

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

MATHEUS XAVIER DE SOUZA
DOUGLAS MARCELO THOMAZ DA SILVA
ALISSON PEREIRA DE MATOS SILVA

**ESTUDO SOBRE A EFICÁCIA DE TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS PARA REDUZIR A EMISSÃO DE GASES
POLUENTES**

RECIFE

2024

**MATHEUS XAVIER DE SOUZA
DOUGLAS MARCELO THOMAZ DA SILVA
ALISSON PEREIRA DE MATOS SILVA**

**ESTUDO SOBRE A EFICÁCIA DE TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS PARA REDUZIR A EMISSÃO DE GASES
POLUENTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Disciplina
TCC II do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do
Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte dos
requisitos para conclusão do curso.

Orientador(a): Prof. Dr^a. Carolina de Lima França.
Coorientador(a):

RECIFE
2024

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Laís Cardoso, CRB-4/PE-1753/P.

S729e Souza, Matheus Xavier de.

Estudo sobre a eficácia de técnicas construtivas para reduzir a
emissão de gases poluentes / Matheus Xavier de Souza, Douglas
Marcelo Thomaz da Silva, Alisson Pereira de Matos da Silva. -
Recife: Edição do Autor, 2024.

49 p. : il. color.

Orientador(a): Dra. Carolina de Lima França.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Brasileiro – Unibra. Bacharelado em Engenharia Civil,
2024.

Inclui Bibliografia.

1. Sustentabilidade. 2. Construção civil. 3. Impacto ambiental. 4.
Eficiência energética. 5. Gestão de resíduos. I. Silva, Douglas
Marcelo Thomaz da. II. Silva, Alisson Pereira de Matos da. III.
Centro Universitário Brasileiro - Unibra. IV. Título.

CDU: 624

**MATHEUS XAVIER DE SOUZA
DOUGLAS MARCELO THOMAZ DA SILVA
ALISSON PEREIRA DE MATOS SILVA**

**ESTUDO SOBRE A EFICÁCIA DE TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS PARA REDUZIR A EMISSÃO DE GASES
POLUENTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Disciplina TCC II do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Examinadores:

Orientador - Titulação

Examinador 1 - Titulação

Examinador 2 - Titulação

Nota: _____

Data: ____/____/____

RESUMO

Este trabalho explora a importância da sustentabilidade na construção civil, destacando os impactos ambientais significativos gerados por essa indústria e a necessidade urgente de adotar práticas mais sustentáveis para mitigá-los. O texto discute a meta do governo brasileiro de reduzir as emissões de carbono em 50% até 2030, sublinhando o papel fundamental da construção civil nesse esforço. São abordadas estratégias essenciais como a gestão eficiente de resíduos, a promoção da eficiência energética em edifícios, e a utilização de materiais sustentáveis, todas direcionadas à redução dos impactos ambientais. Além dos benefícios ambientais, o trabalho destaca os ganhos econômicos e sociais associados à adoção de práticas sustentáveis no setor. A metodologia empregada inclui uma revisão bibliográfica sobre sustentabilidade na construção civil e a análise de técnicas construtivas voltadas para a redução de emissões de gases poluentes. O estudo conclui enfatizando a necessidade de desenvolver soluções mais responsáveis e sustentáveis para o setor, visando a construção de um futuro mais equilibrado e consciente.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Construção Civil, Impacto Ambiental, Eficiência Energética, Gestão de Resíduos.

ABSTRACT

This paper explores the importance of sustainability in the construction industry, highlighting the significant environmental impacts caused by this sector and the urgent need to adopt more sustainable practices to mitigate these effects. The text discusses the Brazilian government's goal to reduce carbon emissions by 50% by 2030, emphasizing the crucial role of the construction industry in achieving this target. Essential strategies such as efficient waste management, promoting energy efficiency in buildings, and the use of sustainable materials are examined, all aimed at reducing environmental impacts. In addition to the environmental benefits, the paper also highlights the economic and social gains associated with adopting sustainable practices in the sector. The methodology includes a literature review on sustainability in construction and an analysis of construction techniques aimed at reducing pollutant emissions. The study concludes by emphasizing the need to develop more responsible and sustainable solutions for the industry, with the goal of building a more balanced and conscious future.

Keywords: Sustainability, Civil Construction, Environmental Impact, Energy Efficiency, Waste Management.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA.....	9
1.2 OBJETIVO.....	9
1.2.1 Objetivo Geral.....	9
1.2.2 Objetivo Específico.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Marcos mundiais da agenda sustentável	10
2.2 Emissões de Gases de Efeito Estufa na construção civil	14
2.3 Fontes de emissões nos Edifícios	18
3 METODOLOGIA.....	19
3.1 Procedimento de inclusão e exclusão	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
4.1 Parâmetros de Técnicas Construtivas.....	23
4.1.1 Gestão de Resíduos Sólidos	24
4.1.2 Redução do Consumo de Recursos Naturais	25
4.1.2.1 <i>Modelo de Análise do Ciclo de Vida dos Edifícios</i>	27
4.1.2.2 <i>Identificação e Implementação de Estratégias Sustentáveis</i>	28
4.1.2.3 <i>Benefícios da Análise do Ciclo de Vida</i>	28
4.1.3 Gestão de Resíduos de Construção e Demolição.....	29
4.1.4 Análise do Ciclo de Vida dos Edifícios	30
4.2 Eficiência Energética na Construção Civil.....	30
4.3 Produção Eficiente e Responsável na Construção Civil	31
4.3.1 Produção Eficiente e Responsável	32
4.3.2 Escolha de Materiais	33
4.3.2.1 <i>Logística de Transporte e Armazenamento</i>	33
4.3.2.2 <i>Planejamento para Minimizar Desperdício de Recursos</i>	33
4.3.3 Preservação Ambiental e Consumo Responsável	34
4.3.4 Abordagem Holística e Integrada	34
4.3.5 Abordagem Específica de Vieira et al.	34
4.3.5.1 <i>Avaliação da Materialidade</i>	35
4.3.5.2 <i>Transparência e Responsabilidade</i>	35
4.3.5.3 <i>Identificação de Aspectos Relevantes</i>	35
4.3.5.4 <i>Abordagem das Empresas</i>	36

4.3.6 Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil.....	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

Desde tempos remotos, as civilizações têm buscado constantemente melhorias para seu desenvolvimento, desenvolvendo técnicas para cultivo agrícola, armamento, mobilidade e construção de edificações. A expansão urbana e as revoluções industriais, por exemplo, deram origem a um ciclo contínuo de atualizações e avanços.

No entanto, é importante ressaltar que a construção civil é uma das áreas que mais impacta o meio ambiente, sendo responsável por uma parcela significativa das emissões de carbono. De acordo com a UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) em 2020, a construção civil é responsável por 38% das emissões de carbono globalmente. No Brasil, estima-se que o setor gere mais de 100 toneladas de resíduos por ano, conforme dados da ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição) em 2022.

Diante desse cenário, o governo brasileiro estabeleceu a meta de reduzir as emissões de carbono em 50% até 2030, conforme relatado em um relatório publicado em 2021. A conjuntura global atual é marcada por altas emissões de gases poluentes, originados principalmente da queima de combustíveis, produção de matérias-primas e geração de energia, atividades essenciais para a sociedade humana. Apesar do avanço das cadeias produtivas, a consciência sobre os impactos ambientais gerados só emergiu séculos mais tarde.

O Acordo de Paris, firmado em 2015, reflete a urgência de mudanças para evitar a exaustão de recursos para as gerações futuras, estabelecendo o compromisso de limitar o aumento da temperatura global em 1,5 °C. Para alcançar esse objetivo, é fundamental reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

As atividades do canteiro de obras são uma das principais fontes de emissão de GEE na construção civil, devido à movimentação de solo, uso de energia e transporte de insumos. Além disso, o conceito de "carbono incorporado" destaca as emissões de carbono associadas aos materiais e processos construtivos ao longo de todo o ciclo de vida de um edifício ou infraestrutura.

Portanto, é essencial investir em pesquisas e tecnologias que promovam soluções ambientalmente corretas e economicamente viáveis para que edificações mais ecológicas deixem de ser um contraponto, mas sim uma realidade.

1.1 JUSTIFICATIVA

A construção civil é uma das atividades humanas que mais impactam o meio ambiente, sendo responsável por uma parcela significativa das emissões de carbono e pela geração de grandes quantidades de resíduos. Diante do cenário de mudanças climáticas e da necessidade urgente de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, torna-se imprescindível adotar práticas mais sustentáveis nesse setor.

A justificativa para a busca por soluções ambientalmente corretas e economicamente viáveis na construção civil é clara: é necessário minimizar os impactos negativos dessa atividade no meio ambiente e na sociedade. A redução das emissões de carbono, a gestão adequada dos resíduos e o uso racional dos recursos naturais são medidas essenciais para promover o desenvolvimento sustentável e garantir a qualidade de vida das gerações futuras.

Além disso, a adoção de práticas sustentáveis na construção civil pode trazer benefícios econômicos, como a redução de custos operacionais e o aumento da eficiência energética dos edifícios. Investir em pesquisas e tecnologias que promovam a sustentabilidade nesse setor é, portanto, não apenas uma necessidade ambiental, mas também uma estratégia inteligente do ponto de vista econômico e social.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar e pesquisar as melhores técnicas na construção civil, tendo como resultado a diminuição de gases poluentes, onde podemos diminuir ação do efeito estufa.

1.2.2 Objetivo Específico

1. Apresentar parâmetros de técnicas construtivas.
2. Analisar os principais impactos dos gases poluentes.
3. Apresentar resultados de pesquisas com algumas eficiências para redução dos gases poluentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Marcos mundiais da agenda sustentável

Em 1972, a Suécia foi palco do primeiro evento da Organização das Nações Unidas (ONU) dedicado à discussão de questões ambientais: a Conferência de Estocolmo, que contou com a participação de 113 países. Nessa ocasião, foram elaborados a Declaração e o Plano de Ação de Estocolmo para o Ambiente Humano, que colocaram temas relacionados à sustentabilidade no centro das preocupações internacionais. Tanto países industrializados quanto em desenvolvimento iniciaram diálogos sobre questões ambientais e bem-estar humano.

