solo-cal utilizando resíduo da construção civil. **Cerâmica** 59 (2013) 27-33. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0366-69132013000100003>. Acesso em 02 mai. 2023

PEDERNEIRAS, Cinthia Maia; DURANTE, Maria Del Pilar; AMORIM, Ênio Fernandes; FERREIRA, Ruan Landolfo da Silva. Incorporation of recycled aggregates from construction and demolition waste in paver blocks. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, vol. 13, no. 4, e13405, 2020

PINZ, Francielli Priebbernow; PALIGA, Charlei Marcelo; TORRES, Ariela da Silva. Avaliação do desempenho mecânico e físico de argamassas com resíduo de cerâmica vermelha. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Paranoá, 31, Jul/Dez de 2021. Disponível em DOI: <http://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n31.2021.05>. Acesso em 02 mai. 2023

RAMOS FILHO, Ricardo Eugênio Barbosa; SOUZA, Jonatas Macêdo de; DUARTE, João Batista; SILVA, Vamberto Monteiro da; ACCHAR, Wilson Acchar. Compósito de resíduos de mineração com cimento e cal para materiais de construção sustentáveis **Revista Princípios – Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, nº 54, João Pessoa, 2021

ROCHA, Rafael Rodrigues da; BARROS, Gustavo Henrique Vieira; SILVA, Renan Jhoni da; SIMÕES, Rebeca Delatore. Resistência mecânica de tijolos adobe reforçados com resíduo de casca de ovo. **Colloquium Exactarum**, v. 13, n1, Jan-Mar. 2021, p.30–37. Disponível em DOI: 10.5747/ce.2021.v13. n1.e347. Acesso em 03 mai. 2023

SEGANTINI, Antonio Anderson da Silva; WADA, Patrycia Hanna. Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição. **Acta Scientiarum. Technology** Maringá, v. 33, n. 2, p. 179-183, 2011. Disponível em DOI: 10.4025/actascitechnol.v33i2.9377. Acesso em 03 mai. 2023

SILVA, Diego; AGUIAR, Mateus Bravo de. A utilização da casca da banana como substituição de parte do cimento na produção de tijolos ecológicos: a busca por alternativas sustentáveis. **Percursos Acadêmicos**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13, Jan/Jun, 2017

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. **Percursos Acadêmicos**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13, Jan/Jun. 2017

ULIANA, J.G.; CALMON, J. L.; VIEIRA, G. L.; TEIXEIRA, J. E. S. L.; NUNES, E. Heat treatment of processing sludge of ornamental rocks: application as pozzolan in cement matrices. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, Volume 8, Number 2, April/2015, p. 100-123 • ISSN 1983-4195 Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952015000200004>. Acesso em 03 mai. 2023

VASCONCELOS, Sarah Denise. BARROSO, Suely Helena de Araújo; VIEIRA, Francisco de Assis Franco; ALMEIDA, Helmer Boris Fernandes. Avaliação do uso de cinzas de carvão mineral produzidas em usina termelétrica na construção de pavimentos. **Revista Transportes**, Volume 27, Número 2, 2019 (www.revistatransportes.org.br, ISSN: 2237-1346)

VITOR, Alexandre Oliveira; LISBÔA, Sumara; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Argamassas de revestimento com terra: finalização do protótipo experimental em bambu da UFSC. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n.1, p.29-44, mar/2020. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n1.29-44>. Acesso em 03 mai. 2023

WASKOW, Regis Pereira; SANTOS, Viviane Lopes Gschwenter dos; TUBINO, Rejane Maria Candiota. Delineamento amostral de agregados de construção e demolição. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.5, n.4, p.79-88, out./2019. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.79-88>. Acesso em 02 mai. 2023

CAPÍTULO II

PANORAMA DA LEGISLAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM VISTAS À SUSTENTABILIDADE²

RESUMO

Objetivo: A Indústria da Construção Civil é grande geradora de resíduos sólidos, os quais podem ser tratados, reaproveitados ou, na impossibilidade, dispostos como rejeitos de forma sustentável. A ausência de legislação bem estruturada dificulta a correta destinação desses resíduos. Este artigo objetiva analisar a legislação brasileira e de outros países referente aos resíduos da construção civil, para entender como estão sendo tratados, aproveitados ou descartados e que normas legais são aplicadas.

Método: Faz uso de uma pesquisa bibliográfica, que descreve as legislações existentes em diversos países e apresenta um quadro comparativo, destacando a variabilidade nos tratamentos dados aos resíduos e a ausência, no Brasil, de uma política pública robusta e abrangente.

Resultado: Observa-se generalidade de legislação, não havendo uma política pública única, que englobe todos os requisitos para tratamento, reaproveitamento e destinação correta, salientando-se políticas faltantes no Brasil, como taxas e/ou impostos pela agressão ao meio ambiente.

Conclusão: Colaciona-se informações valiosas para formuladores de políticas públicas e operadores da construção civil, preocupados com a preservação do meio ambiente, que podem colaborar para cumprir as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU.

Palavras-chave: resíduos sólidos da construção civil; legislação sobre gerenciamento dos resíduos da construção civil; definição e características dos resíduos da construção civil; classificação dos resíduos da construção civil.

OVERVIEW OF THE LEGISLATION ON SOLID WASTE FROM THE CIVIL CONSTRUCTION WITH A VIEW TO SUSTAINABILITY

ABSTRACT

Objective: The construction industry is a large generator of solid waste, which can be treated, reused or, if this is not possible, disposed of as waste in a sustainable manner. The lack of well-structured

² Artigo publicado em português e inglês na Revista de Gestão Social e Ambiental (RGSA) – ISSN: 1981-982X, v. 18 n. 10, 2024

legislation brings difficulties to dispose of this waste correctly. This article aims to analyze Brazilian and other countries' legislation about construction waste, to understand how it is being treated, used or disposed of and what legal standards are applied.

Method: It uses bibliographical research, which describes the existing legislation in several countries and presents a comparative table, highlighting the variability in the treatment given to waste and the absence, in Brazil, of a robust and comprehensive public policy.

Result: It is observed that the legislation is generalized, with no single public policy that encompasses all the requirements for treatment, reuse and correct disposal, highlighting missing policies in Brazil, such as tax for aggression to the environment.

Conclusion: Valuable information is collected for public policy makers and construction operators, concerned with environmental preservation, who can collaborate to meet the objectives of the Sustainable Development Goals proposed by the United Nations.

Keywords: solid construction waste; legislation on construction waste management; definition and characteristics of construction waste; classification of construction waste.

PANORAMA DE LA LEGISLACIÓN SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN CIVIL CON UNA MIRADA A LA SOSTENIBILIDAD

RESUMEN

Objetivo: La Industria de la Construcción Civil es un gran generador de residuos sólidos, los cuales pueden ser tratados, reutilizados o, si esto no es posible, dispuestos como residuos de manera sustentable. La ausencia de una legislación bien estructurada dificulta la eliminación correcta de estos residuos. Este artículo tiene como objetivo analizar la legislación brasileña y de otros países sobre los residuos de la construcción, para comprender cómo son tratados, utilizados o desechados y qué normas legales se aplican.

Método: Se utiliza una investigación bibliográfica, que describe la legislación existente en diferentes países y presenta un cuadro comparativo, destacando la variabilidad en los tratamientos dados a los residuos y la ausencia, en Brasil, de una política pública robusta e integral.

Resultado: Se observa una generalidad de la legislación, sin una política pública única que abarque todos los requisitos de tratamiento, reutilización y destino correcto, destacando políticas faltantes en Brasil, como tarifas y/o impuestos por daño al medio ambiente.

Conclusión: Se proporciona información valiosa para los formuladores de políticas públicas y operadores de construcción civil, preocupados por la preservación del medio ambiente, las cuales pueden colaborar para cumplir las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la Organización de las Naciones Unidas.

Palabras clave: residuos sólidos de la construcción; legislación sobre gestión de residuos de la construcción; definición y características de los residuos de la construcción; clasificación de residuos de construcción.

1 Introdução

O tema dos resíduos sólidos é uma questão que permeia todos os seguimentos da sociedade, com destaque especial para a construção civil. Em termos de volume, os resíduos gerados por essa indústria superam significativamente os de outros setores, evidenciando a magnitude do desafio e a urgência de soluções eficazes para seu manejo. No mundo, tais resíduos são tratados por políticas públicas diferenciadas, tendo em cada país legislação ou meta ou direção própria. O saneamento dos resíduos da construção civil e demolições contribui para a sustentabilidade ambiental, pois, se não tratados convenientemente afetam a atmosfera, cursos d'água, contaminam e prejudicam o meio ambiente (AMADEI ET AL., 2011; OLIVEIRA, 2022).

No Brasil alguns tipos de resíduos já contam com políticas públicas mais estruturadas e/ou ou mais abrangentes a nível nacional, pelo menos na formalidade das normas, como por exemplo agrotóxicos (lei e decreto que apontam obrigações em todas as etapas, por todos os envolvidos) e pneus usados (resolução), cuja legislação, se cumprida, possibilita sua redução, recuperação, reutilização, ou o tratamento e disposição final ambientalmente adequado, bem como dos demais resíduos que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) exige a implantação da logística reversa. Entretanto, os resíduos da construção civil e da demolição (RCD), ainda carecem da atenção e implantação de gerenciamento e destinação adequada por parte de cada município.

Realiza-se um passeio pela legislação que aborda os “resíduos sólidos” e dedica-se maior atenção àqueles procedentes da construção e da demolição, cujo cuidado deve ser fundamental para minimizar os impactos ambientais, com descarte correto e, muito mais, reaproveitamento na própria construção civil. O objetivo deste trabalho é analisar a legislação brasileira e de outros países relativa aos RCD, trazendo informações para formuladores de políticas públicas, operadores da construção civil e ambientalistas, com vistas a melhorar o tratamento desses resíduos em relação à preservação do meio ambiente e cumprir as metas dos ODS.

2 Referencial Teórico

Segue breve apanhado sobre resíduos sólidos urbanos no contexto nacional, a classificação desses resíduos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos e os

Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, e as políticas de gerenciamento dos resíduos da construção civil no mundo.

2.1 Resíduos sólidos urbanos no contexto nacional

É desafiante, hoje, a abordagem sobre resíduos sólidos urbanos (RSU). Os fenômenos e os impactos relativos à prevenção, geração, coleta, disposição e reaproveitamento dos RSU constituem desafio para as administrações municipais, notadamente quando se tem a cumprir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU.

Quanto mais próspero o país, o estado ou o município, mais RSU é gerado. Há estreita ligação entre o aumento do poder aquisitivo, aumento da população, aumento do consumo e os materiais descartáveis que esgotam aterros sanitários e trazem poluição pela disposição indevida. As inovações tecnológicas, por sua vez, conduzem a montanhas do chamado “lixo branco”, composto por polímeros de média ou baixa capacidade de reciclagem, pois o custo de reciclagem é superior à obtenção da matéria prima virgem (DIAS, 2012).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei 12.305/2010) define resíduos sólidos:

“Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010, cap. II, artigo 3º, alínea XVI).

A PNRS estabelece uma diferenciação entre resíduo e rejeito com o intuito de estimular o reaproveitamento e reciclagem considerando que só devem ser encaminhados para disposição final apenas os “rejeitos”. Os rejeitos são definidos no art 3º, inciso XV, da Lei 12.305/2010:

“[...] resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010)

Existem algumas formas de classificação dos resíduos associadas à sua origem, natureza física, composição química e riscos de periculosidade. As mais comuns são quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e quanto à natureza ou origem (CEMPRE, 2010).

2.1.1 – Classificação

A NBR 10.004/2004 classifica os resíduos em três grandes grupos. Levou-se em consideração a sua periculosidade, que está relacionada com suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, de acordo com o potencial risco à saúde pública e ao meio ambiente.

- Resíduos CLASSE I - resíduos perigosos, ou que apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade.
- Resíduos CLASSE IIa - resíduos não inertes; que podem ter propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou insolubilidade em água.
- Resíduos CLASSE IIb - resíduos inertes; que não apresentam nenhum constituinte solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade de água.

O artigo 13 da PNRS apresenta a classificação dos resíduos sólidos conforme sua origem (domiciliares, de limpeza urbana, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris, de serviços de transportes, de mineração) e sua periculosidade (perigosos e não perigosos).

2.1.2 A PNRS e os ODS

Políticas públicas podem ser definidas como um conjunto de ações e diretrizes desenvolvidas e implementadas por governos e outras instituições públicas com o objetivo de resolver problemas coletivos e promover o bem-estar social. Essas ações envolvem a elaboração de leis, regulamentos, programas e projetos que buscam atender às necessidades da sociedade em diferentes áreas, como saúde, educação, segurança, meio ambiente e infraestrutura.

Aproximando-se o sentido à temática dos Resíduos Sólidos, fixar-se-ia em que “uma Política Pública é uma diretriz elaborada para enfrentar um problema público”. Ela pode ser uma orientação à atividade ou passividade de alguém, o que decorrer dessa orientação também faz parte da política pública” (USP-FEA, 2018).

Num conjunto de soluções plausíveis a um problema é que nasce a Política Pública. Os instrumentos utilizados pelo governo para a implementar as políticas podem contar com a participação privada, como é o caso do Resíduo Sólido. Dias, Santos e Perce (2019), afirmam que os setores empresarial e público devem trabalhar para cumprir a PNRS, por meio dos Planos de Resíduos Sólidos, Coleta Seletiva, Logística Reversa e a Educação Ambiental.

A Lei nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu artigo 9º apresentou diretrizes para a ordem de prioridades para gerenciamento dos resíduos: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (PNRS, 2010). Também a meta 12.5 do ODS 12 propõe, até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização (AGENDA 2030, 2018).

A PNRS no art. 19º estabelece o “plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos”, citando itens mínimos que esse plano deve ter (BRASIL, 2010). Sendo assim, os planos municipais seriam os instrumentos que buscariam minimizar a geração de resíduos na fonte e indicariam a possibilidade de soluções integradas com o intuito de contribuir para o controle dos riscos ao meio ambiente e ainda promoveria o gerenciamento dos resíduos desde a coleta até a disposição final ambientalmente adequada (BARBOSA; IBRAHIN, 2014; KIM, 2019).

De acordo com Munaro e Tavares (2022), alia-se à complexidade do tratamento dos resíduos sólidos a Lei 9.795/199 que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental e defende promoção da educação, com compromisso da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente; a Lei 10.257/2001, que instituiu o Estatuto da Cidade e seria a primeira a criar legislação sobre a gestão dos resíduos da construção; a Lei 11.445/2007 com diretrizes de saneamento básico; a Lei 12.187/2009 que cuida da Política Nacional sobre mudança do clima e a Lei 14.026/2020 com o marco legal do saneamento básico.

Ao longo dos anos, pode-se observar os esforços legislativos e do poder executivo em regulamentar o tratamento dos resíduos sólidos, a passos lentos.

2.1.3 Resíduos da Construção Civil

A NBR 15.113/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e a Resolução CONAMA 307/2002, definem os resíduos da construção civil:

“Resíduos 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” (ABNT, 2004c, p.2; CONAMA, 2002, ART. 2º).

Na PNRS os resíduos da construção civil não constam da obrigatoriedade da Logística Reversa a que se refere o art. 33. O gerenciamento e tratamento desses resíduos ficam a cargo dos municípios. O artigo 8º da Lei 12.305/2010 (PNRS) menciona sobre o Plano de Gerenciamento de Resíduos e o artigo 20 cita a obrigatoriedade de elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos para empreendimentos da construção civil, instituindo responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos que também engloba a cadeia da construção civil, abrangendo a indústria de materiais de construção, distribuidores, construtoras, incorporadoras e empreiteiras (FALCÃO, EL-DEIR, HOLANDA, 2022).

Esse Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que deve ser elaborado pelos municípios, deve conter itens como: a) Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e b) Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (FALCÃO, EL-DEIR, HOLANDA, 2022).

A Constituição de 1988 deve ser a base de apoio a toda a norma que discipline questões voltadas à sustentabilidade na construção civil. A partir dela, tem-se a Lei 9.605/1998, que trata de crimes ambientais e aplicação de sanções por se construir em solo não edificável. A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 307/2002 e suas alterações (Resoluções CONAMA 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. As normas NBR da ABNT que tratam da classificação dos resíduos da construção civil. A Portaria 222/2008 do Ministério de Minas e Energia, que institui o Plano Nacional de Agregados Minerais para Construção Civil. A Lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e nela os resíduos da construção civil.

Até o momento, a Resolução CONAMA 307/2002 é a principal norma brasileira, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão e responsabilidades aos municípios para implementação de Planos Municipais de

Gestão dos Resíduos da Construção Civil (BRASIL, 2002). Menciona que o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, deverá ser elaborado e implementado pelos grandes geradores desses resíduos. Esse documento deve conter especificações de manejo e destinação ambientalmente adequados, bem como esteja em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Nessa Resolução estão definidas as características gerenciais para os resíduos da construção civil.

No quadro 1, Amadei, Pereira, Souza e Menguetti (2011) focam classificação nos componentes e Tessaro, Sá e Scremin (2012), alterações da Resolução CONAMA 431/2011.

Quadro 1 - Classificação e destinação de RCD - Resolução CONAMA 307/2002

CLASSES E DESTINOS DE RCD – Resolução CONAMA Nº 307		
Classe	Componentes/ Ingredientes predominantes	Destino
A	Cerâmicos, argamassa, concreto, solos e outros (agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia e pedra)	Reutilizar ou reciclar como agregados, ou encaminhar a aterro de resíduos da construção civil, permitindo sua utilização ou reciclagem futura
B	Plásticos, papel e papelão, metais, vidros, madeiras e outros	Reutilizar, reciclar ou encaminhar para áreas de armazenamento temporário, permitindo sua utilização ou reciclagem futura
C	Gesso e outros (ou resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis)	Armazenar, transportar e destinar em conformidade com normas técnicas específicas
D	Tintas, solventes, óleos e outros resíduos contaminados (amianto) – resíduos perigosos	Armazenar, transportar, reutilizar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas

Fonte: O texto da Resolução CONAMA; Adaptado de Amadei, Pereira, Souza e Menguetti (2011); Tessaro, Sá e Scremin (2012); Oliveira (2022).

Para auxiliar na construção de projeto, implantação e operação de áreas de manejo, bem como uso de resíduos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, emitiu várias normas (NBRs), que estão relacionadas no quadro sintético deste artigo (quadro 3).

Considerando-se, ainda, que a gestão dos resíduos da construção civil está a cargo dos municípios, para se ter uma ideia, arrola-se no quadro 2 alguns municípios que já tiveram alguma evolução com plano de gestão ou gerenciamento desses resíduos.

Quadro 2 - Relação dos municípios cuja pesquisa detectou legislação sobre plano de gestão ou gerenciamento dos resíduos da construção civil.