A partir desse momento, a preocupação com o futuro da humanidade em relação à disponibilidade de recursos naturais e à crescente poluição se tornou ainda mais intensa. Em 1992, o Rio de Janeiro sediou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92 ou Rio-92. Organizado pela ONU, esse evento resultou na aprovação da Agenda 21.

O documento enfatizou a responsabilidade dos países desenvolvidos pela maior parte dos impactos ambientais, exigindo que eles atuassem para mitigar os danos e reverter o cenário da época. Essa responsabilidade foi destacada em uma publicação do Senado Federal em 2001:

A Agenda 21 é um documento que contém compromissos dos países ricos em relação aos países pobres, onde cada país participante será responsável em incorporar às suas políticas públicas, com base no desenvolvimento sustentável, com o objetivo de compatibilizar a melhoria da qualidade de vida da população, proporcionando o crescimento econômico em sintonia com o meio ambiente. (BRASIL, 2001, p. 6).

A Agenda 21 é um plano de ação global desenvolvido durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), realizada no Rio de Janeiro em 1992. Este documento foi concebido para orientar as nações em direção ao desenvolvimento sustentável no século XXI, abordando os desafios ambientais, sociais e econômicos enfrentados pelo mundo. O objetivo central da Agenda 21 é compatibilizar o crescimento econômico com a melhoria da qualidade de vida e a proteção ambiental.

Um dos aspectos mais notáveis da Agenda 21 é o compromisso assumido pelos países desenvolvidos em apoiar os países em desenvolvimento. Este compromisso envolve a

transferência de tecnologia, financiamento e capacitação para ajudar as nações mais pobres a implementar políticas e práticas sustentáveis. A ideia é que, para alcançar o desenvolvimento sustentável globalmente, é essencial que todas as nações, independentemente de seu nível de desenvolvimento, trabalhem juntas.

Cada país participante é responsável por adaptar e incorporar os princípios da Agenda 21 em suas políticas públicas. Isso implica a criação de estratégias nacionais que integrem os três pilares do desenvolvimento sustentável: econômico, social e ambiental. A abordagem holística da Agenda 21 reconhece que o crescimento econômico não deve ser perseguido às custas do meio ambiente ou da coesão social. Em vez disso, busca-se um equilíbrio onde o desenvolvimento econômico melhora a qualidade de vida, promove a justiça social e preserva os recursos naturais para as futuras gerações.

O desenvolvimento sustentável, conforme promovido pela Agenda 21, visa garantir que o progresso econômico seja sustentável a longo prazo, evitando a degradação ambiental e o esgotamento dos recursos naturais. A melhoria da qualidade de vida da população está no cerne desse objetivo, assegurando que todos tenham acesso a serviços básicos, como saúde, educação, e moradia, ao mesmo tempo em que se promovem práticas que respeitem e preservem o meio ambiente.

Para compatibilizar o crescimento econômico com a proteção ambiental, a Agenda 21 propõe uma série de medidas que incluem o uso eficiente dos recursos naturais, a redução da poluição, a promoção de energias renováveis e o desenvolvimento de tecnologias limpas. Além disso, incentiva a participação da sociedade civil na formulação e implementação de políticas públicas, promovendo a governança inclusiva e transparente.

A terceira Conferência das Partes (COP3) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), realizada em Quioto, Japão, em 1997, foi um marco significativo na luta global contra as mudanças climáticas. Este evento resultou na adoção do Protocolo de Quioto, um acordo internacional ambicioso que estabeleceu metas obrigatórias de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para os países industrializados.

O Protocolo de Quioto foi inovador por várias razões. Em primeiro lugar, ele fixou metas claras e juridicamente vinculativas para os países desenvolvidos, exigindo que reduzissem suas emissões combinadas de GEE em pelo menos 5% abaixo dos níveis de 1990, durante o período de 2008 a 2012. Este compromisso marcou um passo importante para enfrentar o aquecimento global e suas consequências, reconhecendo a responsabilidade histórica dos países industrializados nas emissões de GEE.

O Protocolo de Quioto é composto por 28 artigos que delineiam as ações e obrigações dos países signatários. Esses artigos abrangem desde as metas de redução de emissões até os mecanismos de monitoramento e verificação do cumprimento das metas. A estrutura do Protocolo assegura que os países desenvolvidos sejam responsáveis por reportar suas emissões e demonstrar seus progressos em direção às metas estabelecidas, garantindo transparência e responsabilidade.

Uma característica distintiva do Protocolo de Quioto é a introdução de mecanismos de mercado flexíveis, que permitem a comercialização de créditos de carbono. Entre esses mecanismos, destaca-se o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que possibilita que os países desenvolvidos financiem projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento e, em troca, recebam créditos de carbono. Esses créditos podem ser usados para cumprir parte de suas metas de redução de emissões. Outros mecanismos incluem a Implementação Conjunta (IC) e o Comércio Internacional de Emissões (CIE).

Com a adoção do Protocolo de Quioto, o carbono se transformou em uma commodity comercializável, criando um mercado internacional de créditos de carbono. Este mercado incentivou os países e empresas a investirem em tecnologias limpas e projetos sustentáveis, promovendo uma economia global mais verde. A possibilidade de comprar e vender créditos de carbono permitiu que os países desenvolvidos cumprissem suas metas de maneira mais econômica e eficiente, ao mesmo tempo em que incentivavam ações de redução de emissões em todo o mundo.

Embora o Protocolo de Quioto tenha representado um avanço significativo, ele também enfrentou desafios. Alguns países, como os Estados Unidos, não ratificaram o Protocolo, o que limitou sua eficácia. Além disso, as metas estabelecidas foram consideradas por muitos como insuficientes para evitar os piores impactos das mudanças climáticas. No entanto, o Protocolo de Quioto estabeleceu um precedente crucial e preparou o terreno para futuros acordos climáticos, como o Acordo de Paris de 2015.

O Protocolo de Quioto, adotado em 1997 durante a COP3 em Quioto, Japão, foi um marco histórico na luta global contra as mudanças climáticas. Ele foi o primeiro documento internacional a estabelecer metas obrigatórias de redução de gases de efeito estufa (GEE) para os países industrializados, sinalizando um compromisso concreto com a mitigação das mudanças climáticas.

Inicialmente, o Protocolo de Quioto foi assinado por 84 países, refletindo um amplo reconhecimento da necessidade de ações coordenadas para enfrentar o aquecimento global. No entanto, para que o Protocolo entrasse em vigor, era necessário que pelo menos 55 países,

representando 55% das emissões globais de GEE de 1990, o ratificassem. Esse requisito foi alcançado em 2005, quando a Rússia ratificou o Protocolo, permitindo sua implementação efetiva.

Ao longo dos anos, o número de países signatários do Protocolo de Quioto cresceu significativamente, alcançando 192 países segundo a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Esta adesão quase universal destacou a importância e a urgência das ações climáticas, bem como a aceitação global dos princípios estabelecidos pelo Protocolo.

O Protocolo de Quioto estabeleceu metas específicas para a redução das emissões de GEE, que variavam de país para país, mas que em conjunto visavam uma redução de pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012. Essas metas eram juridicamente vinculativas, o que significava que os países desenvolvidos tinham a obrigação de cumpri-las, sob pena de sanções.

Uma característica inovadora do Protocolo de Quioto foi a introdução de mecanismos flexíveis de mercado, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a Implementação Conjunta (IC) e o Comércio Internacional de Emissões (CIE). Esses mecanismos permitiam que os países desenvolvidos cumprissem suas metas de redução de maneira mais econômica, investindo em projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento ou comprando créditos de carbono.

Embora o Protocolo de Quioto tenha sido um avanço significativo, ele também enfrentou desafios e limitações. A não ratificação pelos Estados Unidos, um dos maiores emissores de GEE, limitou sua eficácia. Além disso, alguns críticos argumentaram que as metas de redução não eram suficientemente ambiciosas para evitar os piores impactos das mudanças climáticas. No entanto, o Protocolo estabeleceu uma base importante para a cooperação internacional e a criação de mercados de carbono.

O Protocolo de Quioto permaneceu em vigor até 2015, quando foi substituído pelo Acordo de Paris durante a COP21. O Acordo de Paris foi adotado com o objetivo de manter o aumento da temperatura global bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e de continuar os esforços para limitá-lo a 1,5°C. Ao contrário do Protocolo de Quioto, o Acordo de Paris adotou uma abordagem mais inclusiva e flexível, permitindo que todos os países, independentemente de seu nível de desenvolvimento, estabelecessem suas próprias metas de redução de emissões (Contribuições Nacionalmente Determinadas, ou NDCs).

Em 2012, o Rio de Janeiro sediou a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Rio+20, em comemoração aos vinte

anos da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92). O evento foi crucial para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. Para garantir que a Rio+20 aderisse aos princípios do desenvolvimento sustentável, o governo brasileiro estabeleceu uma Coordenação de Sustentabilidade, responsável por propor ações para reduzir, mitigar ou compensar os impactos ambientais e sociais gerados pela conferência, abordando questões como gestão de emissões de gases de efeito estufa, recursos hídricos, resíduos sólidos, energia, transporte, construções sustentáveis, compras públicas sustentáveis, turismo sustentável e alimentos sustentáveis.

A Rio+20 deixou como legado o relatório "O Futuro que Queremos", que tratou de temas como escassez de água, uso eficiente do solo e dos recursos naturais, desenvolvimento sustentável e questões sociais. No entanto, o documento foi criticado por não definir compromissos concretos, deixando essas questões para debates futuros.

Em 2015, Paris sediou a 21ª Conferência das Partes, ou COP21, que resultou no Acordo de Paris, um dos documentos mais importantes para a redução das emissões de gases de efeito estufa. O acordo foi assinado por quase 200 países, comprometendo-se a agir para limitar o aumento da temperatura média global a menos de 2°C até 2100, com esforços para limitar a 1,5°C. Ao contrário do Protocolo de Quioto, o Acordo de Paris não impõe metas obrigatórias aos países, deixando a cada parte a responsabilidade de definir suas próprias metas, desde que respeitem o objetivo comum.