MUNICÍPIO/SP	LEI	OBSERVAÇÃO/NOMENCLATURA
Bastos	2.137/2009	Gerenciamento dos RCCD
Bertioga	1.292/2018	Plano Municipal de Gestão de RCC
Brag Paulista	4.732/2020	Sistema para Gestão Sustentável de RCC
Campinas	14.418/2012	Plano integrado de gerenciamento de RCC
Cubatão	3.397/2019	Programa Municipal de Gerenciamento dos RCC
Guarujá	4.150/2014	Programa Municipal de Gerenciamento de RCC
Itapeva	2.970/2009	Gerenciamento dos RCCD
Mongaguá	2.836/2016	Diretrizes, critérios, procedimentos e responsabilidades p/ gestão RCD
Peruíbe	3.393/2015	Diretrizes, critérios, procedimentos responsabilidades p/ gestão RCC
Santo André	17.636/2021	Plano Municipal de Gestão de RCC
Santos	LC 792/2013	Programa Municipal de gerenciamento dos RCC
São B. do Campo	5.602/2006	Plano Integrado e Programa Municipal de gerenciamento de RCC
São Carlos	13.867/2006	Plano Integrado de gerenciamento de RCC
SJ Rio Pardo	3.381/2009	Programa Municipal de gerenciamento de RCC
São Vicente	LC 877/2017	Gestão dos RCC
Sertãozinho	6.690/2019	Sistema para gestão sustentável de RCC
Sorocaba	11.131/2015	Sistema para a gestão sustentável de RCC
MUNICÍPIO/PR		
Londrina/PR	Decreto 768/2009	Plano de gerenciamento de resíduos da constr. civil no município.
Ponta Grossa/PR	Dec 10.955/2016	Plano municipal de gestão de resíduos da constr.civil (PMGRCC)

Fonte: os autores (2024)

2.2 Gerenciamento ou Políticas de Resíduos da Construção Civil no mundo

Meireles, Rassi e Nunes (2022, p. 7-12), em sua revisão da literatura, trazem informações de que existem diferentes legislações no mundo que vêm sendo aplicadas para reduzir os RCD, como se resume abaixo:

A Nova Zelândia criou a “Lei de minimização de resíduos”, de 2008, para impedir que sejam jogados em aterros e incentivar a reutilização e reciclagem. Já a Austrália estabeleceu, em 2004, meta de 80% para reutilização ou reciclagem de RCD. Os Estados Unidos criaram em 2012 “as estratégias de reciclagem e reutilização que não têm sido adequadamente discutidas com clareza na literatura”. O Brasil divide os RCD em categorias A, B, C e D e, apesar de se implementar nova legislação, as taxas de reciclagem ou reaproveitamento são baixas. A Lei 12.305/2010 criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O México também classificou os RCD em categorias A, B e C e a geração dos resíduos é bastante baixa em comparação com o Brasil, sendo 30% dos resíduos da Classe A reciclados em 2012, com previsão de incremento de 15% ao ano.

Na Europa, a Áustria possui, desde janeiro de 2016, Portaria de Materiais de Construção Reciclados que estabelece normas gerais para a demolição. A Croácia estabeleceu, em 2012, a primeira usina de reciclagem, apesar de ter norma para o pré e pós-processamento ou tratamento dos RCD. A República Tcheca: iniciou em 1996 a reciclagem dos RCD, sendo estabelecida toda a infraestrutura. A Estônia, em 2006 foi um dos primeiros países da União Europeia a cumprir meta de reciclagem de RCD em relação à Dinamarca, Alemanha, Irlanda e Holanda. A Agência Ambiental Sueca, em 2012, comprometeu-se em reciclar 70% em poucos anos. O Reino Unido, em 2012, já havia atingido a meta da União Europeia, de 70% até 2020.

Na Ásia, a Índia, segundo maior gerador de RCD do mundo, ignora reaproveitamento; a norma IS 456/2000 autoriza o uso de britagem de tijolos queimados e escórias para produção de concreto comum, sem afetar significativamente as propriedades de resistência e durabilidade”, mas faltam iniciativas governamentais para agregados de RCD na produção de argamassas e concretos. A China, primeiro maior gerador mundial de RCD, não apresenta dados de reciclagem e reutilização. No Japão, em 2001, meta para 95% de reciclagem de RCD, tendo implementado Lei, em maio/2002, incentivando o uso de materiais reciclados (concreto, aço, madeira e concreto asfáltico). Na Coreia do Sul, aumento da taxa de reciclagem de 58% para 98%, entre 1996 a 2011 e o Ministério do Meio Ambiente traz políticas de reciclagem de RCD e uso de agregados.

Na África, a África do Sul possui grande potencial de reciclagem de RCD, com legislação em andamento, em 2015, permitindo que só resíduos não contaminados podem ser descartados em aterros. Em 2014 a Nigéria tinha estratégias inadequadas e deficientes quanto à reciclagem e reutilização de resíduos (RCD).

Nováková, Drozdyuk, Ohenoja, Ayzenshtadt, Arntsen, Perumal, Dyvesveen (2021), evidenciam a existência de “auditoria de pré-demolição” (APD); “planejamento de demolição” (PD) e “demolição propriamente dita” (D), possibilitando recuperação de materiais e integração da economia circular, com rastreabilidade do material que está prestes a ser demolido. Assim:

- Finlândia: a APD obedece a artigos da Lei de Construção, licença de demolição e avisos, com técnicas próprias para remoção de materiais perigosos; os mais comuns: madeira, aço, tijolo, concreto e concreto armado. O PD precisa seguir diversas legislações, com diretrizes de segurança, como isolamento a vácuo e cuidados especiais na segurança do pessoal. A D obedece a Lei de Uso do Solo e Construção

132/1999. A gestão de resíduos segue a “Diretiva-Quadro Resíduos” 2008/98/CE e a diretiva 1999/31/CE “Aterro sanitário de resíduos”, Lei de Construção 843/2017 e norma SFS-EM 13242. Na utilização de matérias primas secundárias a partir de RCD, segue a Lei de Construção em Terra.

- Noruega: a legislação da auditoria está na NS 3420 e TEK17, regulamentos disponíveis, sendo materiais comuns: madeira, concreto, concreto armado e blocos de peso leve. O PD conta com a Guia 700.804 e padrões noruegueses, como a NS 8141-2/2013 e NS 9431/2011. Para a D há diretrizes 700.804 ou 241.070 ou 700.802, diferenciando entre não estruturais e estruturais. A gestão de resíduos possui diretrizes nacionais. Na utilização de matérias primas secundárias a partir de RCD, possui a NS-EM 12620, a NS EM 206.

- Rússia: a APD considera o desmantelamento de prédios como obra e o procedimento para obter licença para demolição semelhante ao da licença para construção, com detalhes em Normas e Regulamentos de Construção, e os materiais mais comuns: tijolo de silicato de cálcio e argila, pedra, concreto e concreto armado. No planejamento é necessária vistoria de aspectos arquitetônicos para uma desmontagem mais segura. A demolição deve ser realizada na ordem inversa da construção (de cima para baixo), conforme regulamento SP 325.1325800.2017 e outros. A gestão de resíduos conta com 243 centros de reciclagem, mas não tem um conceito unificado de resíduos de construção e demolição, nem prazo para esses resíduos. Para utilizar matérias primas secundárias a partir de RCD, segue o Padrão Estadual Russo 266633.

Liu e Huang (2013), mencionam que os Estados Unidos, o Japão, a Alemanha, a Coreia e outros países industrializados têm conceitos jurídicos avançados e sistema jurídico maduro.

O Japão em 1977 formulou a “Especificação para o Uso de Agregado Reciclado e Concreto Reciclado”; em 1991 a “Lei para a Promoção de Recursos Renováveis”; em 1994 a “Lei Ambiental Básica” e o “Plano de Lei Ambiental Básica de 1997”, e em 1997 a “Lei para a Promoção de Recursos Renováveis” revisada e o “Subprodutos de Construção Plano de Promoção da Reciclagem 97”. Em 2001, a “Lei Básica de Promoção da Sociedade Orientada para a Reciclagem” e a Eliminação de Resíduos e a “Lei de Reciclagem de Materiais de Construção”. E em 2003, “Plano Básico de Construção de Sociedade Orientado para a Reciclagem”.

A Alemanha desenvolveu, desde 1970, mais de 180 leis e regulamentos relativos à eliminação de resíduos e instituiu orientações, regulamento e normas para

eliminação e reciclagem de resíduos de construção. Introduziu, por exemplo, a “Lei do Ciclo Fechado de Recursos e Gestão de Resíduos” (alterada em 1998, maximizou a reciclagem e reutilização).

Os Estados Unidos possuem leis e regulamentos relativos à eliminação e reciclagem de resíduos de construção em três etapas: controle da poluição através de meios administrativos; estímulo econômico pela redução dos resíduos de construção; combinação da defesa do governo com a autodisciplina empresarial. Em 1965, a “Lei de Eliminação de Resíduos Sólidos” pela qual o governo deve fornecer apoio financeiro para incentivar a pesquisa e melhorar o plano de gestão de resíduos. Em 1980 a “Lei abrangente de resposta ambiental, compensação e responsabilidade”.

A Europa, se posiciona como a vanguarda do mundo na legislação de recursos de resíduos de construção. Os países desenvolveram um sistema econômico e jurídico de reciclagem inter-relacionado: cobrar taxas de manuseio e redução de incentivos na quitação; cobrar impostos ecológicos e aumentar as taxas de reciclagem; controlar os riscos de poluição secundária na reciclagem de resíduos de construção e formular especificações técnicas, normas técnicas, listas de reciclagem e programas de reciclagem; incentivos políticos; promover o desenvolvimento da indústria de reciclagem de resíduos de construção.

A China possui leis específicas como a “Lei de Prevenção da Poluição por Resíduos Sólidos” (com Emenda de 2004), “Lei de Promoção da Economia de Reciclagem” (2008), “Lei de Promoção de Produção Mais Limpa” (2002), “Lei de Planejamento Urbano e Rural” (2007), “Regulamentos de Aparência da Cidade e Saneamento Ambiental” (1992), “Regulamentos de Gerenciamento de Resíduos de Construção Urbana” (2005), “Diretrizes de Construção Verde” (2007), “Diretrizes Técnicas de Tratamento de Resíduos de Construção na Região do Terremoto (Implementação Experimental)” (2007) e “Especificações Técnicas para Eliminação de Resíduos de Construção” (2009) e uma série de outras leis, regulamentos, regras e padrões e especificações técnicas para eliminação e reutilização de resíduos de construção. Os governos locais também desenvolveram uma série de regulamentos, regras e métodos locais de gestão de resíduos.

A Coreia do Sul em 2003 criou a “Lei de Promoção da Reciclagem de Resíduos de Construção” (revisada em 2005 e 2006), que define obrigações do governo, dos descarregadores e do negócio de eliminação de resíduos de construção, prevendo penalidades.

Segundo Faruqi e Siddiqui (2020), a legislação da gestão de RCD na Índia, evoluiu nas últimas duas décadas. No ano 2000 criou um anexo (Anexo III) no Manual de Gestão de Resíduos Sólidos Municipais que trata da Gestão e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Em 2006 estabelecidas as “Regras de RCD e Desassoreamento [Gestão e Eliminação]”. Já em 2010, gerou-se o Relatório da Comissão de Trabalho sobre Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Em 2012, uma Circular para criar instalações de reciclagem de resíduos de C&D no âmbito da Missão Swachh Bharat [SBM]; 2014 – Diretrizes para Habitat Sustentável; 2015 – Assessoria sobre utilização de produtos reciclados provenientes de resíduos de C&D; 2015 – Projeto de Normas de Gestão de Resíduos Sólidos; 2016 – Normas de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição; 2016 – Diretriz para utilização de resíduos de construção e demolição na construção de unidades habitacionais e infraestruturas em conjuntos habitacionais do governo; 2016 – Notificação sobre utilização de parcelas recicladas de resíduos de C&D; 2016 Norma Indiana [IS] 383; 2016 ‘Agregado grosso e fino para especificação de concreto’; Código Nacional de Construção da Índia de 2016. Em 2017 criou documento sobre “Diretrizes sobre Gestão Ambiental de RCD” e também o “Congresso Rodoviário Indiano” [IRC] 121:2017.

Segundo Zhao, Webber, Kalutara, Browne e Pienaar (2022), na Austrália, o governo federal não legisla diretamente sobre a C&D, responsabilidade dos governos estaduais e territoriais. Mas publicou em 2018 uma Política Nacional de Resíduos, que adota o conceito de economia circular e fornece estrutura para colaboração contínua entre governos, empresas, indústria, comunidades e indivíduos até 2030. Nos estados e territórios, os governos aplicam atos e regulamentos, especificações e estratégias adequadas a condições específicas.

Segundo Zhao e Liu (2022), na China, a lei de desenvolvimento geral era consistente com uma série de políticas de desenvolvimento de aglomerações urbanas, políticas de incentivo à construção pré-fabricadas e regulamentos de gestão de resíduos da construção.

3 Metodologia

Trata-se de pesquisa exploratória, de natureza bibliográfica, com abordagem qualitativa e descritiva. Para Noronha e Ferreira (2000), revisão bibliográfica, é caracterizada selecionando-se trabalhos de maior interesse, comparando e fundindo os

principais focos sobre o assunto; reunindo trabalhos recentes para interpretação atual do caso estudado. Trabalhos de revisão são:

“estudos que analisam a produção bibliográfica em determinada área temática, dentro de um recorte de tempo, fornecendo uma visão geral ou um relatório do estado da arte sobre um tópico específico, evidenciando novas ideias, métodos, subtemas que têm recebido maior ou menor ênfase na literatura selecionada” (NORONHA; FERREIRA, 2000, p. 191).

Procurou-se assim, buscar legislação brasileira e de outros países, no tocante ao gerenciamento dos RCD. Foram consultados artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais, dissertações, teses, buscando-se palavras-chave nas bases Periódicos Capes (que hospeda principais e conhecidas base de dados, como: *ACM Digital Libray; Library, Information Science & Technology Abstracts; Nature; Oxford Journals; Science (AAAS)* e Google Acadêmico, trabalhos que abrangessem as expressões: *solid construction waste in the world; solid construction wast in the world and legislation; international legislation and solid construction wast environmental*; resíduos sólidos da construção civil no mundo; legislação sobre gerenciamento de resíduos da construção civil; resíduos sólidos da construção civil.

Assim, houve possibilidade de conhecer os esforços legislativos em torno do destino dado aos resíduos da construção civil e sua funcionalidade no âmbito nacional e internacional.

4 Resultados e Discussão

A partir desse compilado de dados, elabora-se um quadro (quadro 3), onde estão descritas as legislações de diversos países no tocante aos resíduos sólidos da construção civil.

Quadro 3 – Principais legislações de diversos países sobre RCD

AMÉRICA				
País	Ano	Lei	Conteúdo	FP
Brasil	1992	NBR 12235	Norma ABNT que trata do armazenamento de resíduos sólidos.	(1)
	1994	NBR 13207	Norma ABNT para uso de gesso na construção civil.	
	1998	Lei 9.605	Crimes ambientais e penalidades por construir em solo não edificável.	
	2002	Resolução CONAMA 307	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.	
	2004	NBR 10.004	Norma da ABNT que classifica os resíduos sólidos.	
	2004	NBR 15112	Norma ABNT que trata de áreas de transbordo e triagem de RCC.	
	2004	NBR 15113	Norma ABNT que trata de aterros para RCC.	

	2004 2004 2004 2008 2010 2013 2021	NBR 15114 NBR 15115 NBR 15116 Portaria 222 Lei 12.305 NBR 15.575 NBR 15.116	Norma ABNT para área de reciclagem para RCC. Norma ABNT sobre procedimentos para agregados reciclados de RCC na execução de pavimentação. Norma ABNT requisitos e metodologias de uso de agregados reciclados de RCC em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Portaria do Ministério de Minas e Energia que institui o Plano Nacional de Agregados Minerais p/Construção Civil. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Edificações habitacionais – avaliação de desempenho de métodos e sistemas construtivos. Requisitos e métodos de ensaio para agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento.	
Brasil	2010	12.305	Política Nacional de Resíduos Sólidos.	(4)
Estados Unidos	1965 1980	NI NI	Lei de eliminação de resíduos sólidos. Lei de resposta ambiental, compensação e responsabilidade.	(3)
México	NI	NI	Classificação de resíduos em categorias.	(4)
ÁFRICA				
País	Ano	Lei	Conteúdo	FP
África do Sul	NI	NI	Só resíduos não contaminados podem ser descartados em aterros (legislação em andamento).	(4)
Nigéria	NI	NI	Estratégias inadequadas e deficientes para reciclagem e reutilização de RCD.	(4)
ÁSIA				
País	Ano	Lei	Conteúdo	FP
Coreia do Sul	2003	NI	Lei de Promoção da Reciclagem de Resíduos de Construção.	(3)
Coreia do Sul	NI	NI	Ministério do Meio Ambiente: políticas de reciclagem.	(4)
China	1992 2002 2005 2004 2007 2007 2007 2008 2009	NI NI NI NI NI NI NI NI NI	Regulamento de aparência da cidade e saneamento ambiental. Lei de promoção de produção mais limpa. Regulamento de gerenciamento de resíduos de construção urbana. Lei de prevenção da poluição por resíduos sólidos. Lei de planejamento urbano e rural. Diretrizes de Construção Verde. Diretrizes Técnicas de Tratamento de Resíduos de Construção na Região do Terremoto. Lei de promoção de reciclagem. Especificações Técnicas p/ Eliminação Resíduos de Construção.	(3)
China	NI	NI	Não há dados.	(4)
Índia	2000 2000 2006 2010 2012 2014 2015 2015 2016 2016 2016	NI NI NI NI NI NI NI NI NI	Normas de Gestão e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Manual de Gestão de Resíduos Sólidos Municipais. Regras de RCD e Desassoreamento. Relatório da Comissão de Trabalho sobre Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Circular para elaborar instalações de reciclagem de C&D Missão Bharat. Diretrizes para Habitat Sustentável. Assessoria s/utilização de produtos reciclados de resíduos C&D. Projeto de Normas de Gestão de Resíduos Sólidos. Normas de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição. Diretriz para utilização de RCD em unidades habitacionais. Notificação s/utilização de parcelas recicladas de resíduos C&D.	(2)

	2016 2017 2017	N-IS 383;2016 NI	Agregado grosso e fino para especificação de concreto. Diretrizes sobre Gestão Ambiental de Resíduos C&D. Congresso Rodoviário Indiano.	
Índia	2000	Norma IS 456/2000	Autoriza uso de britagem de tijolos queimados e escórias para produção de concreto comum.	(4)
Japão	1977 1991 1994 1997 1997 2001 2003	NI NI NI NI NI NI NI	Especificação para uso de agregado e concreto reciclado. Lei para promoção de recursos renováveis. Lei ambiental básica. Plano de lei ambiental básico. Lei para promoção de recursos renováveis e subprodutos de construção -plano de promoção da reciclagem. Lei básica de promoção da sociedade orientada para a reciclagem - Lei reciclagem de materiais de construção. Plano básico construção sociedade orientado para a reciclagem.	(3)
Japão	2002	NI	Incentivar uso de materiais reciclados.	(4)
EUROPA				
País	Ano	Lei	Conteúdo	FP
Alemanha	1970 1998	NI NI	Eliminação e reciclagem de resíduos de construção (mais de 180 leis e regulamentos). Lei do ciclo fechado de recursos e gestão de resíduos.	(3)
Áustria	2016	NI	Portaria de Materiais de Construção Reciclados (Normas gerais para a demolição).	(4)
Croácia	2012	NI	Norma para pré e pós processamento ou tratamento de RCD.	(4)
Estônia	2006	NI	Um dos primeiros países da EU a cumprir meta de reciclagem.	(4)
Finlândia	1999 1998 1999 2017 2017	132/1999 2008/1998 31/1999/CE 843/2017 SFS-EM 13242	Lei de Uso do Solo e Construção. Diretiva-Quadro Resíduos. Diretiva Aterro sanitário de resíduos. Lei de Construção. Norma de Construção.	(5)
Noruega	NI	NS3420/TEK17 Guia 700.804 / NS8141-2/2013 NS 9431/2011 700.804/241.070 /700.802 NS-EM 12620 / NS EM 206	Legislação da auditoria de pré-demolição. Legislação do planejamento de demolição. Diretrizes para a demolição propriamente dita. Legislação da utilização de matérias primas secundárias.	(5)
Suécia	2012	NI	Meta de 70% de reciclagem.	(4)
Reino Unido	2020	NI	Atingiu meta da UE.	(4)
Rep.Tcheca	1996	NI	Estabeleceu infraestrutura de reciclagem de RCD.	(4)
Rússia	2017	325. 1325800.2017 266633	Regulamento de demolição SP 325.1325800.2017. Padrão Estadual Russo (utilização matérias primas secundárias).	(5)
Toda Europa	NI	NI	Sistema inter-relacionado: cobrança de impostos e taxas	(2)
OCEANIA				
País	Ano	LEI	Conteúdo	FP
Austrália	2004 2018	NI NI	Meta de 80% de reutilização ou reciclagem de RCD. Política Nacional de Resíduos.	(4) (6)
Nova Zelândia	2008	NI	Lei de minimização de resíduos (Impedir sejam jogados em aterros; incentivo a reutilização e reciclagem).	(4)
Legenda: FP = Fonte de pesquisa (1) = os autores, conforme dados apresentados no artigo (2) = Faruqi; Siddiqui (2020) (3) = Liu; Huang (2013) (4) = Meireles; Rassi; Nunes (2022) (5) = Nováková; Drozdzyuk; Ohenoja; Ayzenshtadt; Arntsen; Perumal; Dyvesveen (2021) (6) = Zhao; Webber; Kalutara; Browne; Pienaar (2022)				
Fonte: os autores (2024)				

Do quadro 3, pode-se observar a existência de várias normas, cada qual com sua especificação sobre determinado aspecto dos resíduos, mas não há uma política pública única, avançada, que englobe, numa só norma, em uniformidade, todos os requisitos que envolvem o tratamento, reaproveitamento e destinação correta dos resíduos da construção e demolição, de modo a contribuir para a preservação do meio ambiente. As legislações apresentadas são as principais normas que compõem o arcabouço legislativo nacional e as mais significativas internacionais, conectado a algum aspecto da construção civil, em busca da sustentabilidade.

Observa-se, por exemplo, nos EUA, uma antiga lei sobre eliminação de resíduos sólidos; na China, diretrizes de construção verde; na Índia, diretrizes para habitat sustentável e diretrizes sobre gestão ambiental de RCD; no Japão, plano básico de construção orientado para a reciclagem; na Austrália, meta de reutilização ou reciclagem de RCD. Exemplo marcante da Europa com cobranças de impostos e taxas. Estes são alguns recursos de políticas públicas que podem incrementar a construção sustentável e consequentemente reduzir os RCD.

O atual aparato legislativo do Brasil é composto por normas e leis, com última alteração em 2015 (Resolução CONAMA 469/2015). Diante dos avanços tecnológicos e de inovação existentes, tornam-se obsoletas quanto às possibilidades de reciclagem de resíduos de diferentes setores da indústria para aplicações na construção civil. Portanto, quer por iniciativa do executivo, quer dos próprios legisladores o país carece de normas federais que contenham regras efetivas, passíveis de cumprimento, com penalidades financeiras, para eliminação dos RCD.

5 Conclusão

Como visto, não há uma política pública nacional clara que aborde e regularize o gerenciamento e destino dos resíduos da construção civil, de maneira que haja uma uniformidade de procedimentos e cuidados necessários no sentido de permitir, como regra, como devam ser tratados esses resíduos.

Sabe-se de sua inconveniência, periculosidade, possibilidade de reaproveitamento, reciclagem, beneficiamento e sabe-se sobre os agentes envolvidos, tudo isso por meio de normas do executivo, como as Resoluções CONAMA e as NBRs da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Em outros países

observa-se também legislações esparsas, não havendo política pública específica que abranja toda a complexidade de tratamento que deve ser dispensado aos resíduos da construção civil.

Assim, nota-se a falta de uma norma que discipline o uso, reuso ou mesmo, quando não puderem ser aproveitados, como devam ser descartados de modo a contribuir para a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGENDA 2030. **Acompanhando o desenvolvimento sustentável até 2030**. 2018. Disponível em < <http://www.agenda2030.org.br/acompanhe>> Acesso em: 20.mar.2024.

AMADEI, Daysa Ione Braga; PEREIRA, Juliana Alves; SOUZA, Rafael Alves de; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. **Revista NUPEM**, Campo Mourão, v.3, n.5, ago./dez.2011

BARBOSA, R. P., IBRAHIM, F. I. D. **Resíduos Sólidos: Impactos, Manejo e Gestão Ambiental**. São Paulo: Érica, 2014.

BRASIL. **ABNT NBR 10.004/2004**. Disponível em <https://analiticaqmcredutos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 29 fev 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.113/2004**. Disponível em <https://pt.scribd.com/document/78356062/NBR-15113-Residuos-solidos-da-construcao-civil>. Acesso em 20 mai 2024

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 02/08/2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 05 set. 2014

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 222, de 20 de junho de 2008**. Institui o Plano Nacional de Agregados Mineraiis para Construção Civil - PNACC, e dá outras providências. Disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/acesso-a-informacao/legislacao/portarias>. Acesso em 24/02/2019.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307> Acesso 19 mar. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004**. Altera a Resolução CONAMA no 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449> > Acesso em 01 nov. 2018

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011**. Altera o art. 3º da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>. Acesso em 02 nov. 2018

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307/2002. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>. Acesso em 02 nov. 2018

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015**. Altera a Resolução CONAMA no 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>. Acesso em 02 nov. 2018

CEMPRE; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Lixo municipal - manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010.

DIAS, Raissa Luzia Braga; SANTOS, Ingrid Brandão dos; PEARCE, Izabella. **Os Principais Atores da Política Nacional de Resíduos Sólidos: gestão integrada entre poder público, setor empresarial e coletividade**. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/os-principais-atores-da-politica-nacional-de-residuos-solidos/143708>. Acesso em 03 ago 2019.

DIAS, Sylmara Gonçalves. O Desafio da Gestão de resíduos sólidos urbanos. **Sociedade e Gestão**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 16-20, jan/jun 2012.

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

FARUQI, M. Humam Zaim; SIDDIGUI, Faisal Zia. A mini review of construction and demolition waste management in India. **Waste Management & Research**, Volume 38, Issue 7, jul/2020, p. 708-716, DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242X20916828>

LIU, Wemfeng; HUANG, Weizhen. Research on Construction Waste Resourceelization Legislation. **IEEE - Fifth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation**, 16-17 jan 2013 - DOI: 10.1109/ICMTMA.2013.222

MEIRELES, J. R.; RASSI, K. C. A.; NUNES, W. C. Revisão da literatura sobre Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil em parâmetro mundial. **Pontifícia Universidade Católica de Goiás Curso de Engenharia Civil**, 2022. Disponível em https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4472/1/TCC2_A29_A30_Jefferson_%26_Kamilla_RAG_2022_1.pdf. Acesso em 28 mai 2024A

MUNARO, Mayara; TAVARES, Sérgio Fernando. Analysis of Brazilian public policies related to the implementation of circular economy in civil construction. **Ambiente Construído**, junho 2022, 22(2):129-142, DOI: 10.1590/s1678-86212022000200597

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

NOVÁKOVÁ, Iveta; DROZDYUK, Tatiana; OHENOJA, Katja; AYZENSHTADT, Arcady; ARNTSEN, Bård; PERUMAL, Priyadharshini; DYVESVEEN, Martin Skjerve. A Comprehensive Summary of Available Legislation and Practices in Demolition and Construction & Demolition Waste Management in the Arctic Region. **Nordic Concrete Research** – Publ. No. NCR 64 – ISSUE 1 / 2021 – Article 9, pp. 145-162

OLIVEIRA, Leonardo Matheus de. **Panorama do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição no município de Limeira/SP**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental, UNESP, Rio Claro, 2022, 110 f.

TESSARO, Alessandra Buss; SÁ, Jocelito Saccol de.; SCREMIN, Lucas Bastianello. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n.2, p. 121-130, abr./jun. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212012000200008>.

USP-FEA-Ribeirão Preto. **Material Didático para Ensino a Distância. Políticas Públicas: conceitos básicos**. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/303682/mod_resource/content/1/MaterialDidatico_EAD%2017%2004%202015.pdf. Acesso em 27 out. 2018

ZHAO, Likun; LIU, Yanqi. Spatiotemporal evolution law and output prediction of construction waste in the People's Republic of China. **Waste Management & Research**, Volume 40, Issue 2, February 2022, Pages 174-184, DOI <https://doi.org/10.1177/0734242X20985605>

ZHAO, Xianbo; WEBBER, Ronald; KALUTARA, Pushpitha; BROWNE, Wesley; PIENAAR, Josua. Construction and demolition waste management in Australia: a mini-eview. **Waste Management & Research**, Volume 40, Issue 1, January 2022, Pages 34-46. DOI <https://doi.org/10.1177/0734242X211029446>

CAPITULO III

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Possibilidades e Dificuldades³

Resumo:

Procura-se conhecer e compreender a possibilidade de construção civil erigida sob princípios da sustentabilidade. O objetivo do artigo é trazer, de forma resumida, conceitos, pareceres, opiniões que relatem possibilidades, problemas e dificuldades da sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável, mormente com respeito à construção civil. Partiu-se de uma pesquisa bibliográfica em que se buscou trabalhos científicos específicos em torno da sustentabilidade na construção civil. Da busca, procurou-se selecionar elementos acerca das causas do desequilíbrio do meio ambiente provocadas pela atividade humana e pela construção civil e indicar possíveis ações para o restabelecimento da sustentabilidade no ambiente construído. Este trabalho visa contribuir para a cooperação e empenho de novas pesquisas e envolvimento de setores da sociedade na procura de aplicar cada vez mais princípios sustentáveis na construção civil.

Palavras-chave: sustentabilidade, sustentabilidade na construção civil, causas e consequências da não sustentabilidade, contribuições para a construção sustentável.

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.

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

³ Artigo a ser publicado

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 CO² que provoca essas mudanças.

Sustentabilidade ou Desenvolvimento Sustentável

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.

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.

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).

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.

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).

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). Os símbolos desses ODS estão na Figura 1.

Figura 1 – Símbolos dos ODS



Fonte: BRASIL Nações Unidas (<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>)

Mesmo sabendo que, de forma direta 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, laquinto (2018), apresenta as dimensões da sustentabilidade abordando dez áreas em que esta exerce sua influência: dimensão

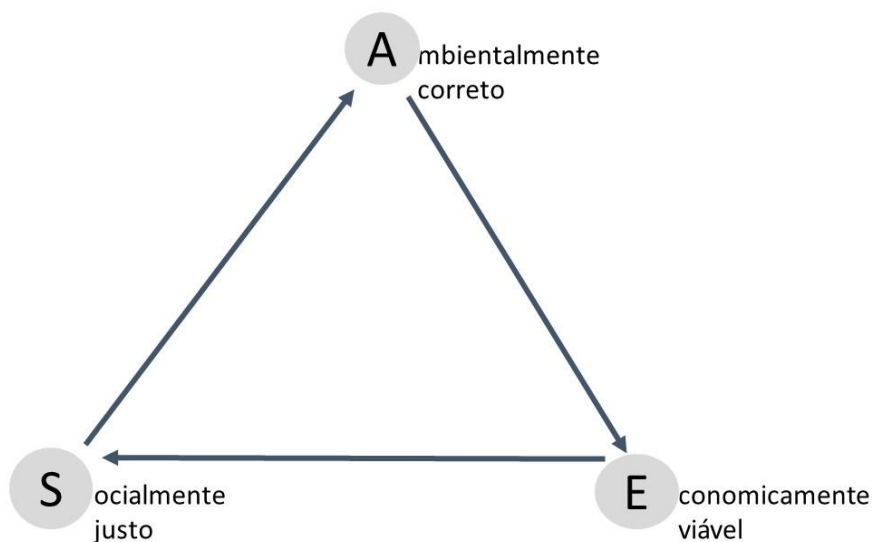
ecológica ou ambiental, dimensão econômica, dimensão social, dimensão espacial ou territorial, dimensão cultural, dimensão política (nacional e internacional), dimensão jurídico-política, dimensão ética, dimensão psicológica e dimensão tecnológica.

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 2 apresenta-se uma forma simplificada de visualizar os três pilares da sustentabilidade, ou o que é conhecido como “*tríplice boton line*”, como fundamento do conceito de sustentabilidade.

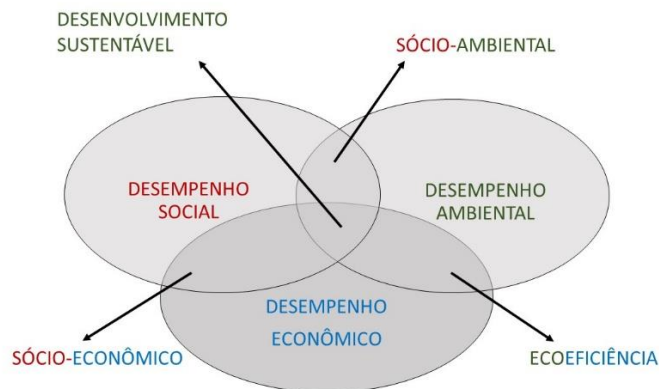
Figura 2 – Os pilares que compõem o conceito de sustentabilidade



Fonte: mais sustentavel.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, conforme Figura 3.

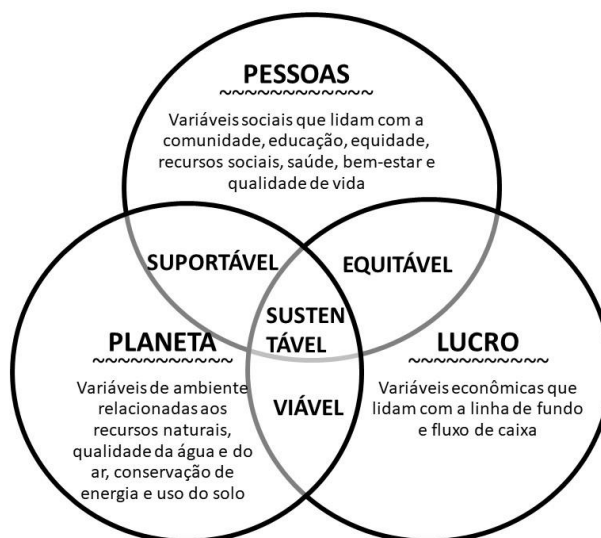
Figura 3 – O tripé da sustentabilidade



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

A Figura 4 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 4: 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).

Abordagem da Sustentabilidade ou Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil

Falar em 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).

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).

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.

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).

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 (CO²). 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 CO₂, 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).

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).

Dentre os principais geradores de resíduos sólidos está a construção civil que também requer tratamento sob o aspecto do pensamento da sustentabilidade e/ou desenvolvimento sustentável. 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.

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

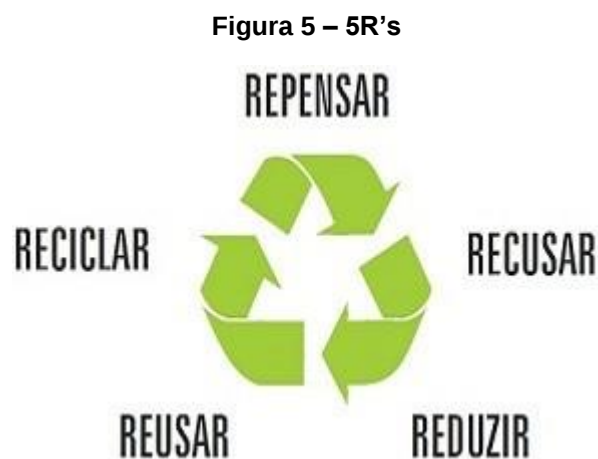
Fonte: Barros (2017, p. 146)

Além dos impactos gerados pela edificação, ainda existem fatores agravantes no cenário brasileiro: mão de obra desqualificada; setor público omissor; 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 (ARAUJO, 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 5 expressa cada ponto que compõe o conceito dos 5R's.



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

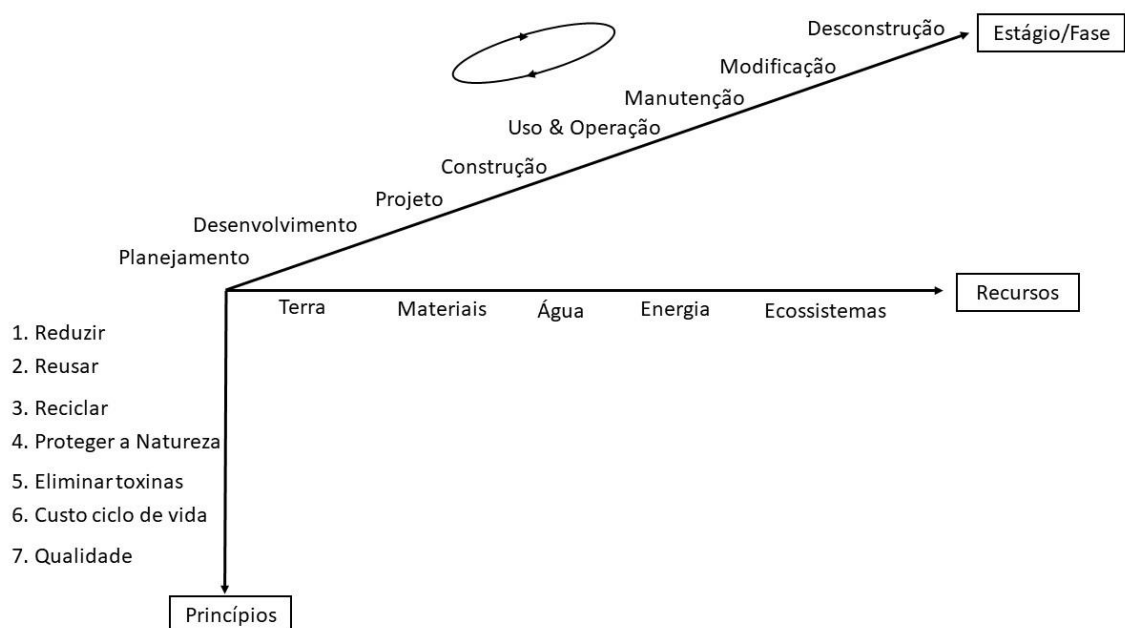
Considerados os 5Rs na construção civil, seria interessante refletir que o Repensar abarcaria toda a cadeia (indústria de matéria-prima, construtor, pedreiro, arquiteto, engenheiro, técnicos, vendedores de materiais de construção, proprietários de imóveis), cada qual refletindo sobre sua responsabilidade 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.

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.