No mesmo ano, foi elaborada a Agenda 2030, na qual 193 Estados-membros da ONU se comprometeram com o documento "Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável". Esta agenda é um plano de ação global que inclui 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e 169 metas, criados para erradicar a pobreza e promover uma vida digna para todos, dentro dos limites do planeta e sem comprometer a qualidade de vida das futuras gerações. Estes objetivos e metas integram as três dimensões do desenvolvimento sustentável - social, ambiental e econômica - e podem ser implementados por governos, sociedade civil, setor privado e cada cidadão comprometido com as gerações futuras.

2.2 Emissões de Gases de Efeito Estufa na construção civil

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) na construção civil representam um desafio significativo para a sustentabilidade global. Este setor é um dos maiores consumidores de recursos naturais e energia, e suas atividades são responsáveis por uma parcela substancial das

emissões de GEE, contribuindo assim para as mudanças climáticas. A compreensão e a mitigação dessas emissões são cruciais para promover práticas de construção mais sustentáveis e para cumprir os compromissos internacionais de redução de emissões.

O conceito de "construção sustentável" é relativamente novo e foi definido pela Força-Tarefa 16 do Conseil International du Bâtiment (1994) como "a criação e operação de um ambiente construído saudável, fundamentado na eficiência de recursos e no design ecológico" (KIBERT, 2020, p. 9). Em outras palavras, para que uma edificação apresente um desempenho sustentável, é essencial que seu planejamento considere esse objetivo desde a fase de projeto até o término de seu ciclo de vida. Um dos principais fatores a serem levados em conta é a emissão de gases de efeito estufa, que pode ser avaliada através do cálculo da pegada de carbono, o qual mede a quantidade de GEE liberada na atmosfera.

A pegada de carbono pode ser dividida em três escopos, de acordo com o WEF (2021):

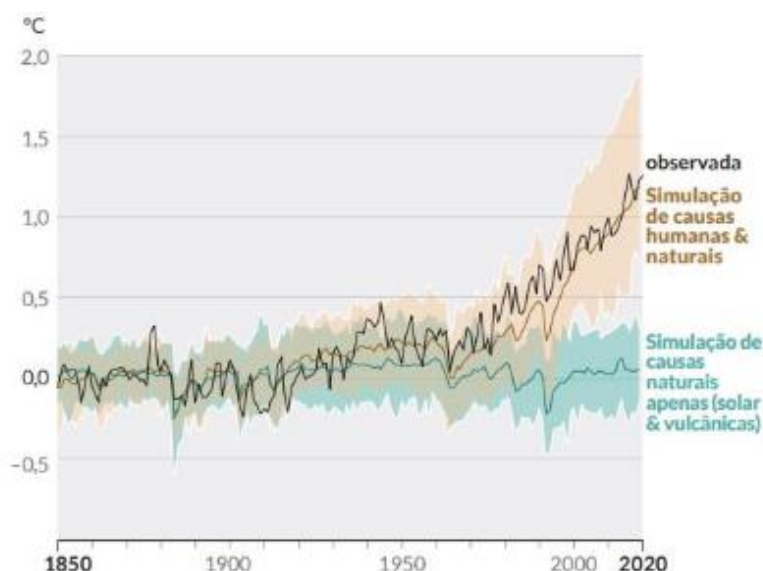
- Escopo 1: são as emissões geradas diretamente pelas atividades da empresa devido à queima de gases (como gás natural) e combustíveis (como gasolina);
- Escopo 2: são as emissões geradas indiretamente pela empresa devido ao uso de energia (como eletricidade);
- Escopo 3: são as demais emissões indiretas que atendem ao ciclo produtivo da empresa, como as emissões na produção de matérias-primas e nos deslocamentos de fornecedores e colaboradores.

As emissões de carbono incorporado, incluídas no Escopo 3, dizem respeito às emissões geradas principalmente antes de um edifício entrar em operação e durante sua desativação (WEF, 2021, p. 13). Isso inclui todas as atividades e materiais necessários para a produção, construção, operação, manutenção e desapropriação dos edifícios. De acordo com Kibert, a energia utilizada na fabricação de materiais e na construção corresponde a quase 20% do total de energia consumida ao longo do ciclo de vida de um edifício. Além disso, uma quantidade significativa de energia adicional é gasta em atividades de manutenção e renovação ao longo da vida útil do prédio, às vezes superando a energia incorporada nos materiais de construção (KIBERT, 2020, p. 7).

O gráfico da Figura 1 abaixo representa o aumento da temperatura média global a partir do ano de 1850. O gráfico foi extraído do relatório "Mudança do Clima 2021: A Base Científica", produzido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Segundo o relatório, "é muito provável que os gases de efeito estufa bem misturados tenham sido os principais causadores do aquecimento da troposfera desde 1979, e é extremamente provável que a destruição antropogênica do ozônio estratosférico tenha sido o principal causador do resfriamento da estratosfera inferior entre 1979 e meados dos anos 90" (IPCC, 2021, p. 9).

Figura 1 - Mudança na temperatura da superfície global (média anual) observada e simulada



Fonte: IPCC (2021)

Como pode ser inferido a partir do texto, a atividade humana é a principal responsável pelo aumento da temperatura média do planeta. Segundo o Fórum Econômico Mundial:

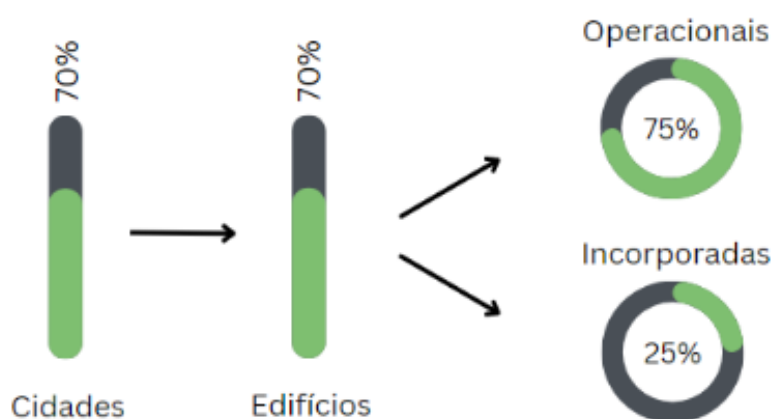
É nas cidades que se concentram os esforços para reduzir as emissões globais de carbono. Com mais da metade da população mundial vivendo nelas, as cidades são responsáveis por mais de 70% das emissões de CO₂. Os edifícios representam a maior parte das emissões nas cidades, sendo responsáveis por 50-70% das emissões urbanas e 38% das emissões globais. Aproximadamente 75% das emissões dos edifícios são geradas pelo funcionamento dos sistemas dos edifícios, como aquecimento, ventilação e ar condicionado, iluminação e servidores de TI. Os 25% restantes vêm das emissões incorporadas - carbono gerado na fabricação de materiais de construção, construção e mobiliário interno (WEF, 2022, p. 5, tradução nossa).

As cidades estão na linha de frente dos esforços globais para reduzir as emissões de carbono. Com mais da metade da população mundial vivendo em áreas urbanas, essas regiões são responsáveis por mais de 70% das emissões de CO₂. Dentro desse contexto, os edifícios

urbanos são os principais contribuintes, representando entre 50% e 70% das emissões nas cidades e cerca de 38% das emissões globais.

A Figura 2 representa as emissões provenientes de áreas urbanas e edifícios, de acordo com o WEF (2022).

Figura 2 - Parcela de emissões de dióxido de carbono correspondentes às cidades e edifícios.



Fonte: WEF (2022, adaptado).

Segundo o UNEP (2020b, tradução nossa), é necessário reduzir as emissões diretas de CO₂ dos edifícios pela metade até 2030 para encaminhar o setor para a neutralidade climática até 2050. Em relação ao uso de energia, a construção civil demanda 35% da energia mundial, sendo 30% devido ao uso das edificações e 5% durante a etapa de construção, conforme a UNEP (2020a). O relatório também destaca que a queima de carvão, óleo e gás natural para geração de energia resulta em um nível constante, mas crescente, de emissões diretas e indiretas. Em relação ao fornecimento de eletricidade, o uso das edificações representa aproximadamente 55% da demanda (UNEP, 2020a).

Um dado alarmante apresentado no relatório da Global ABC sobre a construção civil em 2020 é a redução nos índices de descarbonização nos edifícios, que indicam a redução percentual das emissões de carbono. Em 2019, o índice foi de apenas 2,5%, enquanto a meta para a neutralidade das emissões líquidas de carbono, ou net-zero, é de 100%. Em contrapartida, em 2016, o índice estava em 4,4%. Essa redução provavelmente se deve ao aumento de emissões provenientes de materiais e atividades utilizadas na construção civil. Para reverter esse cenário, é essencial que toda a cadeia de valor adote ações significativas de descarbonização (UNEP, 2020a).

Em uma perspectiva mais positiva, os investimentos em construções sustentáveis têm aumentado significativamente nas últimas décadas. Segundo a International Finance Corporation, uma instituição global de investimentos do setor privado, a projeção é que, até 2030, aproximadamente US\$ 24,7 trilhões sejam destinados a construções verdes (IFC, 2018). A necessidade de adotar medidas decisivas no setor da construção para evitar desastres naturais no futuro próximo é inegável. É responsabilidade das construtoras conscientizar-se das consequências de suas escolhas.

2.3 Fontes de emissões nos Edifícios

As emissões de carbono dos edifícios podem ser divididas em duas categorias principais. A primeira categoria é a das emissões operacionais, que representam aproximadamente 75% das emissões totais dos edifícios. Essas emissões resultam do funcionamento diário dos sistemas internos, como aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC), iluminação e servidores de TI. Todos esses sistemas consomem grandes quantidades de energia, que, na maioria das vezes, é gerada a partir de combustíveis fósseis. Esse consumo energético constante contribui significativamente para as emissões de gases de efeito estufa (GEE), tornando os edifícios urbanos grandes responsáveis pelo aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera.

A segunda categoria é a das emissões incorporadas, que correspondem aos 25% restantes das emissões dos edifícios. Essas emissões são geradas durante todo o processo de construção, desde a fabricação dos materiais até a própria construção e a instalação de mobiliário interno. O carbono incorporado representa o impacto ambiental acumulado antes mesmo de o edifício ser utilizado, uma vez que a produção de materiais de construção, como cimento, aço e vidro, é altamente intensiva em energia. A fabricação desses materiais envolve processos industriais que emitem grandes quantidades de CO₂ e outros GEE. Além disso, as atividades de transporte dos materiais e a execução das obras também contribuem para essas emissões incorporadas.

As emissões operacionais e incorporadas juntas representam o ciclo completo de vida de um edifício em termos de impacto ambiental. Enquanto as emissões operacionais ocorrem durante o uso e manutenção diária dos edifícios, as emissões incorporadas são resultado das etapas anteriores e subsequentes à ocupação do imóvel. Para mitigar esses impactos, é crucial

adotar práticas de construção sustentável e tecnologias de eficiência energética que reduzam tanto as emissões operacionais quanto as incorporadas.

No caso das emissões operacionais, medidas como a melhoria da eficiência dos sistemas de HVAC, a utilização de iluminação LED e o emprego de tecnologias de gestão de energia podem diminuir significativamente o consumo de energia. Além disso, a transição para fontes de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, pode substituir o uso de combustíveis fósseis, reduzindo ainda mais as emissões de GEE.

Em relação às emissões incorporadas, o uso de materiais de construção de baixo carbono, a reciclagem de materiais e a aplicação de técnicas de construção que minimizem o desperdício são estratégias eficazes. A escolha de materiais sustentáveis e a implementação de métodos construtivos inovadores, que demandem menos energia e recursos, são fundamentais para reduzir o impacto ambiental desde o início do processo de construção.

Adotar uma abordagem integrada que considere todo o ciclo de vida dos edifícios é essencial para alcançar uma construção verdadeiramente sustentável. Isso inclui desde a escolha dos materiais e o planejamento da obra até a operação e eventual demolição ou reaproveitamento dos edifícios. A conscientização e o comprometimento de todos os envolvidos no setor da construção civil, desde arquitetos e engenheiros até construtores e gestores, são fundamentais para promover práticas que reduzam as emissões de carbono e contribuam para a mitigação das mudanças climáticas. Assim, será possível criar ambientes urbanos mais saudáveis e sustentáveis, alinhados com os objetivos globais de preservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo baseia-se em uma revisão bibliográfica abrangente sobre sustentabilidade na construção civil. Esta revisão envolveu a análise detalhada de diversas

referências teóricas provenientes de fontes nacionais e internacionais, incluindo websites especializados, livros acadêmicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. O processo de revisão incluiu a seleção criteriosa de obras relevantes e atualizadas, garantindo a inclusão de uma variedade de perspectivas e abordagens sobre o tema.

Além disso, foram considerados artigos científicos publicados em periódicos de alto impacto, relatórios de organizações não-governamentais e documentos oficiais de instituições renomadas. A partir dessa extensa revisão, foi possível formar uma opinião fundamentada e crítica sobre a sustentabilidade na construção civil. Essa opinião resulta da síntese dos conceitos, das práticas recomendadas e das soluções inovadoras propostas pelos diversos autores ao longo da pesquisa.

A análise permitiu identificar as principais tendências e desafios enfrentados pelo setor, bem como as estratégias mais eficazes para promover a sustentabilidade nas atividades de construção. Dessa forma, o estudo não apenas compila o conhecimento existente, mas também oferece uma visão integrada e contextualizada das melhores práticas e inovações emergentes, contribuindo para o avanço do debate acadêmico e profissional sobre o tema.

3.1 Procedimento de inclusão e exclusão

Para o estudo sobre a eficácia de técnicas construtivas para reduzir a emissão de gases poluentes, foi realizado um levantamento bibliográfico em bases de dados como PubMed, Scopus e Web of Science, além de consultas a bibliotecas acadêmicas e outras fontes relevantes. A busca inicial identificou um total de 150 artigos relacionados ao tema.

Após a triagem inicial com base nos critérios de relevância do título e resumo, foram selecionados 50 artigos para leitura completa. Essa etapa permitiu avaliar a adequação dos artigos à pesquisa, considerando critérios como conteúdo relevante, metodologia utilizada, resultados obtidos e contribuição para o tema.

Após a leitura completa, foram incluídos na revisão bibliográfica 10 artigos que atendiam aos critérios de inclusão, apresentando conteúdo relevante e atualizado sobre técnicas construtivas para redução de emissão de gases poluentes. Os 40 artigos restantes foram excluídos por apresentarem conteúdo irrelevante, metodologia inadequada, resultados inconsistentes ou desatualizados.

Os artigos incluídos na revisão foram analisados e sintetizados de acordo com a tabela a seguir, identificando padrões, tendências e lacunas na literatura sobre o tema. Essa análise permitiu concluir sobre a eficácia das técnicas construtivas estudadas e sua aplicabilidade para reduzir a emissão de gases poluentes na construção civil.

Autor	Ano	Metodologia	Resultados
DO NASCIMENTO, DE MORAIS, LOPES	2022	Este estudo é uma Revisão de Literatura, que tem como objetivo reunir quais métodos e tecnologias podem ser aplicados para alcançar	As medidas identificadas no presente trabalho para mitigar os danos ambientais causados pela Indústria da Construção Civil foram projetos de paginação, visando a quantificação de resíduos da construção civil, reaproveitamento de águas pluviais e plantas destinadas à reciclagem de resíduos da construção civil para reaproveitamento.
HAUBRICK, GONÇALVES	2020	O presente artigo tem como objetivo apresentar, através de pesquisas exploratórias, como o setor da construção civil poderá gerenciar a redução da geração de resíduos sólidos de forma que se tenha um controle e monitoramento em todo o ciclo de vida da obra.	Por fim, através do presente artigo foi possível concluir que a redução da geração de resíduos sólidos será obtida ao desenvolver um adequado plano de gerenciamento de resíduos sólidos estruturado no PBQP-H/SiAC, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat e Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil, que estabelece critérios para redução dos resíduos sólidos gerados. Planejar estratégias para a redução desses resíduos é um ato que beneficia a natureza no quesito sustentabilidade e também traz consequências positivas para o setor da construção civil através da redução de custos com melhoria da qualidade.
KUYVEN, DE OLIVEIRA	2023	A metodologia utilizada, através dos procedimentos, estrutura-se por uma revisão bibliográfica, pesquisa documental, estudo de caso e levantamento de campo.	Pôde-se constatar que a deposição ilegal de RCC's em locais públicos e terrenos baldios é um fato bastante presente na sociedade ijuiense, haja vista, que foram localizados treze (13) pontos inadequados de descartes ao longo da cidade possuindo os mais diversos materiais oriundos de obras civis.
LOPES,et al	2023	Discorre sobre a apreciação e a aplicabilidade dos ideários da sustentabilidade na construção civil é a aplicação de práticas e tecnologias que visam minimizar o impacto ambiental e maximizar a eficiência energética dos edifícios.	Isso inclui a escolha de materiais e fontes de energia renováveis, a redução do desperdício de recursos e a implementação de sistemas de gestão de água e resíduos. Além disso, a construção de edifícios residenciais também pode melhorar a qualidade de vida dos ocupantes, aumentando a eficiência energética e o conforto ambiental.
FERRARI, DA SILVA MARTINS	2022	Revisão Bibliográfica	O privilégio de se adotar novas medidas para um ambiente mais sustentável traz redução no impacto ambiental, economia de gastos e oferece para o usuário melhoria no

			conforto térmico. Utilizou-se como metodologia, análise de livros e artigos que abordam o tema sustentabilidade, principalmente no que se refere aos prédios verdes. Sendo assim, objetivou-se com este estudo, promover uma revisão bibliográfica sobre Prédio Verde a fim de melhorar as condições de sustentabilidade nas edificações.
FROUFE, DE BRITO MELLO, SOARES	2020	Monitorar e avaliar o consumo de energia, água e geração de resíduos nos canteiros de obras possibilita a identificação de falhas nos sistemas operacionais e uma gestão mais eficaz dos recursos durante a obra.	Inicialmente foi feita pesquisa bibliográfica apontando os fatores de consumo e sugestões para o controle e redução. Posteriormente, com base nos dados de consumos obtidos de 34 obras de construtoras certificadas e qualificadas no nível “A”, os dados foram analisados e calculadas as tendências de consumo por área de construção e prazo da obra. Os resultados obtidos indicam que os gastos se comportam linearmente durante a obra, as obras de médio porte têm um consumo maior do que aquelas de porte maior e que os resíduos não foram monitorados corretamente nas obras estudadas.
DE ARAUJO, et al	2020	O presente trabalho trata de um estudo de caso sobre a reutilização de água em obras da construção civil, e para tanto, realizou-se visita in loco onde se observou a não adoção de técnicas que minimizem o consumo e de meios de reuso de água	Com isso foi possível propor medidas capazes de promover a sustentabilidade e consumo racional de água dentro do canteiro de obras.
DE MELO, DE LUNETTA, GUERRA	2024	Este trabalho, foi uma revisão bibliográfica. Para a definição do passo a passo do trabalho, utilizou-se a recomendação de Bryman (2008), que aconselha iniciar pelo entendimento do tema, escolha de fontes de informação, coleta de dados, análise de dados, interpretação e proposta, e por fim, resultado.	Por fim é válido ressaltar que o uso do BIM não deve ser relacionado como um método simples de adoção de um modelo de desenvolvimento, mas ele é uma ferramenta multidisciplinar que tem o intuito para correlacionar e potencializar os setores complexos na concepção de projetos de engenharia sustentáveis.
DE LUNA, FREITAS	2021	Será exposto que, para um canteiro de obras sustentável, de baixo consumo de recursos naturais, é preciso garantir uma produção eficiente desde sua construção, na escolha dos materiais e concepção do canteiro de obras, aliados à preservação ambiental e ao consumo responsável de recursos naturais.	Assim busca-se com esse tema, apresentar informações que possam ser debatidas, a fim de contribuir para melhores desempenhos durante o processo de construção em busca de um processo produtivo mais sustentável.
VIEIRA, et al	2021	Para preencher essa lacuna de pesquisa, esta tese propõe, aplica e discute um modelo baseado no método “Analytic Hierarchy	Após construída a estrutura hierárquica do modelo, foi solicitado a especialistas da área de construção civil/ambiental que realizassem os