Na obra de Kibert (2008) foi colocado o quadro (*framework*) da estrutura para construção sustentável, desenvolvido em 1994 pelo CIB Task Grupo 16 (Construção Sustentável) com o objetivo de articular o potencial de contribuição do ambiente construído para a consecução do desenvolvimento sustentável, conforme Figura 6 (tradução do autor).

Figura 6 – Estrutura para construção sustentável (Framework for sustainable construction)



Fonte: Kibert (2008, p. 10).

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:

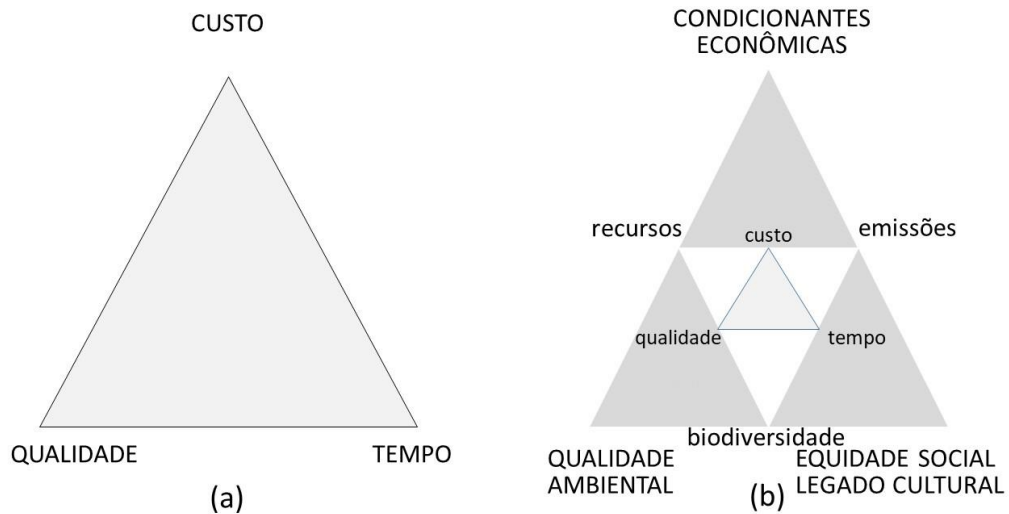
- Redução de emissões na cadeia produtiva;
- Eficiência energética das edificações;
- Uso racional da água;
- Utilização de materiais e sistemas sustentáveis;
- Gestão de resíduos sólidos;
- Viabilização do desenvolvimento sustentável no espaço urbano;
- Valorização do ser humano (CBIC, 2017).

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 7. 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 envolvidos em uma construção ecoeficiente com mínimo impacto ambiental, reduzindo a delapidação dos recursos naturais, a produção de resíduos e a emissão de gases poluentes ou até reparação para o meio ambiente mínimo, integrando ecossistemas para conservação da biodiversidade.

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 garantia da equidade social e o legado cultural e respeita-se a biodiversidade com a qualidade ambiental.

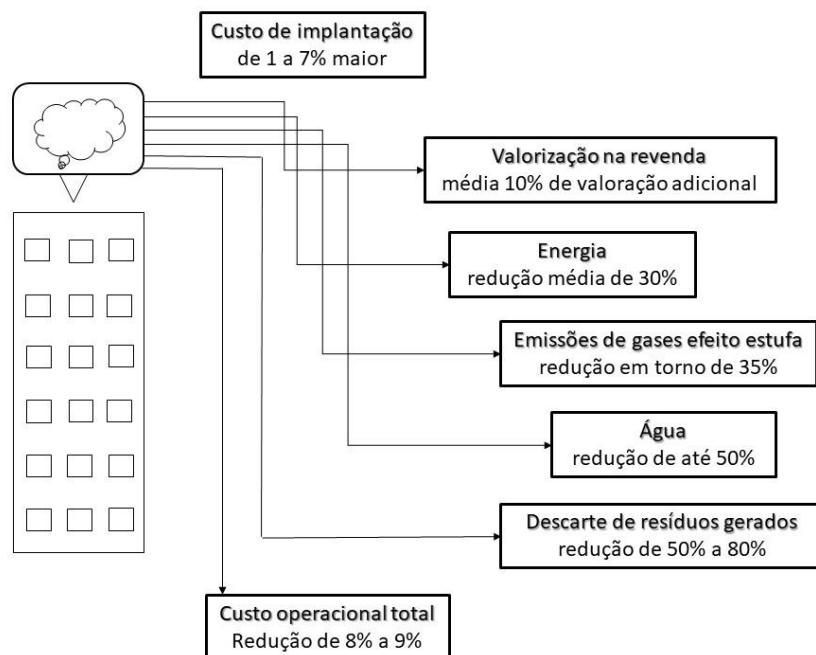
Figura 7 – Comparação das Metodologias (a) Tradicional; (b) Construção Sustentável



Fonte: Adaptado de Mateus (2004)

A Figura 8, trazida por Ishikawa (2013), apresenta ganhos ambientais e econômicos de longo prazo de um edifício sustentável comparadamente com um edifício convencional:

Figura 8 - Ganhos ambientais e economia de longo prazo de um edifício sustentável em relação a um edifício convencional.



Fonte: ISHIKAWA, 2013, p. 20 - Modificado de EXAME.COM.(2013)

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.

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 Libray; Library, Information Science & Technology Abstracts; Nature; Oxford Journals; Science (AAAS)* e Google Acadêmico.

Resultados e discussão

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	Aglomeração 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); Arbach (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)

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.

Notícia publicada no site do MST e no Portal Tratamento de Água, tem como título “êxodo rural no Brasil é quase o dobro da média mundial e desafia sustentabilidade do campo e cidade” e comenta que a população rural encolheu 34% em 22 anos. Segundo Gerson Teixeira, engenheiro agrônomo e diretor da Associação Brasileira de Reforma Agrária (ABRA), “a forte migração sem um acolhimento necessário em políticas públicas de moradia, saúde e educação criou catástrofes urbanas no país” (MST, 2024; PTA. 2024). Notícia presente no site Agencia IBGE Notícias, menciona que 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.

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.

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. 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.

EXAME.COM. **Ganhos ambientais e economia de longo prazo de um edifício sustentável em relação a um edifício convencional**. Disponível em: exame.abril.com.br Acesso em: 13 de outubro de 2013.

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://logisticareversa.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, Jasonnayra 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, Gilbarto. 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 CO2 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 CO₂ 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.

CAPITULO IV

POR QUE A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NÃO É ADOTADA COM FREQUÊNCIA?: Um estudo sobre a percepção e adoção⁴

Resumo:

A preocupação com os problemas ambientais atinge também a construção civil, em todos os aspectos, seja novo empreendimento, reforma ou demolição, pois o setor gera impactos ambientais tanto na extração de materiais quanto nos resíduos deixados na construção/demolição. A implantação de construções sustentáveis pode minimizar esses efeitos. O objetivo do presente estudo foi avaliar a interação dos fatores, como a consciência ambiental, as barreiras para adoção e o conhecimento sobre construção civil sustentável, que têm relação com a adoção da construção sustentável pelo consumidor. Partiu-se de uma revisão da literatura como base fundamental para construção de um questionário apresentado e respondido por 396 consumidores reais no estado de São Paulo, com análise de dados utilizando-se o software SmartPLS 4.0. O modelo estatístico de equações estruturais buscou testar a relação entre a adoção da construção sustentável com o conhecimento sobre construção sustentável, a consciência ambiental relativa à construção sustentável e as barreiras para a adoção da construção sustentável. Possibilitou-se observar que relativamente à variável “barreiras para adoção”, restaram apenas dois itens (falta de políticas públicas e a dificuldade no descarte dos resíduos). Quanto à variável “conhecimento da construção sustentável”, notou-se que o consumidor relaciona conceitos de durabilidade, preservação, integração com a natureza, energia renovável e eficiência dos materiais. E quanto à variável “consciência ambiental sobre construção sustentável”, pode-se perceber a preocupação dos impactos e equilíbrio deste modelo de construção, bem como a preocupação com toda a cadeia da construção civil envolvida (indústria de matéria-prima, construtor, pedreiro, arquiteto, engenheiro, técnicos, vendedores de materiais de construção, proprietários de imóveis), desde a produção dos materiais até o descarte das sobras. Assim, conclui-se que a falta da adoção da construção sustentável com frequência esta vinculada à falta de políticas públicas estimuladoras e falta de integração de incentivo de todos os setores envolvidos.

Palavras-chave: construção civil sustentável; adoção da construção sustentável; barreiras para adoção; conhecimento da construção sustentável; consciência ambiental; consumidor.

Introdução

A preocupação com os problemas ambientais atinge também a construção civil. Tanto uma construção nova, como a demolição de uma construção antiga para reforma ou empreendimento de nova construção geram resíduos volumosos, com impactos sobre a natureza, o meio ambiente e os indivíduos.

A implantação de construções sustentáveis pode minimizar os efeitos causados pelos resíduos da construção e demolição, posto que há possibilidade potencial de reaproveitamento desses resíduos, deixando o mínimo para ser descartado.

⁴ Artigo a ser publicado

Sob este aspecto, o problema da presente pesquisa pode ser representado pela seguinte questão: Será que a consciência ambiental, as barreiras de adoção e o conhecimento sobre construção civil sustentável tem relação positiva com a adoção desta prática pelo consumidor?

Para buscar a resposta do problema apresentado, o objetivo geral da presente pesquisa foi avaliar a relação dos fatores que podem levar o consumidor à adoção da construção civil sustentável.

Para avaliar a adoção da construção civil sustentável, buscou-se base fundamental para formulação de assertivas (questões) que seriam apresentadas a respondentes para conhecer a relação entre a adoção da construção sustentável e sua consciência ambiental.

Fundamentação Teórica

Baptista (2010, p. 11-12), registra que recursos escassos são amplamente utilizados por muitas empresas, sem qualquer tipo de controle, esgotando as bases de recursos naturais como lagos, rios e o solo. Essas organizações são responsáveis também pela degradação ambiental, que além de destruir o ambiente natural que envolve o ser humano, também compromete o ciclo de recuperação próprio da água, do ar e do solo. A noção de desenvolvimento sustentável é imprescindível à necessária redefinição das relações entre a sociedade humana e a natureza. Os recursos naturais são finitos; eles se renovam à medida que são respeitados os ciclos biológicos de regeneração. A educação ambiental é a base que conscientizaria sobre isso.

Linares (2012, p. 11), diz que a sustentabilidade consiste em manter níveis de bem-estar não decrescentes e distribuídos de forma justa tanto intrageracional como intergeracionalmente. Este bem-estar, por sua vez, deriva de uma série de capitais: capital econômico, capital construído, capital natural, capital humano e capital social.

Para Edwards (2005, p.4), somente por meio do uso de tecnologias mais inteligentes, de um maior respeito aos recursos naturais e da substituição da exploração de recursos não renováveis por práticas renováveis e autossuficientes, poderemos reduzir a pressão sobre o meio ambiente.

Segundo Garlet et al. (2021, p. 361), é inevitável pensar em sustentabilidade sem a relacionar com práticas, ações e hábitos que reflitam a preocupação com o meio ambiente e que, por conseguinte, representam os comportamentos para a

sustentabilidade.

Pela Lei 13.186/2015, (Política de Educação para o Consumo Sustentável - PECS), entende-se por consumo sustentável o uso dos recursos naturais de forma a proporcionar qualidade de vida para a geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras. E, os objetivos da Política de Educação para o Consumo Sustentável seriam (BRASIL, 2015):

- I – incentivar mudanças de atitude dos consumidores na escolha de produtos ecologicamente sustentáveis;
- II – estimular a redução do consumo de água, energia e de outros recursos naturais, renováveis e não renováveis;
- III - promover a redução de resíduos sólidos, (retorno de embalagens, pilhas, baterias, pneus, lâmpadas e outros produtos considerados perigosos ou de difícil decomposição);
- IV - estimular a reutilização e a reciclagem dos produtos e embalagens;
- V - estimular as empresas a incorporarem as dimensões social, cultural e ambiental na produção e gestão;
- VI - promover ampla divulgação do ciclo de vida dos produtos, técnicas de manejo dos recursos naturais e de produção e gestão empresarial;
- VII - fomentar o uso de recursos naturais de forma ecologicamente sustentável;
- VIII - zelar pelo direito à informação e pelo fomento à rotulagem ambiental;
- IX - incentivar a certificação ambiental.

A Lei 9.795/1999 (Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA), em seu artigo 1º, registra que se entende por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Segundo Pereira, Nadalin e Gonçalves (2019, p.5), no ano de 2015, o Brasil assumiu, perante a Organização das Nações Unidas (ONU), o compromisso de canalizar seus esforços de políticas públicas para que o país atinja, até 2030, as metas estabelecidas na Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Em conjunto com os dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o objetivo do ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis – oferece uma agenda de desenvolvimento compartilhada globalmente para “tornar as cidades e os assentamentos humanos

inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”.

O Relatório Brundtland, United Nations (1987) e Oliveira (2009, p. 23), mencionam medidas para o alcance do desenvolvimento sustentável das cidades: 1. Uso de novos materiais na construção; 2. Reestruturação da distribuição de zonas residenciais e industriais; 3. Aproveitamento e consumo de fontes alternativas de energia, como a solar, a eólica e a geotérmica; 4. Reciclagem de materiais reaproveitáveis; 5. Consumo racional de água e de alimentos; 6. Redução do uso de produtos químicos prejudiciais à saúde.

Roth e Garcias (2011, p.111), registram que no Brasil, as áreas degradadas provocadas pela construção civil ocorrem em três momentos distintos: na extração e fabricação de materiais de construção, na execução das obras e na disposição dos resíduos por ela gerados.

Segundo Agopyan e John (2011, p. 14), de uma forma resumida, o impacto ambiental da Construção Civil depende de toda uma enorme cadeia produtiva: extração de matérias-primas; produção e transporte de materiais e componentes; concepção e projetos; execução (construção), práticas de uso e manutenção e, ao final da vida útil, a demolição/desmontagem, além da destinação de resíduos gerados ao longo da vida útil. E, para se atingir a sustentabilidade da construção é imprescindível a incorporação da inovação pela construção civil, com mudanças em todas as suas atividades (AGOPYAN; JOHN (2011, p. 21).

Segundo a ABNT NBR 15.575/2013, os requisitos do usuário da construção civil com vistas à sustentabilidade são expressos pelos seguintes fatores: durabilidade; manutenibilidade e impacto ambiental.

Segundo Plessis (2002, p.4), uma "indústria de construção sustentável" não significa mais simplesmente que a indústria é capaz de continuar seus negócios e crescer, mas também que ela apoia os princípios do desenvolvimento sustentável – o que pode significar que em alguns casos ela precisa parar de crescer, ou crescer de maneiras diferentes. A construção sustentável é um processo holístico que visa restaurar e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído, e criar assentamentos que afirmem a dignidade humana e incentivem a equidade econômica. A sustentabilidade exigirá mudanças fundamentais e de longo alcance na ordem econômica mundial e nas relações de poder, modelos de desenvolvimento, práticas de produção, atitudes em relação aos recursos e modos de vida.

De acordo com Silva (2015, p. 2), buscar uma indústria da construção mais sustentável é fornecer mais valor, poluir menos, ajudar no uso sustentado de recursos, responder mais efetivamente às partes interessadas, e melhorar a qualidade de vida presente sem comprometer o futuro. Construção sustentável não é desempenho ambiental excepcional à custa de uma empresa que saia do mercado, nem desempenho financeiro excepcional, à custa de efeitos adversos no ambiente e comunidade local. Isto posto, a construção sustentável não implica em priorizar uma dimensão em detrimento das demais, nem demanda uma solução perfeita, mas sim preza pela busca do equilíbrio entre a viabilidade econômica que mantém as atividades e negócios; as limitações do ambiente; e as necessidades da sociedade.

Kibert (2008) e Kibert (1994, p.6), colocam que a estrutura para construção sustentável engloba: a) princípios: reduzir, reusar, reciclar, proteger a natureza, eliminar toxinas, custo do ciclo de vida e qualidade; b) recursos: terra, materiais, água, energia e ecossistemas; c) estágio/fase: planejamento, desenvolvimento, projeto, construção, uso e operação, manutenção, modificação e desconstrução. Para Silva et. al. (2017, p.14), a importância do uso dos 5 R's (reduzir, reutilizar ou reaproveitar, reciclar, repensar e recusar) é dada pelos resultados positivos gerados na sociedade.

Conforme Mateus (2009, p. V), a construção sustentável é um conceito multidimensional que é baseado no desempenho de uma construção ao nível de cada uma das referidas dimensões. Este conceito está relacionado com a redução do consumo de energia não renovável, materiais e água e ainda da produção de emissões, resíduos e poluentes. Para que um edifício seja sustentável é necessário que durante o seu ciclo de vida se respeitem, entre outras, as seguintes prioridades: otimizar o potencial do terreno; preservar a identidade cultural regional; minimizar o consumo de energia; proteger e preservar os recursos de água; utilizar materiais e produtos de construção ecoeficientes; manter um ambiente interior saudável e confortável; otimizar as práticas de utilização e de manutenção; e reduzir dos custos de ciclo de vida.

Techio (2016, p. 189), menciona que o termo “construção verde” surge a partir da percepção do mercado de uma preocupação coletiva crescente com a preservação do meio ambiente, motivada pela crise ambiental. Neste sentido, a “construção verde” se instala no campo social como uma estratégia de marketing, marcada pelo apelo da preservação e preocupação com o meio ambiente e, assim, garantindo o progresso econômico mais sustentável.

De acordo com Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppä e Airaksinen (2017, p.234), o conceito de “cidade inteligente” apoia a ideia de sustentabilidade ambiental, pois seu principal objetivo é reduzir as emissões de gases de efeito estufa em áreas urbanas por meio da implantação de tecnologias inovadoras.

Segundo Falcão, El-Deir e Holanda (2022, p.4), o principal foco para sustentabilidade do setor da construção deve consistir no consumo sustentável de recursos ambientais, porque isto implica na redução da geração de resíduos.

Gouveia (2012, p.12), expõe que as decisões que envolvem o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos são fundamentalmente decisões sobre saúde pública e requerem, portanto, a integração entre políticas econômicas, sociais e ambientais. Para Conto, Oliveira e Ruppenthal (2017), a escala de prioridade na gestão de resíduos sólidos seria: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e rejeito.

Marotti, Pereira e Pugliesi (2017, p. 361), afirmam que a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei 12.305/2010) é o principal instrumento normativo para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil, enfatizando a importância da estrutura apresentada na Lei, de suas disposições e conteúdo, dentre eles seus princípios, objetivos e instrumentos.

Na Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), a definição de resíduos sólidos está assim apresentada: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

O Decreto 10.936/2022, que atualmente regulamenta a Lei 12.305/2010, em seu artigo 30, menciona que na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos, será observada a seguinte ordem de prioridade (BRASIL, 2010; BRASIL, 2022):

- I - não geração de resíduos sólidos;
- II - redução de resíduos sólidos;
- III - reutilização de resíduos sólidos;
- IV - reciclagem de resíduos sólidos;
- V - tratamento de resíduos sólidos; e
- VI - disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Para Amadei, Pereira, Souza e Meneguett (2011), são inúmeros os impactos que os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) geram em diversas áreas: Ambientais: Ocupação de áreas naturais em baixadas, terrenos desocupados e fundos de vale, obstrução de rios e córregos que fazem a drenagem superficial das águas; Sociais: gestores e coletores, em geral, não possuem o conhecimento técnico necessário para a preservação sanitária e ambiental; Sanitários: desenvolvimento de vetores que exercem efeito deletério para o saneamento local; Visuais: a paisagem local fica comprometida; Econômicos: altos custos para a realização da gestão corretiva dos RCD.