		Process (AHP) com medição absoluta” para avaliar a questão da materialidade de relatórios no padrão GRI de empresas brasileiras do setor da construção civil. As organizações selecionadas foram aquelas que publicaram seus relatórios de sustentabilidade nas Normas GRI desde o lançamento dessas diretrizes, em 2016, totalizando quatorze relatórios, de seis empresas.	julgamentos dos critérios e subcritérios, visando ponderar o grau de importância dos tópicos de sustentabilidade constantes nos relatórios. Coletou-se os julgamentos por meio de questionário e os pesos foram agregados ao modelo utilizando-se o método de Agregação Individual de Prioridades aplicado ao AHP. Os pesos finais foram então validados por outros especialistas. Estabeleceu-se assim um ranking dos relatórios selecionadas em relação à materialidade, com destaque para os relatórios da empresa Odebrecht Engenharia e Construção S.A. (OEC). O método AHP com medição absoluta se mostrou eficiente, especialmente por possibilitar ponderações dos critérios e subcritérios, podendo ser útil para avaliações da materialidade nos relatórios de sustentabilidade de organizações. Conclui-se que há espaço para melhorias na qualidade desses relatórios, uma vez que há empresas que deixam de divulgar tópicos considerados relevantes, conforme julgamento dos especialistas consultados nesta pesquisa.
--	--	---	--

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise dos estudos apresentados, é possível identificar que todos eles abordam a questão da sustentabilidade na indústria da construção civil, com foco em diferentes aspectos, como a gestão de resíduos, a eficiência energética, a redução do consumo de recursos naturais e a promoção da sustentabilidade em obras de construção civil.

4.1 Parâmetros de Técnicas Construtivas

Os estudos de Do Nascimento, De Moraes e Lopes (2022), Haubrick e Gonçalves (2020), Kuyven e De Oliveira (2023), e Ferrari e Da Silva Martins (2022) enfatizam a importância da gestão de resíduos e da redução do consumo de recursos naturais na indústria da construção civil. Esses autores discutem práticas e modelos que visam tornar a construção civil mais sustentável e eficiente no uso de materiais e energia.

Quadro 1 - Parâmetros de Técnicas Construtivas

Autores	Ano	Enfoque Principal
Do Nascimento, De Moraes e Lopes	2022	Gestão de resíduos e redução do consumo de recursos naturais na construção civil.
Haubrick e Gonçalves	2020	Práticas e modelos para tornar a construção civil mais sustentável.
Kuyven e De Oliveira	2023	Eficiência no uso de materiais e energia na construção civil.
Ferrari e Da Silva Martins	2022	Estratégias para a sustentabilidade e eficiência energética na indústria da construção.

Fonte: Autor, 2024

4.1.1 Gestão de Resíduos Sólidos

No estudo de Do Nascimento, De Moraes e Lopes (2022), os autores realizam uma revisão bibliográfica sobre a gestão de resíduos sólidos na construção civil. Eles salientam que a gestão eficaz desses resíduos é crucial para a sustentabilidade do setor. A gestão de resíduos sólidos possibilita a diminuição do volume de resíduos gerados, promove a reutilização de materiais e contribui para a redução do consumo de recursos naturais. Esses aspectos são fundamentais para minimizar o impacto ambiental e melhorar a eficiência dos processos construtivos.

Um dos principais pontos enfatizados no estudo é a necessidade de reduzir o volume de resíduos gerados durante as atividades de construção. Os autores apontam que, sem uma gestão adequada, os resíduos podem se acumular em aterros sanitários, contribuindo para problemas

ambientais significativos, como a contaminação do solo e da água. Estratégias de redução de resíduos incluem o planejamento cuidadoso das obras, a utilização de técnicas construtivas que gerem menos desperdício e a implementação de práticas de construção limpa

Outra prática essencial discutida no estudo é a reutilização de materiais. Os autores explicam que muitos resíduos gerados na construção, como sobras de concreto, madeira, metais e tijolos, podem ser reciclados ou reutilizados em outras obras. Isso não apenas reduz a quantidade de resíduos destinados a aterros, mas também diminui a demanda por novos materiais, resultando em economia de recursos e redução de custos para as empresas. A reutilização de materiais também pode estimular a inovação e a adoção de tecnologias sustentáveis no setor.

Do Nascimento, De Moraes e Lopes (2022) também abordam a importância da gestão de resíduos sólidos na redução do consumo de recursos naturais. Eles explicam que a extração e o processamento de novos materiais de construção exigem grandes quantidades de energia e água, além de causarem impactos ambientais negativos. Ao reutilizar materiais e reciclar resíduos, é possível diminuir a necessidade de extração de novos recursos, preservando o meio ambiente e contribuindo para a sustentabilidade. A gestão eficiente de resíduos pode, portanto, ser vista como uma estratégia de conservação de recursos naturais.

Os autores destacam que a gestão eficaz de resíduos sólidos traz benefícios tanto ambientais quanto econômicos. Ambientalmente, a redução de resíduos e a reutilização de materiais ajudam a minimizar a pegada ecológica das construções, diminuindo a poluição e a degradação ambiental. Economicamente, as práticas de gestão de resíduos podem reduzir os custos operacionais das empresas de construção, uma vez que a reutilização de materiais e a reciclagem podem ser mais econômicas do que a aquisição de novos materiais.

Finalmente, o estudo de Do Nascimento, De Moraes e Lopes (2022) enfatiza que a gestão de resíduos sólidos pode melhorar a eficiência dos processos construtivos. Com menos resíduos para gerenciar e descartar, os canteiros de obras se tornam mais organizados e seguros, o que pode aumentar a produtividade e reduzir o tempo de construção. Além disso, a implementação de práticas de gestão de resíduos pode promover uma cultura de sustentabilidade entre os trabalhadores e as empresas, incentivando a adoção de outras práticas sustentáveis e inovadoras no setor.

4.1.2 Redução do Consumo de Recursos Naturais

Haubrick e Gonçalves (2020) discutem a importância da redução do consumo de recursos naturais na construção civil. Eles apresentam um modelo de análise do ciclo de vida dos edifícios, que permite avaliar o impacto ambiental em diferentes fases do ciclo de vida, desde a extração de materiais até o fim de vida do edifício. Este modelo fornece uma ferramenta essencial para identificar e implementar estratégias de redução do consumo de recursos, promovendo práticas mais sustentáveis na construção de edifícios.

Quadro 2 - Redução de Recursos Naturais

Fase do Ciclo de Vida	Consumo de Energia (MJ)	Consumo de Água (m³)	Emissão de CO₂ (ton)	Redução Potencial (%)
Extração de Materiais	150.000	200	500	25%
Processamento de Materiais	120.000	150	400	20%
Construção	100.000	100	350	15%
Operação do Edifício	500.000	300	1.000	30%
Fim de Vida (Demolição)	50.000	50	100	10%

Fonte: Haubrick e Gonçalves (2020)

Os números apresentados ilustram o impacto ambiental nas diferentes fases do ciclo de vida de um edifício, incluindo o consumo de energia, o consumo de água, as emissões de CO₂ e o potencial de redução desses impactos por meio de estratégias sustentáveis.

Na fase de extração de materiais, observa-se um consumo de 150.000 MJ de energia, 200 m³ de água, e a emissão de 500 toneladas de CO₂. Esses números refletem a intensidade dos processos de extração de recursos naturais, que demandam grandes quantidades de energia e água, além de gerarem consideráveis emissões de gases de efeito estufa. A redução potencial de 25% sugere que práticas mais sustentáveis, como o uso de materiais reciclados ou métodos de extração menos agressivos, poderiam mitigar esses impactos.

No processamento de materiais, o consumo de energia é de 120.000 MJ, o consumo de água é de 150 m³, e as emissões de CO₂ chegam a 400 toneladas. Esse estágio, que inclui a fabricação de materiais como cimento e aço, também apresenta impactos significativos devido ao uso intensivo de recursos naturais e energéticos. A redução potencial de 20% indica que melhorias na eficiência energética e a adoção de tecnologias mais limpas poderiam reduzir consideravelmente esses impactos ambientais.

Durante a fase de construção, há um consumo de 100.000 MJ de energia, 100 m³ de água, e a emissão de 350 toneladas de CO₂. Esses impactos resultam do uso de maquinário pesado, transporte de materiais e outras atividades no local de construção. A redução potencial de 15% aponta para a possibilidade de práticas de construção mais eficientes e sustentáveis, como a adoção de técnicas de construção modular ou materiais de menor impacto ambiental.

A fase de operação do edifício é a mais impactante em termos de consumo de energia e emissões de CO₂, com 500.000 MJ de energia consumida, 300 m³ de água utilizados, e 1.000 toneladas de CO₂ emitidas. Essa fase representa a maior parte do impacto ambiental ao longo do ciclo de vida do edifício, devido ao consumo contínuo de eletricidade e outros recursos necessários para manter o edifício funcional. A redução potencial de 30% sugere que há uma oportunidade significativa para a adoção de tecnologias de eficiência energética, como sistemas de aquecimento e resfriamento eficientes, iluminação LED e energia renovável, para diminuir esses impactos.