Para Marinho e Silva (2012, p. 102), os Resíduos da Construção e Demolição – RCD lançados no meio ambiente, segundo dados levantados em diversas cidades brasileiras, representam mais de 50% da massa de resíduos sólidos urbanos. A indústria da construção civil apresenta particularidades, e, dentre suas principais características estão o elevado desperdício e o grande impacto ambiental gerado em termos de volume de resíduos gerados e matéria-prima consumida.

De acordo com a Resolução Conama 307/2002 e as ABNT NBR 15.112/2004, 15.113/2004, 15.114/2004, 15.115/2004, 15.116/2021, os resíduos da construção civil são 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.

Dias (2012, p.20), registra que políticas de educação ambiental, mudanças nos hábitos e atitudes dos cidadãos são fundamentais para a redução e prevenção na geração de resíduos.

Para Serrador (2008), as principais dificuldades para implementação do conceito de sustentabilidade na construção civil seriam: falta de envolvimento e liderança do Poder Público; falta de integração entre os atores da cadeia da construção civil; uma cultura construtiva calcada na improvisação; cultura ainda restrita de racionalização da obra desde o projeto; demanda restrita por sistemas construtivos mais racionalizados por clientes particulares e públicos; ausência de dados e indicadores de impactos ambientais; falta de concretização de conceitos para formação de programas setoriais; atendimento deficitário à demanda por materiais

certificados e custo comparativamente alto em relação aos tradicionais.

O estudo de Fontolan et al. (2023, p. 16-17), relativo à construção sustentável, mostrou que no Brasil, os principais motivadores seriam: a demanda e a transformação do mercado, a demanda dos clientes e edifícios mais saudáveis. As barreiras mais destacadas foram o custo inicial elevado, falta de iniciativas e suporte público, e falta de consciência da população. Demonstrou ainda que a construção verde tem um impacto que vai além dos benefícios ambientais, como o aumento da produtividade e satisfação dos funcionários.

Pequisa de Barros et al. (2023, P. 124), procurou entender o nível de conhecimento e interesse dos arquitetos e engenheiros acerca das certificações sustentáveis no município de Cuiabá, no estado do Mato Grosso, buscando identificar os entraves para a execução de projetos sustentáveis, a adoção de tais conceitos em seus projetos e por fim, a percepção da sustentabilidade como diferencial para vantagem competitiva.

Já a pesquisa de Bottega et al, 2020, p. 10, procurou identificar o nível de conhecimento sobre parâmetros de sustentabilidade na construção civil, de estudantes iniciantes e concluintes do curso de engenharia civil de duas instituições de ensino superior, localizadas em regiões próximas no estado de Santa Catarina.

Paralelamente a essa informação, constata-se que as Resoluções do Ministério da Educação e Cultura (MEC) que tratam das diretrizes curriculares dos cursos de graduação, Resolução CNE/CES 02/2010 em Arquitetura e Urbanismo e Resolução CNE/CES 02/2019 em Engenharia, ambas alteradas pela Resolução CNE 01/2021, assim como a Resolução CNE/CEB 06/2012 que define diretrizes curriculares nacionais para a educação profissional técnico de nível médio, aqui incluídos os Cursos de Técnico em Edificações e Técnico em Desenho da Construção Civil, nenhuma delas observa a exigência de disciplinas específicas relacionadas ou relativas à sustentabilidade (Portal MEC (2024). Isso não é bom, pois sempre é o técnico quem muda a opinião do consumidor, e nesta era do conhecimento, ele é que poderia divulgar conhecimentos sobre construção sustentável.

Deste rol de conceitos, explanações e conclusões de autores formulou-se as seguintes hipóteses da pesquisa:

H1: As características que formam o conhecimento sobre construção civil sustentável contribuem para a adoção desse tipo de construção;

H2: O entendimento sobre as barreiras para a adoção da construção civil sustentável impede a sua adoção;

H3: As características que formam a consciência ambiental contribuem para a adoção da construção civil sustentável.

Procedimentos Metodológicos

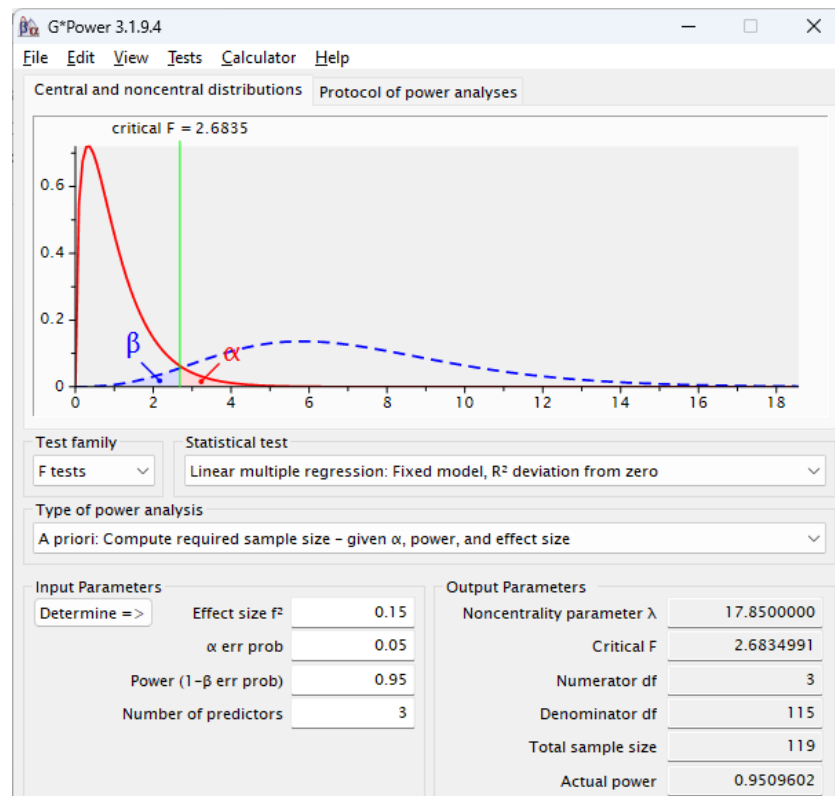
Foi conduzida uma pesquisa quantitativa por meio de uma “survey” aplicada em uma amostra de 396 consumidores aleatórios reais residentes no estado de São Paulo sendo que 12% responderam presencialmente e 88% de forma remota. Essa amostra contém respostas que atendem à expectativa do objetivo proposto. A análise dos dados foi realizada por meio da modelagem de equações estruturais utilizando-se o *software SmartPLS 4.0*.

Nas Ciências Sociais Aplicadas existem dados que são melhores analisados por meio de equações estruturais com base em variância (VB-SEM) ou em modelos de estimação de ajuste de mínimos quadrados parciais (*partial least square* – PLS). É possível, assim, calcular as correlações entre os constructos e suas variáveis. Assim sendo, optou-se por utilizar Modelagem de Equações Estruturais com PLS no *software SartPLS 4.0* (RINGLE; SILVA; BIDO, 2014).

Para avaliação do tamanho da amostra mínima e adequada para a análise do modelo apresentado (Figura 2), seguiram-se as recomendações de Ringle, Silva e Bido (2014) em que a variável (constructo) que “recebe mais setas” (preditores) é aquela que decide o tamanho da amostra. Analisando a Figura 2 constata-se que a variável (constructo) com mais preditores é a “Adoção da Construção Sustentável” com três setas chegando a ela.

Assim foi utilizado o *software G*Power 3.1.7*, considerando um critério mais rigoroso, que foi Tamanho do Efeito Médio (0,15) e poder do teste de 0,95 sendo que, as especificações de Cohen (1988) para a área de Ciências Sociais e do Comportamento é Tamanho do Efeito Médio (0,15) e poder do teste de 0,80. Assim, pelo critério mais rigoroso, tem-se que seriam necessários para uma escala como a utilizada na pesquisa, uma amostra mínima de 119 respondentes (Figura 1), contudo a pesquisa coletou 396 respostas validas que é 3,3 vezes o tamanho mínimo necessário.

Figura 1 – Protocolo do tamanho da amostra



Fonte: Programa G*Power

Considerando-se a matriz metodológica, tem-se que esta pesquisa é de natureza aplicada (Silva e Menezes, 2005); sua abordagem metodológica é exploratória e descritiva (Hair Junior et al., 2005); o método de pesquisa é uma “survey” (Hair Junior et al., 2005); o objeto de pesquisa são os cidadãos comuns de ambos os sexos, pessoas consideradas capazes de compreender aspectos ligados à sustentabilidade na construção civil; a técnica de coleta de dados consistiu no auto-preenchimento de respostas ao questionário; o instrumento de coleta de dados foi o questionário estruturado (Cooper e Schindler, 2011) e para a análise de dados utilizou-se testes de frequência para análise descritiva (Hair Junior et al, 2007; Cooper e Schindler, 2011), a análise fatorial confirmatória (AFC) por meio de modelagem de equações estruturais (MEE) baseado em modelo de medidas PLS-PM (*Partial Least Square Path Modeling*) (Ringle, Wende e Will, 2005).

Em um primeiro momento, a pesquisa buscou, por meio de levantamento bibliográfico, compreender e conhecer sobre o uso de materiais alternativos (não convencionais) aplicados na construção civil; conhecer a legislação dos resíduos

sólidos com vistas à sustentabilidade; refletir sobre a sustentabilidade e esta aplicada à construção civil.

Seguiu-se uma exploração teórica sobre pontos essenciais na preparação de proposições (semelhantes a questionário), que envolvem assuntos pertinentes à construção civil sustentável, desenvolvido, validado e testado.

Seguindo a recomendação de DeVellis (2003), o questionário foi analisado e validado, em face e conteúdo, por especialistas reconhecidos por sua reputação e conhecimento do tema tratado. O questionário proposto foi enviado para a análise e validação de (10) dez especialistas, sendo que o número mínimo válido exigido, sugerido pelo autor, é de (5) cinco validações. Juntamente com o questionário, foi também encaminhado o objetivo da pesquisa para orientar a análise a ser realizada.

Compôs-se então assertivas com 48 questões fechadas (Quadro 1), sendo utilizada a Escala de Likert, que é um método definido por um conjunto de itens apresentados como afirmações para mensurar a reação do sujeito em três, cinco ou mais categorias (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013, p. 261). Quanto as variáveis categóricas da pesquisa, foram as variáveis sexo, faixa etária, renda familiar e estado civil.

Nesta pesquisa exploratória, utilizou-se uma escala de 5 pontos. Segundo Creswell (2010, p.26) “a escolha do uso de questões fechadas contribui para a confirmação ou não das hipóteses quantitativas propostas na pesquisa assim como para a coleta de dados por meio de um instrumento de pesquisa que foi estruturado e validado com base nos preceitos teóricos do trabalho”. Ainda, segundo o autor, este procedimento de pesquisa permite testar teorias objetivas, examinando a relação entre as variáveis.

Quadro 1 – Questionário utilizado na pesquisa

	COD	DESCRIÇÃO
Adoção da Construção Sustentável	ACS_01	Ao optar por uma construção sustentável estou colaborando para reduzir o impacto ambiental e promover sua durabilidade.
	ACS_02	A estratégia de marketing da "construção verde" facilita a conscientização coletiva com a preservação do meio ambiente.
	ACS_03	Ao adotar uma construção sustentável procura-se eliminar o impacto ambiental desde o uso da matéria prima até a destinação dos resíduos.
	ACS_04	O reaproveitamento dos resíduos da construção civil e de demolição (RCD) fazem parte da construção sustentável.
	ACS_05	Compreendo que ao adotar uma construção sustentável, o tratamento dos resíduos sólidos será diferenciado.
	ACS_06	Adotando-se uma construção sustentável, o gerenciamento dos resíduos sólidos terá como prioridade: a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final em ambiente adequado.
	ACS_07	Ao adotar a construção sustentável a utilização dos recursos naturais proporciona qualidade de vida à geração presente e não compromete as necessidades das gerações futuras.
	ACS_08	A adoção da construção sustentável provoca menos poluição, melhora a qualidade de vida, busca equilíbrio entre a viabilidade econômica, as limitações do ambiente e as necessidades da sociedade.
	ACS_09	Fico motivado por uma construção sustentável por sua durabilidade, pela confiança nas novas tecnologias e por refletir a imagem de cidadão responsável
Barreira para Adoção da Construção Sustentável	BACS-01	Não percebo incentivo para aproveitamento de resíduos de materiais de demolição em novas construções.
	BACS-02	Tenho dúvida de que uma construção sustentável seja durável, de fácil manutenção e contribua de fato para atenuar o impacto ambiental.
	BACS-03	Não estou certo de que uma estratégia de marketing da "construção verde" sirva como ponto de partida para uma conscientização coletiva de preservação do meio ambiente.
	BACS-04	Não vejo formas capazes de reduzir os impactos ambientais na cadeia produtiva da construção sustentável.
	BACS-05	Desconfio de toda inovação em materiais ou técnicas construtivas capazes de tornar uma construção civil sustentável.
	BACS-06	Acredito que "cidades inteligentes" seja um mito, pois tecnologias inovadoras são difíceis de serem implantadas para redução de impactos ambientais.
	BACS-07	Vejo dificuldades na eliminação dos resíduos da construção civil e demolição.
	BACS-08	Enxergo obstáculos operacionais no gerenciamento de resíduos sólidos numa construção sustentável, por falta de regras ou políticas públicas prioritárias.
	BACS-09	Não acredito que uma construção sustentável possa fazer uso dos recursos naturais visando qualidade de vida sem que haja fiscalização e acompanhamento adequados.
	BACS-10	Desconfio que a construção sustentável contribui para um processo de integração entre os ambientes naturais e construídos
	BACS-11	Desconfio que a implantação de uma construção sustentável possa reduzir a quantidade de resíduos da construção e demolição (RCD).
	BACS-12	Penso na dificuldade em aliar o conceito de uma "construção sustentável" ao uso de energia renovável.
	BACS-13	Admito como barreiras para a construção sustentável o risco de sofrer perdas financeiras e a resistência a mudanças.
	BACS-14	Considero barreira para adoção de uma construção sustentável o custo da construção.
	BACS-15	Considero barreira para adoção de uma construção sustentável o dispêndio em um maior investimento.
Consciência Ambiental para a Construção Sustentável	CACS_1	Sempre que me deparo com caçambas de entulho retirados de uma construção ou reforma, fico imaginando onde serão descartados.
	CACS_2	Creio que a construção sustentável busca equilíbrio entre a viabilidade econômica, as limitações do meio ambiente e as necessidades da sociedade.
	CACS_3	Sei sobre a existência da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que é o principal instrumento normativo para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil.
	CACS_4	Acredito que "construção sustentável" é inovadora e está relacionada com a energia renovável.
	CACS_5	Creio que há dificuldades para implementar o conceito de sustentabilidade na construção civil.
	CACS_6	Possuo algum conhecimento sobre os parâmetros da construção sustentável.
	CACS_7	Compreendo a ordem de prioridade na gestão dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, rejeito.
	CACS_8	Entendo que sustentabilidade implica em durabilidade, manutenção facilitada e redução do impacto ambiental.
	CACS_9	Imagino a construção sustentável ou "construção verde" como uma preocupação que deve envolver a todos e colaborar para reduzir a crise ambiental.
	CACS_10	O impacto ambiental gerado pela construção civil provém desde a matéria prima até a destinação dos resíduos.
	CACS_11	Entendo que "cidades inteligentes" implicam em preocupação com o meio ambiente.
	CACS_12	Tenho consciência de que os resíduos da construção civil ou de demolição (RCD) geram impactos ambientais.
	CACS_13	Compreendo que resíduos sólidos são materiais em estado sólido ou semissólido, resultantes das atividades humanas.
Conhecimento sobre Construção Sustentável	CCS_01	Entendo que materiais retirados da demolição de um imóvel podem ser reutilizados.
	CCS_02	Entendo que uma construção sustentável é inovadora, envolve durabilidade, facilidade de manutenção e menor impacto ambiental.
	CCS_03	Entendo que "construção verde" é uma forma de garantir a preservação do meio ambiente e reduzir a crise ambiental.
	CCS_04	Entendo que numa construção sustentável o impacto ambiental já é estimado e minimizado.
	CCS_05	Compreendo que "cidades inteligentes" são voltadas à sustentabilidade ambiental com implantação de tecnologias inovadoras.
	CCS_06	Imagino que a construção civil utiliza recursos escassos da natureza, sem controle e degrada o ambiente, comprometendo o ciclo de recuperação da água, ar e solo.
	CCS_07	Entendo que na construção sustentável a gestão de resíduos sólidos priorize a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final adequada.
	CCS_08	Entendo que a construção sustentável faz uso dos recursos naturais de forma a proporcionar qualidade de vida à geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras.
	CCS_09	Concordo que a construção sustentável é um processo com o propósito de manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos
	CCS_10	Acredito que construção sustentável se relaciona com a energia renovável, utilizando materiais e produtos de construção ecoeficientes.
	CCS_11	Pagaria mais caro para morar em uma habitação construída com materiais sustentáveis

Cabe esclarecer que nesta pesquisa foi utilizado o termo variável em vez de constructo, já que segundo Creswell (2010, p. 77) o termo constructo é um termo abstrato mais usado pelos psicólogos sendo que “os cientistas sociais usam caracteristicamente, o termo variável, já que essas incluem em suas medidas gênero, idade, *status quo* socioeconômico e atitudes ou comportamentos”.

Assim, o questionário buscou abranger aspectos que procuram compreender o conhecimento que as pessoas têm sobre construção sustentável, a consciência ambiental dessas pessoas para uma tendência à construção sustentável, as barreiras que as pessoas identificam para não adotar construção sustentável e a predisposição em adotar a construção sustentável.

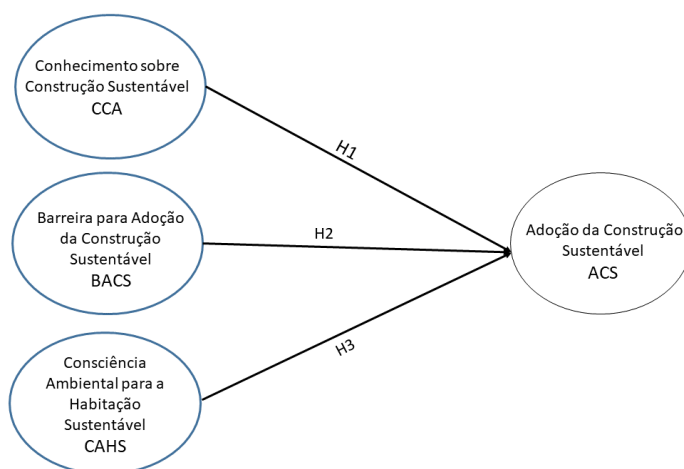
Partindo-se então da Adoção da Construção Sustentável e analisando-se a ligação desta com as demais variáveis, quais sejam: barreiras para adoção, consciência ambiental e conhecimento sobre construção sustentável, foram avaliadas as hipóteses já apresentadas, conforme a Figura 2:

H1: As características que formam o conhecimento sobre construção civil sustentável contribuem para a adoção desse tipo de construção;

H2: O entendimento sobre as barreiras para a adoção da construção civil sustentável impede a sua adoção;

H3: As características que formam a consciência ambiental contribuem para a adoção da construção civil sustentável.