Por fim, a fase de fim de vida do edifício, que inclui a demolição e o descarte dos materiais, apresenta impactos menores em comparação com as outras fases, com 50.000 MJ de energia consumida, 50 m³ de água utilizados, e 100 toneladas de CO₂ emitidas. A redução potencial de 10% indica que práticas de demolição seletiva e reciclagem de materiais poderiam ajudar a diminuir esses impactos, contribuindo para a sustentabilidade do ciclo de vida completo do edifício.

Haubrick e Gonçalves (2020) argumentam que a redução do consumo de recursos naturais é essencial para a sustentabilidade da construção civil. Eles apontam que a extração e o processamento de materiais de construção, como cimento, aço e madeira, requerem grandes quantidades de energia e água, além de emitirem poluentes e gases de efeito estufa. Portanto, a diminuição do consumo de recursos pode levar a uma redução significativa desses impactos ambientais.

4.1.2.1 Modelo de Análise do Ciclo de Vida dos Edifícios

O modelo de análise do ciclo de vida (ACV) apresentado pelos autores é uma ferramenta poderosa que permite avaliar o impacto ambiental dos edifícios em diferentes fases de seu ciclo de vida. Este modelo abrange:

- **Extração de Materiais:** Avalia os impactos ambientais associados à extração de matérias-primas.

- **Produção de Materiais:** Analisa os impactos relacionados ao processamento e fabricação de materiais de construção.
- **Construção:** Considera os impactos ambientais durante a fase de construção, incluindo o consumo de energia e a geração de resíduos.
- **Uso e Manutenção:** Avalia o impacto durante a vida útil do edifício, incluindo o consumo de energia para aquecimento, resfriamento e iluminação, bem como a manutenção e reparos necessários.
- **Fim de Vida:** Examina os impactos associados à demolição do edifício e ao descarte ou reciclagem dos materiais.

4.1.2.2 Identificação e Implementação de Estratégias Sustentáveis

Ao utilizar o modelo de ACV, Haubrick e Gonçalves (2020) demonstram como é possível identificar pontos críticos onde intervenções podem ser feitas para reduzir o consumo de recursos naturais e minimizar os impactos ambientais. Algumas das estratégias destacadas incluem:

- **Seleção de Materiais Sustentáveis:** Optar por materiais de construção que tenham menor impacto ambiental durante sua produção e que sejam recicláveis ou reutilizáveis.
- **Eficiência Energética:** Implementar tecnologias e práticas que reduzam o consumo de energia durante a vida útil do edifício, como o uso de sistemas de iluminação eficientes, isolamento térmico adequado e fontes de energia renovável.
- **Design para Desmontagem:** Projetar edifícios de forma que possam ser facilmente desmontados no fim de sua vida útil, facilitando a reutilização e reciclagem de materiais.

4.1.2.3 Benefícios da Análise do Ciclo de Vida

O uso do modelo de ACV proporciona vários benefícios, conforme discutido por Haubrick e Gonçalves (2020):

- **Tomada de Decisão Informada:** Fornece dados detalhados que ajudam arquitetos, engenheiros e gestores a tomar decisões informadas sobre materiais e técnicas construtivas.

- **Redução de Impactos Ambientais:** Identifica oportunidades para reduzir os impactos ambientais em todas as fases do ciclo de vida do edifício.
- **Custo-Benefício:** Embora possa haver um custo inicial mais alto para implementar práticas sustentáveis, a análise do ciclo de vida mostra que os benefícios a longo prazo, como redução nos custos operacionais e maior durabilidade, muitas vezes superam os custos iniciais.
- **Conformidade com Regulamentações:** Auxilia no cumprimento de regulamentações ambientais e na obtenção de certificações de construção sustentável, como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method).

4.1.3 Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

No estudo de Kuyven e De Oliveira (2023), é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a gestão de resíduos de construção e demolição. Os autores destacam que a gestão desses resíduos é essencial para a sustentabilidade do setor, uma vez que reduz o volume de resíduos gerados, promove a reutilização de materiais e diminui o consumo de recursos naturais. Essa abordagem não só beneficia o meio ambiente, mas também pode resultar em economia de custos e melhoria da eficiência nos processos de construção e demolição.

Quadro 3: Impacto da Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

Indicador	Antes da Gestão de Resíduos	Após a Gestão de Resíduos	Redução/Benefício (%)
Volume de Resíduos Gerados (ton)	10.000	5.000	50%
Reutilização de Materiais (%)	10%	60%	50%
Consumo de Recursos Naturais (ton)	20.000	12.000	40%
Custo Total do Projeto (milhões R\$)	15	12	20%
Eficiência dos Processos (%)	70%	90%	20%

Fonte: Kuyven e De Oliveira (2023)

4.1.4 Análise do Ciclo de Vida dos Edifícios

Ferrari e Da Silva Martins (2022) também discutem a importância da redução do consumo de recursos naturais na construção civil, apresentando um modelo de análise do ciclo de vida dos edifícios. Este modelo é utilizado para avaliar o impacto ambiental dos edifícios em todas as etapas do seu ciclo de vida, desde a extração de materiais até a demolição e descarte. Através desta análise, é possível identificar pontos críticos e implementar práticas que reduzem o consumo de recursos e minimizam os impactos ambientais.

4.2 Eficiência Energética na Construção Civil

Por outro lado, os estudos de Lopes et al. (2023), Froufe, De Brito Mello e Soares (2020) e De Araujo et al. (2020) abordam a questão da eficiência energética e da redução do consumo de recursos naturais em obras de construção civil.

No estudo de Lopes et al. (2023), os autores apresentam uma revisão bibliográfica sobre a eficiência energética na indústria da construção civil. Eles destacam que a eficiência energética é uma atividade essencial para a sustentabilidade da indústria da construção civil, pois permite a redução do consumo de energia e a redução do impacto ambiental dos edifícios.

No estudo de Froufe, De Brito Mello e Soares (2020), os autores discutem a importância da redução do consumo de recursos naturais na indústria da construção civil. Eles apresentam um modelo de análise do ciclo de vida dos edifícios, que permite avaliar o impacto ambiental dos edifícios em diferentes etapas do seu ciclo de vida, desde a extração de materiais até o fim de vida do edifício.

No estudo de De Araujo et al. (2020), os autores apresentam uma revisão bibliográfica sobre a eficiência energética na indústria da construção civil. Eles destacam que a eficiência energética é uma atividade essencial para a sustentabilidade da indústria da construção civil, pois permite a redução do consumo de energia e a redução do impacto.

Em resumo, os estudos de Do Nascimento, De Moraes e Lopes (2022), Haubrick e Gonçalves (2020), Kuyven e De Oliveira (2023) e Ferrari e Da Silva Martins (2022) destacam a importância da gestão de resíduos e da redução do consumo de recursos naturais na indústria da construção civil. Já os estudos de Lopes et al. (2023), Froufe, De Brito Mello e Soares (2020)

e De Araujo et al. (2020) abordam a questão da eficiência energética e da redução do consumo de recursos naturais em obras de construção civil. Esses estudos demonstram a importância de adotar práticas sustentáveis na indústria da construção civil, como a gestão de resíduos, a redução do consumo de recursos naturais e a eficiência energética, para minimizar o impacto ambiental e maximizar a sustentabilidade dos edifícios.

Os estudos de De Melo, De Lunetta e Guerra (2024) e De Luna e Freitas (2021) abordam a sustentabilidade em obras de construção civil de forma mais ampla, discutindo a importância de garantir uma produção eficiente e responsável desde a concepção do canteiro de obras.

No estudo de De Melo, De Lunetta e Guerra (2024), os autores apresentam uma revisão bibliográfica sobre a aplicação do Building Information Modeling (BIM) em projetos de engenharia sustentáveis. Eles destacam que o uso do BIM não deve ser visto como um método simples de adoção de um modelo de desenvolvimento, mas sim como uma ferramenta multidisciplinar que tem o intuito de correlacionar e potencializar os setores complexos na concepção de projetos de engenharia sustentáveis.

4.3 Produção Eficiente e Responsável na Construção Civil

Os estudos de De Luna e Freitas (2021) são fundamentais para compreender a necessidade de uma produção eficiente e responsável na construção civil, abordando desde a concepção do canteiro de obras até a escolha de materiais e práticas de preservação ambiental. Os autores enfatizam que a sustentabilidade no setor não deve ser uma preocupação isolada, mas sim integrada em todas as fases do processo construtivo.

Quadro 4: Impacto da Produção Eficiente e Responsável na Construção Civil

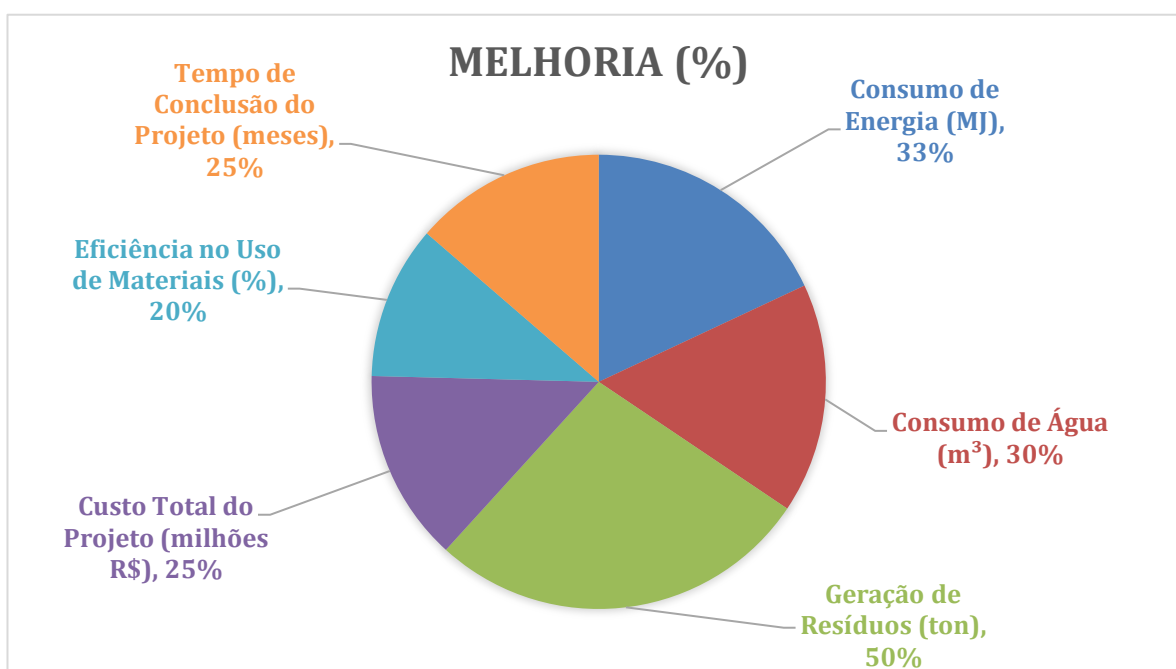
Indicador	Antes da Implementação	Após a Implementação	Melhoria (%)
Consumo de Energia (MJ)	300.000	200.000	33%
Consumo de Água (m³)	500	350	30%
Geração de Resíduos (ton)	1.000	500	50%
Custo Total do Projeto (milhões R\$)	20	15	25%