Figura 2 – Hipóteses de relações



Fonte: os autores (2024)

Procedimentos para Análise dos Dados

Para as análises descritivas foi usado o *software* SPSS 22.0, análise do perfil dos respondentes. Sendo assim, a amostra está composta por 52% de pessoas do gênero feminino e 48% do gênero masculino, sendo que 49% são pessoas com a faixa etária entre 20 e 29 anos de idade e 36% com renda de até 2 salários mínimos. Contudo as rendas entre 4 e 10 salários foi de 48% da amostra.

Para a Modelagem de Equações Estruturais (MEE) com o Método de Mínimos Quadrados Parciais (*Partial Least Square* – PLS), foi utilizado o *software* SmartPLS 4.0. Para avaliar a consistência do modelo a ser considerado, em todos os testes, foi utilizado o nível de significância (α) de 0,05 ou 5% que é o nível de significância mais recomendado na literatura (HAIR; BLACK; BABIN; ANDERSON; TATHAM, 2007).

Deve-se ressaltar que os modelos de medidas para o cálculo da MEE são aqueles que não necessitam da normalidade multivariada. Mais especificamente, três modelos podem ser usados: *Diagonized Weighted Least Square* (DWLS) ou Mínimos Quadrados Ponderados Diagonalizados), *Weighted Least Square* (WLS) ou Mínimos Quadrados Ponderados) e PLS-PM (Hair, Black, Babin, Anderson, Tatham, 2007). Os dois primeiros necessitam de grandes amostras, enquanto o terceiro o PLS-PM, possibilita uma adequação melhor para a análise de dados em amostras menores, como foi demonstrado pelo cálculo do tamanho mínimo da amostra para esta pesquisa.

Quanto aos critérios de ajuste para validação convergente de modelos que são analisados por meio do PLS-PM, foram utilizados os seguintes:

- O AVE (*Average Variance Extracted* - Variância Média Extraída) deve ser superior à 0,50 e avalia se as variáveis estão correlacionando positivamente em seus respectivos construtos. Com AVEs maiores que 0,50, admite-se que o modelo converge para um resultado satisfatório (FORNELL; LARCKER, 1981; HAIR JR ET AL., 2014).

- A Confiabilidade Composta e o Alfa de Cronbach: São critérios que avaliam a correlação interna das variáveis e demonstram o quanto as variáveis “conversam” entre si. Para efeito de ajuste, o valor deve ser maior que 0,70 (70%) de acordo com Hair Jr et al (2014).

- R quadrado (R^2): Parte das variáveis que explicam as variáveis e indicam a qualidade do modelo de ajustamento. Para a área de Ciências Sociais e Comportamentais, Cohen (1988) sugere que $R^2=2\%$ seja classificado como efeito pequeno, $R^2=13\%$ como efeito médio e $R^2=26\%$ como efeito grande.

- O tamanho do Efeito ou indicador de Cohen (f^2): Avalia como cada construção é "útil" para o ajuste do modelo. Os valores de 0,02, 0,15 e 0,35 são considerados de pequenos, médios e grandes, respectivamente segundo Hair Jr et al (2014).

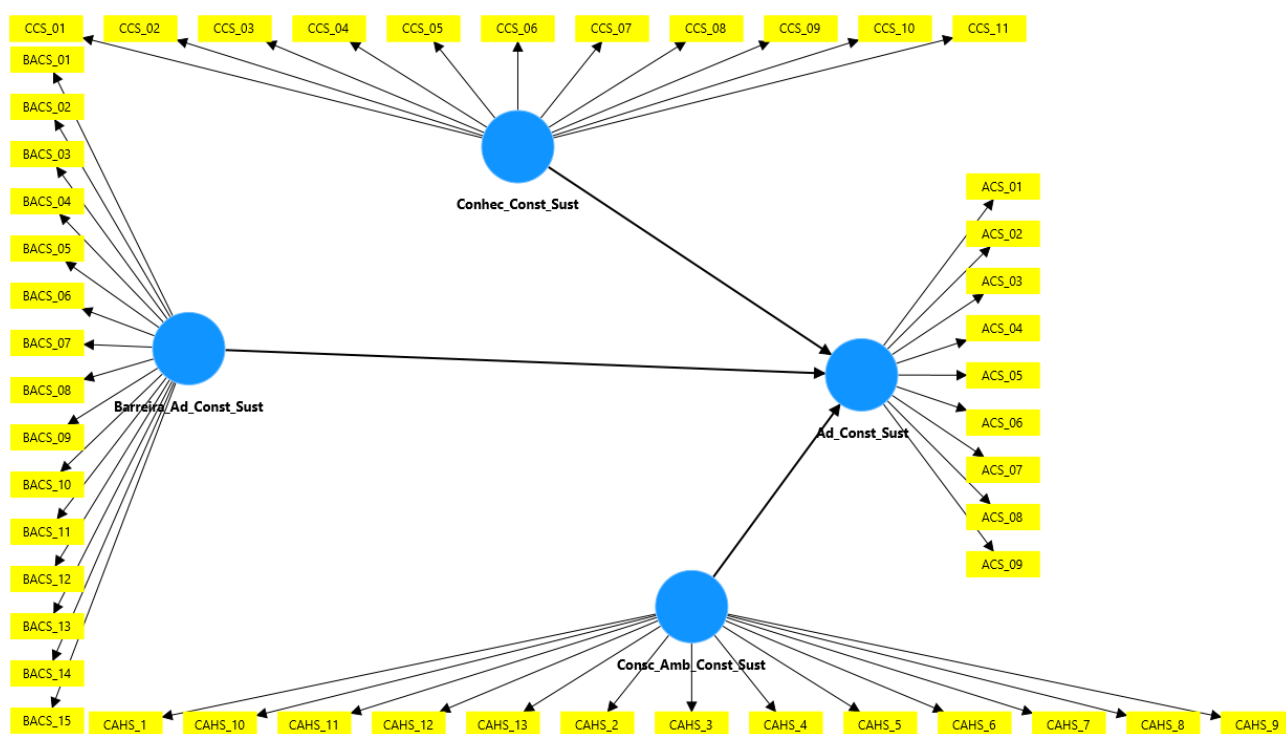
- A validade preditiva ou indicador de Stone-Geisse (Q^2) avalia a precisão do modelo de ajuste. Os critérios são valores maiores que zero (HAIR ET AL., 2014).

Em sequência, foi avaliado se as relações são significantes, para tanto, p-valor deve ser menor ou igual que 0,05 ($p \leq 0,05$). No entanto, o *software* calcula testes t de Student e não os p-valores. Assim, segundo Ringle, Silva e Bido (2014) deve-se interpretar que para os graus de liberdade elevados, valores acima de 1,96 correspondem a p-valores $\leq 0,05$ (entre -1,96 e +1,96 corresponde à probabilidade de 95% e fora desse intervalo 5%, em uma distribuição normal). Para testar a significância das relações apontadas, usado o módulo "Bootstrapping" do PLS.

Após rodar o módulo Bootstrapping aparecem no modelo os valores do teste t. Assim, se os valores das relações forem acima de 1,96, pode-se dizer que as correlações são significantes e aceita-se as hipóteses da pesquisa (RINGLE; SILVA; BIDO, 2014).

Seguindo os critérios aqui expostos, foi testado o modelo proposto na Figura 3.

Figura 3 – Modelo inicial proposto.



O modelo buscou testar a relação entre a adoção da construção sustentável com o conhecimento sobre construção sustentável, a consciência ambiental relativa à construção sustentável e as barreiras para a adoção da construção sustentável.

Após efetuados os respectivos ajustes, deve-se avaliar a validade discriminante do modelo, ou seja, se as variáveis explicam coisas diferentes. Para tanto, foi utilizado o critério de Fornell e Larcker, que compara as raízes quadradas dos valores dos AVE's de cada variável com as correlações dele (Pearson) para com as outras variáveis (ou variáveis latentes) (FORNELL; LARCKER, 1981). Segundo os autores, a raiz quadrada das variáveis deve ser maior que o valor de sua correlação com as outras variáveis.

Por fim, se avaliou a significância ou p-valor das relações causais (coeficientes de caminho ou de regressão) e das correlações entre as variáveis latentes (variáveis) e as variáveis observadas (itens da escala). O recurso do SmartPLS usado foi o módulo "*bootstrapping*" com 1000 amostragens.

Resultados e Discussão

Como já apresentado, para a análise dos dados foi utilizado o *software* SmartPLS 4.0. Partindo do modelo criado a partir da geração de hipóteses, o modelo foi testado e removido os itens que não apresentavam cargas fatoriais acima de 0,50 (HAIR et al., 2014), para atender ao critério da AVE, isto é, $AVE > 0,50$. Nesse sentido, as questões ACS 01, ACS 03, ACS 05, ACS 06 e ACS 08, CCS 02, CCS 03, CCS 08, CCS 09, CCS 10, CAHS 02, CAHS 09, CAHS 10, CAHS 12, BACS 07 e BACS 08 permaneceram no modelo, enquanto as outras foram retiradas por não apresentarem o ajuste recomendado pela literatura.

Dando sequência às análises, avaliaram-se os R^2 , o alfa de Cronbach (consistência interna) e Confiabilidade Composta, o tamanho do Efeito ou indicador de Cohen (f^2), e a validade preditiva (Q^2) ou indicador de Stone-Geisse. Os referidos indicadores de qualidade estão expressos na Tabela 1. O modelo final ajustado é o que consta da Figura 4.

Tabela 1 – Indicadores de qualidade

Variável	AVE	Confiabilidade e Composta	R ²	Alfa de Cronbach
Ad_Const_Sust	0,518	0,843	0,668	0,767
Barreira_Ad_Const_Sust	0,652	0,789	---	0,468*
Conhec_Const_Sust	0,522	0,844	---	0,771
Consc_Amb_Const_Sust	0,549	0,830	---	0,726
Valores de Referência	>0,50	>0,70	0,02 pequeno, 0,13 médio e 0,26 grande	>0,60

*Não prejudica o ajuste do modelo

A seguir foi realizada a validade discriminante utilizando o critério de Fornell-Larcker, pois os constructos devem se relacionar, mas serem independentes. A análise do Quadro 2 mostra que as raízes quadradas das AVE são maiores, em todos os casos, que as correlações entre os constructos. Esse fato mostra que o modelo tem validade discriminante e pode ser interpretado.

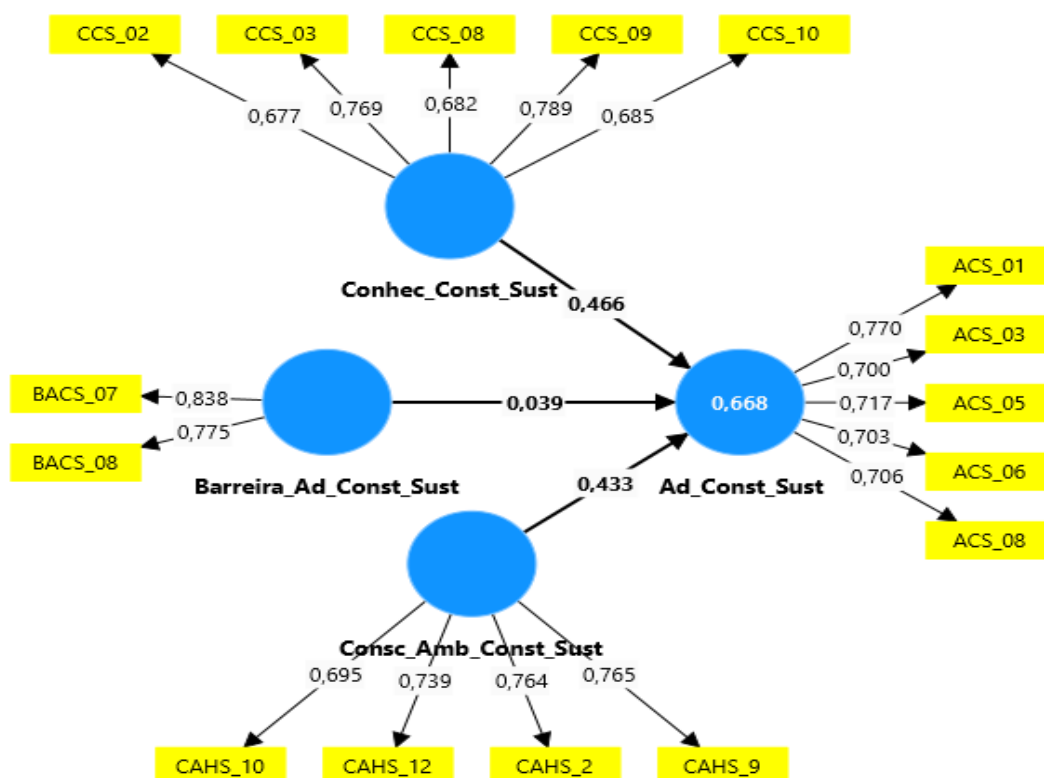
Quadro 2 – Avaliação da Validade Discriminante - Comparação das raízes quadradas das AVE (em amarelo na diagonal principal) versus correlação entre variáveis

	Adoção da Constr Sust	Barreira p/ Ad_Const_Sust	Conhec_Const_Sust	Consc_Amb_Const_Sust
Ad_Const_Sust	0,719			
Barreira_Ad_Const_Sust	0,413	0,807		
Conhec_Const_Sust	0,730	0,371	0,722	
Consc_Amb_Const_Sust	0,719	0,463	0,575	0,741

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Então, tem-se que, ao final da análise, o modelo apresentado na Figura 4 e pode-se analisar as hipóteses da pesquisa por meio do coeficiente de caminho (Tabela 2).

Figura 4 – Modelo final ajustado



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Tabela 2 – Avaliação das hipóteses

Hipóteses	Path Coefficients (β)	p-valor	T-valor	Conclusão
H1	0,466	0,000	9,774	Suportada
H2	0,039	0,291	1,056	Não-Suportada*
H3	0,433	0,000	8,854	Suportada

*Não apresentou qualidade de ajuste no modelo

Análise dos Resultados

Uma análise mais detalhada e aplicada dos resultados alcançados possibilita observar que, quando se trata das “Barreiras para adoção da Construção Sustentável”, as questões que ficaram no modelo retratam dois aspectos. O primeiro, relacionado à falta de políticas públicas que direcionam este modelo de construção (BACS_08). No capítulo III nota-se que o emprego de práticas para promover a construção sustentável não é vão, havendo possibilidades de tornar a construção civil sustentável, o que leva a estudar ou diagnosticar as razões da não adoção da

construção sustentável em sua plenitude, promovendo mudanças culturais até nas ações públicas.

O segundo, relaciona a dificuldade no descarte dos resíduos da construção civil (BACS_07) sendo que a representação desta variável na composição para Adoção da Construção Sustentável não teve relevância e ainda representa um ponto de melhoria necessária para o setor. No capítulo II, descobriu-se que não há uma política pública nacional clara que aborde e regularize o gerenciamento e destino dos resíduos da construção civil, de maneira que haja uma uniformidade de procedimentos e cuidados necessários, notando-se falta de norma que discipline o uso, reuso ou mesmo, quando não puderem ser aproveitados, como devam ser descartados de modo a contribuir para a preservação do meio ambiente.

Quando se observa a variável “Conhecimento da Construção Sustentável”, pode-se notar que o consumidor relaciona este aspecto com conceitos de durabilidade, preservação e integração com a natureza, energia renovável e eficiência dos materiais. Ele ainda não reconhece que os tipos de materiais utilizados na construção podem levar para o conceito de Construção Sustentável. Realmente, o capítulo I, demonstrou a possibilidade de trabalhar, por exemplo, com agregados de materiais variáveis que tornem o custo de construção menor e apresentem progresso em relação à sustentabilidade, aproveitando-se o que seria descartado e amenizando o impacto ambiental.

Semelhantemente, em outra pesquisa realizada por Marques, Simões e Braga Junior (2024) ficou demonstrado que trabalhar com agregados não convencionais, reduz custo e reduz extração de elementos da natureza com menor impacto ambiental.

Por outro lado, quando se trata da “Consciência Ambiental sobre a Construção Sustentável”, percebe-se que os respondentes têm a compreensão dos impactos e equilíbrio que este modelo de construção busca (CAHS_2) e no contexto de preocupação com toda a cadeia envolvida, deste a produção dos materiais até o descarte das sobras. No capítulo III, apresenta-se caminhos que podem trazer contribuições para a construção sustentável e deve ser considerado 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 o desperdício de materiais e amenizar o problema

com aplicação dos princípios da construção sustentável, melhorando-se os aspectos sociais, econômicos e culturais.

Estes apontamentos contribuem para entender os principais aspectos que demandam a “Adoção da Construção Sustentável” que está relacionada à redução de impacto ambiental, uso e destinação adequada dos resíduos gerados na construção, busca de uma maior durabilidade da construção considerando-se custo versus benefícios e por fim, geram menos poluição.

Conclusão

A análise dos resultados permite concluir que a adoção da construção sustentável se relaciona principalmente à redução dos impactos ambientais, mormente na destinação adequada dos resíduos, na durabilidade e benefícios da construção sustentável versus seus custos, bem como menor poluição.

Mas, esse sistema construtivo não vem sendo adotado com frequência dada à falta de políticas públicas estimuladoras, bem como falta de integração de todos os setores (indústria de materiais, profissionais de projetos e execução de obras, consumidores da construção proprietários dos imóveis) envolvidos no sentido de incentivar-se um ao outro a essa prática.

Talvez, essa falta de integração dos agentes envolvidos em torno da sustentabilidade na construção civil, que deveria ser iniciada por profissionais de projetos divulgando conhecimentos e incentivando aplicações, seja motivada pela falta de preparo desses técnicos, posto que nos cursos técnicos e de graduação não há exigência de disciplinas específicas para aprendizado dessa temática.

Também, a falta de políticas públicas e de incentivos do governo para a implementação desse sistema construtivo, bem como para a solução rápida do problema dos resíduos, são assuntos que já foram mencionados nas pesquisas de Serrador (2008) e Fontolan et al. (2023), o que vem atestar o que apresentou a análise dos dados da pesquisa (questionário) junto aos potenciais consumidores, por meio da modelagem de equações estruturais.