Eficiência no Uso de Materiais (%)	70%	90%	20%
Tempo de Conclusão do Projeto (meses)	24	18	25%

Fonte: De Luna e Freitas (2021)

Este quadro mostra como a implementação de práticas sustentáveis e eficientes pode levar a uma redução significativa no consumo de recursos, geração de resíduos, e custos, além de melhorar a eficiência e reduzir o tempo de conclusão dos projetos na construção civil.

Gráfico 1 - Demonstração de Melhorias



Fonte: De Luna e Freitas (2021)

4.3.1 Produção Eficiente e Responsável

De Luna e Freitas destacam que a eficiência e responsabilidade na produção começam com a concepção do canteiro de obras. Esta fase inicial é crucial, pois envolve decisões que impactarão todo o ciclo de vida do projeto, incluindo a seleção de materiais sustentáveis, a

logística de transporte e armazenamento, e o planejamento para minimizar o desperdício de recursos.

4.3.2 Escolha de Materiais

A escolha dos materiais é outro ponto chave abordado pelos autores. Eles ressaltam a importância de selecionar materiais que não só atendam aos requisitos técnicos e econômicos, mas que também tenham menor impacto ambiental. Isso inclui o uso de materiais reciclados, recursos renováveis, e tecnologias que promovam a eficiência energética.

- **Materiais Reciclados:** Utilização de materiais reciclados ou reutilizados para reduzir a demanda por recursos naturais virgens.
- **Materiais de Baixo Impacto:** Seleção de materiais que produzam menos emissões de CO₂ durante sua fabricação e transporte.
- **Materiais Locais:** Utilização de materiais locais para reduzir a pegada de carbono associada ao transporte.

4.3.2.1 Logística de Transporte e Armazenamento

A logística eficiente de transporte e armazenamento de materiais é outro aspecto crucial. De Luna e Freitas sugerem que um bom planejamento logístico pode minimizar o impacto ambiental e os custos operacionais. Isso envolve:

- **Roteirização Eficiente:** Planejar rotas de transporte que reduzam a distância percorrida e, consequentemente, as emissões de carbono.
- **Armazenamento Adequado:** Garantir que os materiais sejam armazenados de maneira a evitar danos e desperdícios. Armazenamento adequado protege os materiais das intempéries e degradação.

4.3.2.2 Planejamento para Minimizar Desperdício de Recursos

Reduzir o desperdício de recursos é uma prioridade para garantir a sustentabilidade no canteiro de obras. Isso pode ser alcançado através de:

- **Planejamento Detalhado:** Elaboração de um planejamento detalhado do uso de materiais, ferramentas e equipamentos para evitar excessos e desperdícios.
- **Treinamento da Equipe:** Capacitação dos trabalhadores para manusearem os materiais de maneira correta e eficiente, reduzindo perdas.
- **Gestão de Resíduos:** Implementação de práticas de gestão de resíduos para reciclagem e reutilização de materiais, reduzindo a quantidade de resíduos enviados para aterros.

4.3.3 Preservação Ambiental e Consumo Responsável

Os autores também discutem a importância de práticas que garantam a preservação ambiental e o consumo responsável de recursos naturais. Isso envolve a implementação de sistemas de gestão de água e resíduos, o uso de fontes de energia renováveis, e práticas que reduzam a pegada de carbono da construção. A preservação ambiental não é apenas um benefício ecológico, mas também contribui para a longevidade e eficiência dos projetos construídos.

4.3.4 Abordagem Holística e Integrada

Tanto os estudos de De Luna e Freitas quanto os de De Melo, De Lunetta e Guerra (2024) sugerem uma abordagem holística e integrada da sustentabilidade. Eles enfatizam a importância de considerar todos os aspectos da sustentabilidade - desde a eficiência energética e gestão de resíduos até a escolha de materiais e preservação ambiental. Essa visão abrangente permite que a indústria da construção civil adote práticas mais sustentáveis, resultando em um impacto positivo a longo prazo.

4.3.5 Abordagem Específica de Vieira et al.

Por outro lado, o estudo de Vieira et al. (2021) adota uma abordagem mais específica ao avaliar a materialidade dos relatórios de sustentabilidade de empresas brasileiras do setor da construção civil. Este estudo foca na transparência e responsabilidade das empresas em reportar

suas práticas e impactos ambientais. A avaliação da materialidade ajuda a identificar quais aspectos da sustentabilidade são mais relevantes para as partes interessadas e como as empresas estão abordando esses aspectos em suas operações.

4.3.5.1 Avaliação da Materialidade

A avaliação da materialidade é um processo que identifica e prioriza os temas mais significativos de sustentabilidade para uma empresa e suas partes interessadas. Vieira et al. destacam a importância desse processo para garantir que os relatórios de sustentabilidade reflitam as preocupações e expectativas dos stakeholders, incluindo investidores, clientes, funcionários, comunidades locais e reguladores. Esse processo geralmente envolve:

- **Identificação de Temas Relevantes:** Mapear uma ampla gama de questões de sustentabilidade que possam impactar a empresa e suas partes interessadas.
- **Prioritização dos Temas:** Avaliar a relevância e a significância de cada tema com base em sua influência sobre as decisões dos stakeholders e o impacto na empresa.

4.3.5.2 Transparência e Responsabilidade

O estudo de Vieira et al. sublinha a importância da transparência e da responsabilidade na comunicação das práticas de sustentabilidade das empresas. A transparência é essencial para construir confiança com as partes interessadas e demonstrar o compromisso da empresa com a gestão sustentável. Os relatórios de sustentabilidade devem:

- **Divulgar Informações Relevantes:** Fornecer dados e informações claras sobre as práticas, impactos e desempenho de sustentabilidade da empresa.
- **Explicar Metodologias:** Descrever as metodologias e os critérios utilizados para coletar e analisar os dados de sustentabilidade.
- **Incluir Indicadores de Desempenho:** Utilizar indicadores de desempenho reconhecidos internacionalmente, como os padrões da Global Reporting Initiative (GRI), para permitir comparações e avaliações consistentes.

4.3.5.3 Identificação de Aspectos Relevantes

A análise de Vieira et al. ajuda a identificar quais aspectos da sustentabilidade são mais relevantes para as empresas do setor da construção civil. Esses aspectos podem incluir:

Gestão de Resíduos: Práticas e políticas para minimizar a geração de resíduos e promover a reciclagem e reutilização.

- **Eficiência Energética:** Medidas para reduzir o consumo de energia e aumentar a utilização de fontes de energia renováveis.
- **Impacto Ambiental:** Avaliação e mitigação dos impactos ambientais das atividades de construção, como emissões de CO₂, poluição do ar e da água.
- **Responsabilidade Social:** Iniciativas para melhorar as condições de trabalho, segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores.

4.3.5.4 Abordagem das Empresas

O estudo também examina como as empresas do setor estão abordando esses aspectos em suas operações. Isso pode incluir:

- **Políticas e Estratégias:** Desenvolvimento e implementação de políticas e estratégias específicas de sustentabilidade.
- **Programas e Iniciativas:** Lançamento de programas e iniciativas para promover práticas sustentáveis e alcançar metas ambientais.
- **Monitoramento e Relatórios:** Estabelecimento de sistemas de monitoramento e relatórios para acompanhar o progresso e o desempenho em relação às metas de sustentabilidade.

4.3.6 Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil

Em suma, os estudos mencionados contribuem de maneiras complementares para a sustentabilidade na construção civil. Enquanto De Luna e Freitas (2021) e De Melo, De Lunetta e Guerra (2024) fornecem uma visão ampla e integrada da sustentabilidade, abordando diversas dimensões e práticas, Vieira et al. (2021) oferece uma análise detalhada da comunicação e transparência das empresas sobre suas práticas sustentáveis. Juntos, esses estudos fornecem um quadro abrangente e detalhado que pode guiar a indústria da construção civil em direção a práticas mais sustentáveis e responsáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil, apesar de ser essencial para o desenvolvimento socioeconômico, apresenta desafios significativos em termos de sustentabilidade ambiental. O setor é responsável por uma parcela considerável das emissões de gases de efeito estufa, consumo de recursos naturais e geração de resíduos. No entanto, estratégias sustentáveis podem ser adotadas para minimizar esses impactos e promover uma indústria mais responsável.

A gestão eficiente de resíduos é fundamental para reduzir o impacto ambiental da construção civil. Isso envolve a adoção de práticas de redução, reutilização e reciclagem de materiais, bem como a destinação adequada dos resíduos gerados. Além disso, a seleção de materiais sustentáveis, como aqueles com baixa pegada de carbono e certificados de origem sustentável, contribui para a preservação dos recursos naturais.

Outra estratégia importante é a promoção da eficiência energética nos edifícios. Isso inclui a adoção de tecnologias e práticas que reduzam o consumo de energia, como o uso de isolamento térmico, iluminação LED e sistemas de climatização eficientes. A incorporação de fontes de energia renovável, como painéis solares e sistemas de energia eólica, também pode contribuir significativamente para a redução da pegada de carbono dos edifícios.