Todavia, como o consumidor não está distante do entendimento, nem disperso em seu posicionamento, há vislumbre de que havendo estímulo e uma melhor comunicação sobre os benefícios da adoção da construção sustentável, haja incremento gradativo de progresso ou evolução dessa prática, mudando-se a “cultura”, até mesmo por meio da *internet* e redes sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

AMADEI, Daysa Ione Braga; PEREIRA, Juliana Alves; SOUZA, Rafael Alves de; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. **Revista NUPEM**, Campo Mourão, v.3, n.5, ago./dez.2011

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

BARROS, Jéssyca Rondon de; COSTA, Marcelo Ednan Lopes da. BILIO, Reinaldo de Souza; MACHADO, Nadja Gomes; BACARJI, Alencar G. Construção Civil Sustentável: o cenário na região metropolitana de Cuiabá-MT a partir da percepção de arquitetos e engenheiros locais. **MIX Sustentável**, abril 2023, 9(2):121-133. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2023.v9.n2.121-133

BOTTEGA, Gabriela Scheider de Sousa; OLIVEIRA, Juliana Kiles; BALZAN, Katiane Laura; PILZ, Silvio Edmundo; DALCANTON, Franciello; COSTELLA, Marcelo Fabiano. A Percepção da Consciência Ambiental na Construção em Estudantes de Engenharia Civil. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 5-31, Mai/Ago., 2020

BRASIL. **ABNT NBR 10.004/2004**. Resíduos Sólidos – Classificação. Disponível em <https://analiticaqmcredutos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 29 fev 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.112/2004, de 06/2004**. Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23693/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.113/2004, de 06/2004**. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23695/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.114/2004, de 06/2004**. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23698/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.115/2004, de 06/2004**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação – Procedimentos. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23699/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.116/2021, de 06/2021**. Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland – Requisitos e métodos de ensaio. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23795/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.1575/2021, de 09/2021**. Edificações habitacionais – Desempenho. Disponível em <https://normadesempenho.com.br/nbr-15+575-1-2021/>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305/2016, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/deverto/D10936.htm. Acesso em 30 jul 2024.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm. Acesso em 04 mai 2018

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 02/08/2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 05 set. 2014

BRASIL. **Lei Federal nº 13.186, de 11 de novembro de 2015**. Institui a Política de Educação para o Consumo Sustentável. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13186.htm. Acesso em 15 mar 2023.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso 19 mar. 2018.

CONTO, Vanessa de; OLIVEIRA, Marcos Lucas de; RUPPENTHAL, Janis Elisa. (2017). Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, 12(4), 100. Disponível em: <https://www.doi.org/10.15675/gepros.v12i4.1749>. Acesso em 11 mar 2023

COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração-10ª Edição**. Bookman, 2011.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. In: Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEVELLIS, R. F. **Scale development: theory and applications**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.

DIAS, Sylmara Gonçalves. O Desafio da Gestão de resíduos sólidos urbanos. **Sociedade e Gestão, Belo Horizonte**, v. 11, n. 1, p. 16-20, jan/jun 2012.

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

FONTOLAN, Beatrice Lorenz; ESPERIDIÃO, Aline Ramos; DEL ROIO, Iolanda Geronimo; LAROZINSKI NETO, Alfredo. Quais são as barreiras que restringem a adoção de habitações mais sustentáveis no Brasil segundo a percepção do usuário? **ENSUS 2023 – XI Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UFSC – Florianópolis** – 05 a 07 de Junho de 2023.

FORNELL, C.; LARCKER, D.F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. **Journal of Marketing Research**. Chicago, v.18, n. 1, fev. 1981. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3151312?seq=2#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 18 maio 2018.

GARLET, Valéria; BEURON, Thiago Antônio; ÁVILA, Lucas Veiga; BALSAN, Laércio André; MADRUG, Lúcia Rejane da Rosa Gama. Construção e Validação da Escala de Comportamentos para a Sustentabilidade. **Desenvolvimento em Questão Editora Unijuí • ISSN 2237-6453, Ano 19, n. 5, abr./jun. 2021**

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

HAIR JR., J. F.; SARSTEDT, M.; RINGLE, C. M.; GUDERGAN, S. P. Advanced Issues in Partial Least Squares Structural Equation Modeling. **Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc, 2017. [e-book]**

HAIR JUNIOR J.F.; HULT, T.M.; RINGLE, C.M.; SARSTEDT, M. **A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)**. Los Angeles: SAGE, 2014.

HAIR JUNIOR, J. F.; BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. (2007). **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman.

HAIR JÚNIOR, J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em Administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KIBERT, C. J. Sustainable construction : proceedings of the **First International Conference of CIB TG 16**, November 6-9, 1994, Tampa, Florida,U.S.A. Tampa – E.U.A., 1994. 888p.

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

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.

LINARES, Pedro. **El concepto marco de sostenibilidad: variables de un futuro sostenible**. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2012. Disponível em: <https://pacua.iit.comillas.edu/pedro/documents/sostenibilidadAsinja.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MARINHO, Jefferson Luiz Alves; SILVA, Joel Dias da. Gerenciamento dos resíduos da construção e demolição: diretrizes para o crescimento sustentável da construção civil na região metropolitana do Cariri Cearense. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 102-119, 2012.

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.

MARQUES, Mauricio Dias; SIMÕES, Rebeca Delatore; BRAGA JUNIOR, Sérgio Silva. Materiais construtivos sustentáveis: um comparativo entre o uso de diversos agregados não convencionais em concreto e argamassas para a construção civil. **Revista Foco** |Curitiba (PR), v.17, n.1, e4137, p. 01-23, 2024

MATEUS, Ricardo Felipe Mesquita da Silva. **Avaliação da sustentabilidade da construção: propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis**. 2009. 427f. Tese de doutoramento em Engenharia Civil. Braga: Universidade do Minho. 2009.

OLIVEIRA, Carine Nath de. **O Paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. 2009. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Santa Catarina, 2009.

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

PLESSIS, Chrisna du. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**. CIB and UNEP by CSIR Building and Construction Technology, Pretoria Article · January 2002. ISBN 0-7988-5540-1

PORTAL MEC – Diretrizes Curriculares. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf>. Acesso em 30 out 2024

RELATÓRIO BRUNDTLAND – Nosso Futuro Comum. Instituto EcoBrasil – Ecoturismo – Edodesenvolvimento. Disponível em Nosso Futuro Comum - Relatório Brundtland (ecobrasil.eco.br). Acesso em 09 fev 2023. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, 2020, Vol.10 (2), p.5-31.

RIBEIRO, Wagner. O Brasil e a Rio=10. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, 15, 37–44, 2002.

RINGLE, C. M; SILVA, D. da.; BIDO, D. de S. Modelagem de equações estruturais com utilização do SmartPLS. **REMark**. São Paulo, v. 13, n. 2, maio 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/4717/471747340004/>>. Acesso em: 28 maio 2018. RINGLE, C.M; WENDE, S; WILL, A. **SmartPLS 2.0 M3 (beta)**. University of Hamburg: Germany, 2005.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. Construção civil e a degradação ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 13, p. 111-128, out. 2011. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2009.13.111-128>. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>. Acesso em: 13 maio 2023.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia da pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013

SERRADOR, M. **Sustentabilidade em arquitetura: referencias para projeto**. 2008. 268 f. Dissertação (Mestrado), EESC-USP, São Carlos, 2008.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p. 4. ed.

SILVA, José Luiz da. A busca por uma construção sustentável de acordo com as dimensões do triple bottom line. **Revista Acadêmica Universo Salvador**, v. 1, n. 2 (2015).

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.

UNITED NATIONS. Digital Library. Secretary-General; World Commission on Environment and Development. 1987. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Disponível em <https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf#files>. Acesso em 30 abr 2016

3 CONCLUSÃO

Este trabalho, em forma de artigos, traz em cada um deles um condensado de informações úteis ao propósito da pesquisa e ao avanço dos estudos, considerando que o conhecimento das razões pelas quais o potencial consumidor da construção civil não vem adotando a construção civil sustentável, leva a proposições para estimular essa modalidade construtiva e, ao mesmo tempo, contribuir para que seja ela considerada e executada por todos quantos são envolvidos no processo construtivo. Trata-se de um trabalho de buscas metódicas e intensivas e de conclusões lógicas e objetivas que, aplicadas, farão com que a construção civil possa contribuir para o desenvolvimento sustentável.

A construção de prédios para moradias, indústrias, hospitais, escolas, aeroportos e outros empreendimentos é demandada pelo crescimento da população urbana, com fixação em encostas ou proximidades de rios e córregos, além de problemas ocasionais como inundações e queimadas, questões que requerem urgência de atendimento, e cujas construções, sem planejamento e estudo prévio, geram poluição, interferindo nas mudanças climáticas.

Ficou demonstrado que a construção civil sustentável possui viabilidade de execução, reduz problemas ambientais, contribui para implementação de moradias e edificações urbanas com conscientização sobre a utilização do meio ambiente de forma racional e coopera com as metas 8.2, 11.3, 11.6, 12.2 e 12.5 dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU, além de promover melhorias no aspecto social.

Por outro lado, ficou demonstrado que os consumidores (proprietários de obra da construção civil) não adotam essa modalidade de construção, não porque vêm barreiras sociais, financeiras ou operacionais como transtorno insolúvel e preocupação indelével. Simplesmente chamam atenção para a falta de políticas públicas que incentivem esse tipo de construção e solucionem a problemática do descarte de resíduos.

Isto já foi diagnosticado nos trabalhos de Serrador (2008) e Fontolan et al. (2023), que, diante de pesquisas conduzidas de maneira e com objetivos diferentes, chegaram à descoberta dos mesmos sintomas do problema, o que, de certa forma, atesta e confirma o resultado a que chegou este estudo.

A dissertação de mestrado, pesquisa de Serrador (2008), faz sistematização de informações, trazendo “estado da arte” das questões ligadas à

construção sustentável no Brasil durante a concepção do projeto, contando ainda com entrevistas com profissionais de projeto, buscando gargalos da implementação da construção sustentável. Conclui que há falta de envolvimento e liderança do Poder Público; há falta de integração entre os agentes formadores da cadeia da construção civil; há uma cultura construtiva firmada em improvisação, restrição de racionalização do projeto; restrição por falta de costume ou desconfiança; ausência de dados e indicadores de impactos ambientais de produtos e materiais de construção; atendimento deficitário à demanda de materiais certificados.

O trabalho de Fontolan et al. (2023), consiste em uma “*survey*” baseada em questionário aplicado via internet abrangendo as regiões sul, sudeste e centro-oeste brasileiras, com 163 respondentes, procurando identificar as principais barreiras para adoção da construção sustentável. As análises estatísticas concluíram que as barreiras seriam a falta de informação e a falta de incentivos financeiros, legais e operacionais por parte do governo.

Ficou demonstrado na pesquisa que o consumidor mostra ter conhecimento sobre os aspectos da durabilidade da construção, da preservação e integração com a natureza, da eficiência dos materiais e uso de energia renovável, porém não reconhece ainda todos materiais alternativos que podem tornar a construção sustentável.

Sua consciência ambiental sobre a construção sustentável reflete sobre o equilíbrio que esse tipo de construção busca relativamente aos impactos ambientais, mas é prejudicada em sua ação pela falta de empenho e cooperação de todos os setores envolvidos, desde o privado até o público, com políticas que permitam a utilização desse “sistema construtivo” em larga escala.

Configura-se necessária a mudança da “cultura” já existente na construção civil, com incremento da educação ambiental, processo gradativo na procura da mudança da consciência ambiental e adesão voluntária às técnicas, materiais e instrumentos estimuladores da construção sustentável. Demais disto, ultimamente o país vem passando por catástrofes ambientais que deixam pessoas desabrigadas, necessitadas de habitação. Pode-se citar os problemas de alagamento no Rio Grande do Sul, na Bahia; os deslizamentos em várias regiões, especialmente na região serrana do Rio de Janeiro; as queimadas que se alastraram por todo o país; o aumento do nível do mar. Essas ocorrências obrigam a construção civil ser mais barata, mais limpa, mais rápida e mais sustentável.

O consumidor geralmente não possui visão ampla sobre construção civil. Essa mudança cultural poderia ser acelerada com o uso da *internet* e redes sociais que, impulsionadas pelo poder público ou pelos setores envolvidos na construção civil, principalmente os técnicos (engenheiros, arquitetos, técnicos em edificações), poderiam dissemiar as novas técnicas, novos materiais e novos processos construtivos para mudar o sistema da construção civil no Brasil, nesta era do conhecimento.

Viu-se também que esforços legislativos na procura de melhorar as políticas públicas para incentivar ou projetar a sustentabilidade na construção civil, quando apresentados por parlamentares, ficam parados por longo tempo ou caem em descrédito, sendo rejeitados.

Diante dessas considerações, deve ser discutida legislação que traga incentivo para esse tipo de construção, como, por exemplo, desconto no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), desconto de taxa de juros nos financiamentos habitacionais, ou outras facilidades que podem ser pensadas para a formação de uma política pública direcionada para que essa construção se torne chamativa e apresente crescimento. Tais políticas servem como estímulo para a prática da construção sustentável.

Convém mencionar aqui a proposta de Pozzetti e Souza (2018), sobre a possibilidade de implementar Lei Municipal que discipline a extrafiscalidade do Imposto sobre serviço de qualquer natureza (ISS) e do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) em relação a atividades da construção civil (extrafiscalidade para intervir numa situação social ou econômica, até para incentivar comportamento preservador e combater comportamento poluidor do meio ambiente). A extrafiscalidade, segundo os autores, exortaria comportamentos positivos como uso de matérias sustentáveis.

À vista de todas estas considerações, espera-se que este estudo sirva como base para outros no sentido de que esse “sistema construtivo” seja difundido, implantado e avaliado, com benefícios aos usuários e a toda a comunidade.

Acredita-se também, que este estudo seja capaz de acelerar ações para que as metas dos ODS, citadas no trabalho, sejam alcançadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**. <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. 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

AGENDA 2030. **Acompanhando o desenvolvimento sustentável até 2030**. 2018. Disponível em < <http://www.agenda2030.org.br/acompanhe> > Acesso em: 20.mar.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,

AMADEI, Daysa Ione Braga; PEREIRA, Juliana Alves; SOUZA, Rafael Alves de; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. **Revista NUPEM**, Campo Mourão, v.3, n.5, ago./dez.2011

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, F. C.; SCALIZE, P. S; ALBUQUERQUE, A.; ANGELIM, R. R. Caracterização física do resíduo de uma estação de tratamento de água para sua utilização em materiais de construção. **Cerâmica** 61, 2015, 450-456. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613601931>. Acesso em 03 mar. 2023

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Brasil, 2022.

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.

BARBOSA, R. P., IBRAHIM, F. I. D. **Resíduos Sólidos: Impactos, Manejo e Gestão Ambiental**. São Paulo: Érica, 2014.

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.

BARROS, Jéssyca Rondon de; COSTA, Marcelo Ednan Lopes da. BILIO, Reinaldo de Souza; MACHADO, Nadja Gomes; BACARJI, Alencar G. Construção Civil Sustentável: o cenário na região metropolitana de Cuiabá-MT a partir da percepção de arquitetos e engenheiros locais. **MIX Sustentável**, abril 2023, 9(2):121-133. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2023.v9.n2.121-133

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

BESSA, Sofia Araujo Lima; MELLO, Tiago Augusto Gonçalves; BELO, Bárbara Rodrigues; MIRANDA, Mariana Alves; OSÓRIO, Roberto Pinto; BEZERRA, Augusto Cesar da Silva. Comportamento mecânico de alvenarias de terra com resíduos de construção e demolição. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.5, n.4, p.53-64, out./2019. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.53-64>. Acesso em 02 mar. 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

BINS, Gabriel de Oliveira; ARROYO, Felipe Nascimento; CHRISTOFORO, André Luis; PANZERA, Túlio Hallak; SILVA, Diogo Aparecido Lopes Silva. Análise de pisos intertravados com substituição do agregado miúdo por resíduo de construção e demolição. **Revista Principia**, Vol. 59, N. 2, 2021. Disponível em DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4975>. Acesso em 02 mar. 2023

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

BOTTEGA, Gabriela Scheider de Sousa; OLIVEIRA, Juliana Kiles; BALZAN, Katiane Laura; PILZ, Silvio Edmundo; DALCANTON, Franciello; COSTELLA, Marcelo Fabiano. A Percepção da Consciência Ambiental na Construção em Estudantes de Engenharia Civil. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 5-31, Mai/Ago., 2020

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.

BRANDÃO, M.G.S. **Ecologia urbana: potencialidades e possibilidades: sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Especialização em Engenharia Urbana). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009

BRASIL (2002). Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil. Publicada no DOU de 17 de julho de 2002, Seção 1, p. 95 e 96.

BRASIL (2015). **Lei n. 13.186, de 11 de novembro de 2015**. Institui a Política de Educação para o Consumo Sustentável. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em https://www.planauto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113186.htm. Acesso em 15 mar 2023.

BRASIL. **ABNT NBR 10.004/2004**. Resíduos Sólidos – Classificação. Disponível em <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 29 fev 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.112/2004, de 06/2004**. Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23693/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.113/2004, de 06/2004**. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23695/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.114/2004, de 06/2004.** Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23698/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.115/2004, de 06/2004.** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação – Procedimentos. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23699/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.116/2021, de 06/2021.** Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland – Requisitos e métodos de ensaio. Disponível em <https://www.normas.com.br/airprozar/visualizacao-nbr/23795/identificar/visitante>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **ABNT NBR 15.1575/2021, de 09/202.** Edificações habitacionais – Desempenho. Disponível em <https://normadedesempenho.com.br/nbr-15+575-1-2021/>. Acesso em 30 ago 2024

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022.** Regulamenta a Lei nº 12.305/2016, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/deverto/D10936.htm. Acesso em 30 jul 2024.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm. Acesso em 04 mai 2018

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 02/08/2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 05 set. 2014

BRASIL. **Lei Federal nº 13.186, de 11 de novembro de 2015.** Institui a Política de Educação para o Consumo Sustentável. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13186.htm. Acesso em 15 mar 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 222, de 20 de junho de 2008.** Institui o Plano Nacional de Agregados Minerais para Construção Civil - PNACC, e dá outras providências. Disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/acesso-a-informacao/legislacao/portarias>. Acesso em 24/02/2019.

BRASIL. **Projeto de Lei PL 1190/2015.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão e aproveitamento dos resíduos da construção civil e dá outras providências. Disponível em <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1212639>. Acesso em 30 nov 2024

BRASIL. **Projeto de Lei PL 4248/2015**. Dispõe sobre a obrigatoriedade da adoção de práticas sustentáveis na construção civil e dá outras providências. Disponível em <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2076205>. Acesso em 30 nov 2024

BRASIL. **Projeto de Lei PL 4.313/2004**. Institui a política de reciclagem de entulhos de construção civil e dá outras providências. Disponível em https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostraintegra?codteor=350522&filename=Avulso%20PL%204313/2004. . Acesso em 30 nov 2024

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307> Acesso 19 mar. 2018.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004**. Altera a Resolução CONAMA no 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449> > Acesso em 01 nov. 2018

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011**. Altera o art. 3o da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>. Acesso em 02 nov. 2018

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307/2002. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>. Acesso em 02 nov. 2018

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015**. Altera a Resolução CONAMA no 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>. Acesso em 02 nov. 2018

CÂNDIDO, Francisca Elaine Alves; SILVA, Maria Nataniela da/ SANTOS, André Bezerra dos; NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira do; VIDAL, Carla Bastos. Caracterização química das cinzas do carvão para classificação quanto sua periculosidade. In: **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB** – 21 a 24/11/2016 IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais

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

CEMPRE; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Lixo municipal - manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010.

CHARITHA, V. et al. Use of different agro-waste ashes in concrete for effective upcycling of locally available resources. **Construction and Building Materials**, v. 285, Mar./2021.

CIRINO, Miguel Adriano Gonçalves; CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra; SILVA, David Alison Araújo; SAMPAIO, Kalil Nobrega Hissa. Caracterização e avaliação da atividade pozolânica das cinzas provenientes da queima de carvão mineral das termelétricas do Pecém, Ceará, Brasil. **Revista Matéria**, v.26, n.4, 2021.

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.

CONTO, Vanessa de; OLIVEIRA, Marcos Lucas de; RUPPENTHAL, Janis Elisa. (2017). Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, 12(4), 100. Disponível em: <https://www.doi.org/10.15675/gepros.v12i4.1749>. Acesso em 11 mar 2023

COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração-10ª Edição**. Bookman, 2011.

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>

COSTA, A. V.; GUMIERI, A. G.; BRANDÃO, P. R. G. Interlocking concrete blocks produced with sinter feed tailings. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**. V. 7, N. 2, abril/2014, p. 228-259 ou IBRACON Structures and Materials Journal , 2014, vol. 7, nº 2 - ISSN 1983-419

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. In: **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEVELLIS, R. F. **Scale development: theory and applications**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.

DIAS, Raissa Luzia Braga; SANTOS, Ingrid Brandão dos; PEARCE, Izabella. **Os Principais Atores da Política Nacional de Resíduos Sólidos: gestão integrada entre poder público, setor empresarial e coletividade**. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/os-principais-atores-da-politica-nacional-de-residuos-solidos/143708>. Acesso em 03 ago 2019.

DIAS, Sylmara Gonçalves. O Desafio da Gestão de resíduos sólidos urbanos. **Sociedade e Gestão**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 16-20, 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.

DURANTE, Luciane Cleonice; VENERE, Paulo César; BACANI, Taisa de Deus; BELLÉ, Tiago Augusto Zanaty; ARCANJO, Yasmin Rhayara Ferreira. Potencial inovativo do solo-cimento autoadensável para aplicação em habitações rurais. **E&S - Engineering and Science**, Volume 11, Edição 11:3, 2022 - ISSN: 2358-5390. Disponível em DOI: 10.18607/ES20221114741. Acesso em 01 mar. 2023

DYER, Paulo Paiva Oliveira Leite; SILVA, Silvelene Alessandra; KLINSKY, Luiz Miguel Gutierrez; COPPIO, Gustavo Lauer; CIVIDANES, Luciana Simones; LIMA, Maryangela Geimba de. Artefatos com areia descartada de fundição e sua viabilidade. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.8, n.4, p.97-106, set/2022. Disponível em <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n4.97-106>. Acesso em 02 mar. 2023

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

EXAME.COM. **Ganhos ambientais e economia de longo prazo de um edifício sustentável em relação a um edifício convencional**. Disponível em: exame.abril.com.br Acesso em: 13 de outubro de 2013.

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

FARIAS, Lucas Menezes de; MARINHO, Jefferson Luiz Alves. Construções sustentáveis: Perspectivas sobre práticas utilizadas na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 16023-16033, Mar.. 2020. ISSN 2525-8761

FARIAS FILHO, J.; MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; SANTANA, N. L. Santana; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Estudo da durabilidade de argamassas alternativas contendo resíduos. **Cerâmica**, v. 57, 2011, p. 395-403

FARUQI, M. Humam Zaim; SIDDIGUI, Faisal Zia. A mini review of construction and demolition waste management in India. **Waste Management & Research**, Volume 38, Issue 7, jul/2020, p. 708-716, DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242X20916828>

FONTOLAN, Beatrice Lorenz; ESPERIDIÃO, Aline Ramos; DEL ROIO, Iolanda Geronimo; IAROZINSKI NETO, Alfredo. Quais são as barreiras que restringem a adoção de habitações mais sustentáveis no Brasil segundo a percepção do usuário? **ENSUS 2023 – XI Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UFSC – Florianópolis** – 05 a 07 de Junho de 2023.

FORNELL, C.; LARCKER, D.F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. **Journal of Marketing Research**. Chicago, v.18, n. 1, fev. 1981. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3151312?seq=2#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 18 maio 2018.

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.

GARLET, Valéria; BEURON, Thiago Antônio; ÁVILA, Lucas Veiga; BALSAN, Laércio André; MADRUG, Lúcia Rejane da Rosa Gama. Construção e Validação da Escala de Comportamentos para a Sustentabilidade. **Desenvolvimento em Questão Editora Unijuí** • ISSN 2237-6453, Ano 19, n. 5, abr./jun. 2021

GIOVANELLI, Anderson. **Triple bottom line ou tripé da sustentabilidade**. 2015. Disponível em: <https://logisticareversa.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

GONÇALVES, Edkeyse Dias; BLANCO, Cláudio José Cavalcante; WATRIN, Vanessa da Rosa; COSTA, Carlos Eduardo Aguiar de Souza. Análise experimental e custos de telhados verdes comerciais e fabricados com garrafas pet para redução de cheias urbanas na Amazônia. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.7, n.2, p.57-66, abr/2021. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n2.57-66>. Acesso em 03 mar. 2023

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

HAIR JR., J. F.; SARSTEDT, M.; RINGLE, C. M.; GUDERGAN, S. P. **Advanced Issues in Partial Least Squares Structural Equation Modeling**. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc, 2017. [e-book]

HAIR JUNIOR J.F.; HULT, T.M.; RINGLE, C.M.; SARSTEDT, M. **A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)**. Los Angeles: SAGE, 2014.

HAIR JÚNIOR, J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em Administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAIR JUNIOR, J. F.; BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. (2007). **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman.

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>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PAIC - **Pesquisa Anual da Indústria da Construção. Rio de Janeiro, 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?t=destaques>. Acesso em 06 mai. 2023.

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.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em <https://www.ipea.gov.br/ods/ods8.html> / <https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html> / <https://www.ipea.gov.br/ods/ods12.html>. Acesso em 30 nov 2024

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, C. J. **Sustainable construction : proceedings of the First International Conference of CIB TG 16**, November 6-9, 1994, Tampa, Florida,U.S.A. Tampa – E.U.A., 1994. 888p.

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.

KWAI, Luana Ly. **Tecnologia, conceitos e propostas de materiais de construção sustentável do Centro de Vivências da UNESP, Rio Claro/SP**. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Ambiental, UNESP, Rio Claro, 2013, 70 f.

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.

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.

LIMA, Fabíola Xavier Rocha Ferreira; LIMA, Paulo Castilho. Resumo de tese: Blocos de terra compactada de solo-cimento com resíduo de argamassa de assentamento e revestimento: caracterização para uso em edificações. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n.3, p.183-184, jun./2020.

LIMA, Julyana da Silva; SANTOS, Denilson Moreira. Compósito de solo-cimento e resíduos: perspectivas de materiais sustentáveis em São Luís-MA. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n.3, p.117-128, jun/2020. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n3.117-128>. Acesso em 05 mai. 2023

LINARES, Pedro. **El concepto marco de sostenibilidad: variables de un futuro sostenible**. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2012. Disponível em: <https://pacua.iit.comillas.edu/pedro/documents/sostenibilidadAsinja.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

LIU, Wemfeng; HUANG, Weizhen. Research on Construction Waste Resourcelization Legislation. **IEEE - Fifth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation**, 16-17 jan 2013 - DOI: 10.1109/ICMTMA.2013.222

LOPES, Jasonnayra 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, Jefferson Luiz Alves; SILVA, Joel Dias da. Gerenciamento dos resíduos da construção e demolição: diretrizes para o crescimento sustentável da construção civil na região metropolitana do Cariri Cearense. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 102-119, 2012.

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.

MARQUES, Diego. V.; SILVA, Heloisa Regina Turatti,; ARAÚJO, Hércules; EGERT, Paola; MAGNAGO, Rachel Faverzani. Propriedades de isolamento térmico, acústico e de resistência à compressão de placas de PU com a incorporação de resíduo de PET e alumina. **Mix Sustentável**, 2016, ,v. 2, n.1, 29–36. Disponível em <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2016.v2.n1.29-36>. Acesso em 05 mai. 2023

MARQUES, Maurício Dias; QUATROQUE, Vitor Hugo Santana da Silva; SIMÕES, Rebeca Delatore; BRAGA JUNIOR, Sérgio Silva. Materiais Alternativos na Construção Civil: um comparativo entre o uso de materiais convencionais e recicláveis, tijolos e concretos para construções sustentáveis. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, ISSN 2318-8472, v. 12, n. 85, 2024.

MARQUES, Maurício Dias; SIMÕES, Rebeca Delatore; BRAGA JUNIOR, Sérgio Silva. Materiais construtivos sustentáveis: um comparativo entre o uso de diversos agregados não convencionais em concreto e argamassas para a construção civil. **Revista Foco, Curitiba (PR)**, v. 17, n. 1, p. 01-23, 2024.

MARQUES, Maurício Dias; SIMÕES, Rebeca Delatore; BRAGA JUNIOR, Sérgio Silva. Transformando a Construção Civil: Selo ambiental como marca de compromisso sustentável. **SEVEN Publicações Acadêmicas – Interconnections of Knowledge: Multidisciplinary Approaches**, 2024 DOI: <https://doi.org/10.5638/sevened2024.010.035>. ISBN: 978-65-6109-019-3. Disponível em <https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/4505>. Acesso em 30 nov 2024

MATEUS, Ricardo Felipe Mesquita da Silva. **Avaliação da sustentabilidade da construção: propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis**. 2009. 427f. Tese de doutoramento em Engenharia Civil. Braga: Universidade do Minho. 2009.

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

MEC. **Educação Profissional. Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico**. Área Profissional: construção civil. Brasília, 2000

MEIRELES, J. R.; RASSI, K. C. A.; NUNES, W. C. Revisão da literatura sobre Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil em parâmetro mundial.

Pontifícia Universidade Católica de Goiás Curso de Engenharia Civil, 2022.

Disponível em

https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4472/1/TCC2_A29_A30_Jefferson_%26_Kamilla_RAG_2022_1.pdf. Acesso em 28 mai 2024A

MENDES, Ludmila Cardoso Fagundes; BESSA, Sofica Araújo Lima. Análise da evolução tecnológica da taipa de pilão contemporânea. **Mix Sustentável**,

Florianópolis, v.8, n.1, p.66-77, jan/2022; Disponível em

<http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n1.66-77>. Acesso em 05 mai. 2023

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.

MUNARO, Mayara; TAVARES, Sérgio Fernando. Analysis of Brazilian public policies related to the implementation of circular economy in civil construction. **Ambiente**

Construído, junho 2022, 22(2):129-142, DOI: 10.1590/s1678-86212022000200597

NAKAGAWA, Bem-Hur Yoshio Mudrek. **Aplicações de ecotécnicas na construção civil e comparação com técnicas tradicionais.** Trabalho de conclusão em

Engenharia Civil, UNESP, Guaratinguetá, 2017, 81 f.

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

NOVÁKOVÁ, Iveta; DROZDYUK, Tatiana; OHENOJA, Katja; AYZENSHTADT, Arcady; ARNTSEN, Bård; PERUMAL, Priyadharshini; DYVESVEEN, Martin Skjerve. A

Comprehensive Summary of Available Legislation and Practices in Demolition and Construction & Demolition Waste Management in the Arctic Region. **Nordic Concrete Research** – Publ. No. NCR 64 – ISSUE 1 / 2021 – Article 9, pp. 145-162

OLIVEIRA, Carine Nath de. **O Paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações.** 2009. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Santa Catarina, 2009.

OLIVEIRA, Debora Negri. **Proposta de adequação à construção sustentável: tecnologias e alternativas para instituições de ensino.** Trabalho de conclusão de

curso Engenharia Ambiental, UNESP, Rio Claro, 2015, 40 f.

OLIVEIRA, Leonardo Matheus de. **Panorama do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição no município de Limeira/SP.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental, UNESP, Rio Claro, 2022, 110 f.

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>

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; PIRES, Giselle Waldtraut Mathes Orcioli Pires; REZEMDE, Levy Von Sohsten; SANTANA, José Carlos Curvelo. Resistência a compressão e absorção de água de peças de piso intertravado manufaturadas com resíduos de PET. **Holos**, ano 35, v.1 e6591, 2019.

PATRICIO, S. M. R.; FIGUEIREDO, S.S.; BEZERRA, I.M.T.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Blocos solo-cal utilizando resíduo da construção civil. **Cerâmica** 59 (2013) 27-33. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0366-69132013000100003>. Acesso em 02 mai. 2023

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

PEDERNEIRAS, Cinthia Maia; DURANTE, Maria Del Pilar; AMORIM, Ênio Fernandes; FERREIRA, Ruan Landolfo da Silva. Incorporation of recycled aggregates from construction and demolition waste in paver blocks. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, vol. 13, no. 4, e13405, 2020

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

PINZ, Francielli Priebbernow; PALIGA, Charlei Marcelo; TORRES, Ariela da Silva. Avaliação do desempenho mecânico e físico de argamassas com resíduo de cerâmica vermelha. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Paranoá, 31, Jul/Dez de 2021. Disponível em DOI: <http://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n31.2021.05>. Acesso em 02 mai. 2023

PLESSIS, Chrisna du. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**. CIB and UNEP by CSIR Building and Construction Technology, Pretoria Article · January 2002. ISBN 0-7988-5540-1

PORTAL MEC – **Diretrizes Curriculares**. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf>. Acesso em 30 out 2024

POZZETTI, Valmir César; SOUZA, Vinicius Ribeiro de. Desenvolvimento Sustentável e a Extrafiscalidade do ISS e IPTU Aplicado à Construção Civil. **Percurso – Anais do II Conlublradec (Congresso Luso-brasileiro de Direito Empresarial e Cidadania)**, v. 02, n. 25, Curitiba, 2018, p. 138-145.

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>

RAMOS FILHO, Ricardo Eugênio Barbosa; SOUZA, Jonatas Macêdo de; DUARTE, João Batista; SILVA, Vamberto Monteiro da; ACCHAR, Wilson Acchar. Compósito de resíduos de mineração com cimento e cal para materiais de construção sustentáveis **Revista Princípios – Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, nº 54, João Pessoa, 2021

RELATÓRIO BRUNDTLAND – Nosso Futuro Comum. Instituto EcoBrasil – Ecoturismo – Edodesenvolvimento. Disponível em Nosso Futuro Comum - Relatório Brundtland (ecobrasil.eco.br). Acesso em 09 fev 2023.
Revista Metropolitana de Sustentabilidade, 2020, Vol.10 (2), p.5-31.

RINGLE, C. M; SILVA, D. da.; BIDO, D. de S. Modelagem de equações estruturais com utilização do SmartPLS. **REMark**. São Paulo, v. 13, n. 2, maio 2014. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/4717/471747340004/>. Acesso em: 28 maio 2018.

RINGLE, C.M; WENDE, S; WILL, A. **SmartPLS 2.0 M3 (beta)**. University of Hamburg: Germany, 2005.

ROCHA, Rafael Rodrigues da; BARROS, Gustavo Henrique Vieira ; SILVA, Renan Jhoni da; SIMÕES, Rebeca Delatore. Resistência mecânica de tijolos adobe reforçados com resíduo de casca de ovo. **Colloquium Exactarum**, v. 13, n1, Jan-Mar. 2021, p.30–37. Disponível em DOI: 10.5747/ce.2021.v13. n1.e347. Acesso em 03 mai. 2023

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>

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. Construção civil e a degradação ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 13, p. 111-128, out. 2011. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2009.13.111-128>. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>. Acesso em: 13 maio 2023.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia da pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013

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.

SEGANTINI, Antonio Anderson da Silva; WADA, Patrycia Hanna. Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição. **Acta Scientiarum. Technology** Maringá, v. 33, n. 2, p. 179-183, 2011. Disponível em DOI: 10.4025/actascitechnol.v33i2.9377. Acesso em 03 mai. 2023

SELLA, Dalila Cristina Netto. **Capacidade de captura de CO2 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.

SERRADOR, M. **Sustentabilidade em arquitetura: referencias para projeto**. 2008. 268 f. Dissertação (Mestrado), EESC-USP, São Carlos, 2008.

SILVA, Diego; AGUIAR, Mateus Bravo de. A utilização da casca da banana como substituição de parte do cimento na produção de tijolos ecológicos: a busca por alternativas sustentáveis. **Percurso Acadêmico**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13, Jan/Jun, 2017

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p. 4. ed.

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, José Luiz da. A busca por uma construção sustentável de acordo com as dimensões do triple bottom line. **Revista Acadêmica Universo Salvador**, v. 1, n. 2 (2015).

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.

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

SPIGNARDI, Maiana de Cillo Malufe. Pegada de carbono na construção civil: estudo de caso que evitou a emissão de mais de 62.000 ton CO2 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.

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

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

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.

TESSARO, Alessandra Buss; SÁ, Jocelito Saccol de.; SCREMIN, Lucas Bastianello. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n.2, p. 121-130, abr./jun. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212012000200008>.

ULIANA, J.G.; CALMON, J. L.; VIEIRA, G. L.; TEIXEIRA, J. E. S. L.; NUNES, E. Heat treatment of processing sludge of ornamental rocks: application as pozzolan in cement matrices. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, Volume 8, Number 2, April/2015, p. 100-123 • ISSN 1983-4195 Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952015000200004>. Acesso em 03 mai. 2023

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>

UNITED NATIONS. Digital Library. Secretary-General; World Commission on Environment and Development. 1987. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Disponível em <https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf#files>. Acesso em 30 abr 2016

USP-FEA-Ribeirão Preto. **Material Didático para Ensino a Distância. Políticas Públicas: conceitos básicos**. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/303682/mod_resource/content/1/MaterialDidatico_EAD%2017%2004%202015.pdf. Acesso em 27 out. 2018

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**.

VASCONCELOS, Sarah Denise. BARROSO, Suely Helena de Araújo; VIEIRA, Francisco de Assis Franco; ALMEIDA, Helmer Boris Fernandes. Avaliação do uso de cinzas de carvão mineral produzidas em usina termelétrica na construção de pavimentos. **Revista Transportes**, Volume 27, Número 2, 2019 (www.revistatransportes.org.br, ISSN: 2237-1346)

VITOR, Alexandre Oliveira; LISBÔA, Sumara; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Argamassas de revestimento com terra: finalização do protótipo experimental em bambu da UFSC. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n.1, p.29-44, mar/2020. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n1.29-44>. Acesso em 03 mai. 2023

WASKOW, Regis Pereira; SANTOS, Viviane Lopes Gschwenter dos; TUBINO, Rejane Maria Candiota. Delineamento amostral de agregados de construção e demolição. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.5, n.4, p.79-88, out./2019. Disponível em <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.79-88>. Acesso em 02 mai. 2023

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.

ZHAO, Likun; LIU, Yanqi. Spatiotemporal evolution law and output prediction of construction waste in the People's Republic of China. **Waste Management & Research**, Volume 40, Issue 2, February 2022, Pages 174-184, DOI <https://doi.org/10.1177/0734242X20985605>

ZHAO, Xianbo; WEBBER, Ronald; KALUTARA, Pushpitha; BROWNE, Wesley; PIENAAR, Josua. Construction and demolition waste management in Australia: a mini-eview. **Waste Management & Research**, Volume 40, Issue 1, January 2022, Pages 34-46. DOI <https://doi.org/10.1177/0734242X211029446>