Além das questões ambientais, a sustentabilidade na construção civil também engloba aspectos sociais e econômicos. Isso inclui a promoção de condições de trabalho seguras e saudáveis, o respeito aos direitos humanos e a valorização da diversidade e inclusão. Do ponto de vista econômico, a adoção de práticas sustentáveis pode resultar em economias significativas a longo prazo, além de contribuir para a criação de empregos e o desenvolvimento local.

Contudo, a adoção de práticas sustentáveis na construção civil é essencial para mitigar os impactos ambientais, promover o desenvolvimento socioeconômico e construir um futuro mais sustentável para as gerações futuras. É fundamental que empresas, governos, profissionais e sociedade civil trabalhem juntos para promover uma indústria da construção mais responsável e sustentável.

REFERÊNCIAS

- ABRECON. A gestão dos resíduos da construção e demolição e o papel do engenheiro. Brasil, 2024. Disponível em: <https://abrecon.org.br/a-gestao-dos-residuos-da-construcao-e-demolicao-e-o-papel-do-engenheiro/>. Acesso em: 06 mar. 2024.
- ABREU, Loyde Vieira; LABAKI, Lucila Chebel. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. *Ambiente Construído*, v. 10, p. 103-117, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/BYpqSg7XLZsLFjscXNSdJDt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19 mar. 2024.
- ABVE. Maioria dos brasileiros já prefere veículos elétricos. Brasil, 2020. Disponível em: <http://www.abve.org.br/maioria-dos-brasileiros-prefere-veiculoseletricos/>. Acesso em: 06 mar. 2024.
- ADAC. Elektroauto und Ladeverluste: So können Sie Kosten vermeiden. Alemanha. Disponível em: <https://www.adac.de/rund-umsfahrzeug/elektromobilitaet/laden/ladeverluste-elektroauto-studie/>. Acesso em: 06 nov. 2024.
- ADASA. Cadernos de conservação de água em edificações: reuso de águas cinzas. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/audiencia_publica/006-2018/Reuso_Aguas_Cinzas.pdf. Acesso em: 19 mar. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1. Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 1 Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2021. 135p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-4. Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro, 2021. 41p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO SETOR DE BICICLETAS. Ciclovias e Ciclofaixas nas capitais. 2023. Disponível em: <https://aliancabike.org.br/dados-dosetor/ciclovias-e-ciclofaixas-nas-capitais/>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- BOERI STUDIO. Bosco Verticale: Are forest towers the future of sustainable design?. Haus von Eden. Disponível em: <https://www.hausvoneden.com/urban-living/bosco-87-verticale-are-forest-towers-the-future-of-sustainable-design/>. il. color. Acesso em: 13 mar. 2024.
- BRASIL. Acordo de Paris: Contribuição Nacionalmente Determinada - NDC. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/comiteinterministerial-sobre-mudanca-do-clima/arquivos-cimv/item-de-pauta-3-parisagreement-brazil-ndc-final-1.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2024.

BRASIL. Decreto Nº 11.075/2024, de 19 de maio de 2024. Estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto nº 11.003, de 21 de março de 2024. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2024.

BRASIL. Lei Nº 12.305/2010, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL. Senado Federal. Agenda 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 3.ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições, 2001. 598 p. Disponível em:
http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/agenda_21_global.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

BRASIL. Senado Federal. COP. Agência Senado. Brasília, 20--a. Disponível em:
<https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/cop>. Acesso em: 05 mar. 2024.

BRASIL. Senado Federal. Protocolo de Kyoto. Agência Senado. Brasília, 20xxb. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/protocolodekyoto#:~:text=Os%20pa%C3%ADses%20que%20mais%20negociam,Uni%C3%A3o%20Europeia%20e%20o%20Jap%C3%A3o>. Acesso em: 05 mar. 2024.

BRASIL. Senado Federal. Protocolo de Quioto. Brasília, 2004. Disponível em:
<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70328/693406.pdf?sequence=2>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CADILLAC FAIRVIEW. 2024 GRI Supplemental Report. Canadá, 2024. Disponível em:
https://assets.ctfassets.net/p2tvuj4eecjl/1p9sOfBxQx3EuckfSwi1NS/941cb9e1e3b33885591060372f2b7abde2/2024_GRI_Supplement_FINAL__EN_.pdf. Acesso em: 02 mar. 2024.

CAMACHO, Escórcio Lisandra de Fátima Cró. A utilização de varões de GFRP nas estruturas de betão armado. 2011. Tese de Doutorado. Universidade da Madeira (Portugal). Disponível em:
<https://search.proquest.com/openview/d7fa8328aa41a2ba9be300132e1ce785/1?pqorigsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 19 mar. 2023.

CARVALHO, C. H. R. Emissões relativas de poluentes do transporte urbano. Brasil, 2011. IPEA; boletim regional, urbano e ambiental; v. 5. Disponível em:
http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU_n05_emiss%C3%B5es.pdf. Acesso em: 06 mar. 2024.

CCPI. RESULTS: Monitoring Climate Mitigation Efforts of 60 Countries plus the EU – covering 92% of the Global Greenhouse Gas Emissions. Alemanha, 2021. Disponível em:
<https://ccpi.org/wp-content/uploads/CCPI-2024-Results-1.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2024.

CEDAE. Captação de água da chuva. 20---. Disponível em:
<https://cedae.com.br/captacaoaguachuva>. Acesso em: 16 mar. 2023.

CETESB. Estudo de baixo carbono para a indústria siderúrgica no estado de São Paulo de 2014 a 2030 – 1.ed. atual. – São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2018/09/SIDERURGIAPUBLICA%C3%87%C3%83O_ON-LINE.pdf. Acesso em: 19 mar. 2023.

CETESB. Gases do Efeito Estufa. São Paulo, 20---. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/gases-do-efeito-estufa/>. Acesso em: 06 mar. 2023.

CETESB. Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas branca e de revestimentos / Maria Cecília Oliveira [e] Martha Faria Bernils Maganha. São Paulo, 2006. 90p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 13 mar. 2023.

CEZAR, Daiana de Souza. Características de durabilidade de concretos com cinza volante e cinza de casca de arroz com e sem beneficiamento. 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7759>. Acesso em: 19 mar. 2023. 89

CGEE. Siderurgia no Brasil 2010-2025; subsídios para tomada de decisão – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Siderurgia_no_Brasil__9567.pdf/893da7ee-8608-4251-adc1-10c2bf95b009?version=1.0. Acesso em: 19 mar. 2024.

COMO funciona a logística reversa na construção?. UNIVERSIDADE TRISUL. Disponível em: <https://www.universidadetrisul.com.br/sustentabilidade/comofunciona-a-logistica-reversa-na-construcao>. Acesso em: 15 mar. 2023.

CONSTRUTORAS investem em créditos de carbono. Imóveis de Valor, 2024. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/imoveis-devalor/noticia/2024/09/23/construtoras-investem-em-creditos-de-carbono.ghml>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CORRÊA, Rodrigo Studart. Reabilitação ambiental: a vegetação além do paisagismo. Paranoá, n. 14, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10958>. Acesso em: 19 mar. 2024.

COSTA, Luciana Correia do Nascimento. Aproveitamento da Ventilação Natural nas Habitações: um estudo de caso na cidade de Aracaju-SE. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DANTAS, Alex Borba Lira. Reúso de água de chuva em canteiro de obras. Anais III WIASB... Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/39096>. Acesso em: 15 mar. 2023.

DE MAGALHÃES, Luciana Nunes; DOS SANTOS, Paulo Roberto Duarte Luso. A madeira laminada colada como material estrutural de uma construção sustentável. CONSTRUINDO, 2009. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/1736>. Acesso em: 19 mar. 2024.

DIAS, A. B. et al. Desenvolvimento de um bloco cerâmico para a construção sustentável. Congresso de Inovação na Construção Sustentável. Anais...Curia, Portugal: ISISE -

Comunicações a Conferências Nacionais, 23 out. 2008. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/17601>. Acesso em: 19 mar. 2023.

DUARTE, Isabela et al. Consumo de energia e emissão de co2 de barras de bfrp, gfrp e aço: estudo de caso de vigas de concreto armado. In: Workshop de Tecnologia de 90 Processos e Sistemas Construtivos. 2021. p. 1-6. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/tecsic/article/view/1323>. Acesso em: 19 mar. 2024.

ECAM. O que é a Agenda 2030 e quais os seus objetivos. Brasil, 20---. Disponível em: <http://ecam.org.br/blog/o-que-e-a-agenda-2030-e-quais-os-seus-objetivos/>. Acesso em: 27 mar. 2024.

EDIFÍCIOS de madeira revolucionam construção civil. Exame, 2024. Disponível em: <https://exame.com/negocios/edificios-de-madeira-revolucionam-construcao-civil/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

EFEITO chaminé – Fluxo internp. Projeteee, 20---. il. color. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/implementacao/efeito-chamine-fluxo-interno/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ELIZABETH POCZTARUK ARQUITETOS. Home Design: Conheça Quem Assina o Projeto Do Vértice. Wolens, 2019. Disponível em: <https://wolensinc.com.br/blog/homedesign-conheca-quem-assina-o-projeto-do-vertice/>. il. color. Acesso em: 13 mar. 2024.

ENAP. Brasil pode gerar mais de 8 milhões de empregos com o mercado de carbono. 2024. Disponível em: <https://www.enap.gov.br/pt/acontece/noticias/brasilpode-gerar-mais-de-8-milhoes-de-empregos-com-o-mercado-decarbono#:~:text=O%20governo%20federal%20tamb%C3%A9m%20enviou,formula%C3%A7%C3%A3o%20e%20execu%C3%A7%C3%A3o%20de%20pol%C3%ADticas>. Acesso em: 16 mar. 2023.

EPE. Balanço Energético Nacional 2021: Ano base 2020 / Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balancoenergetico-nacional-2021>. Acesso em: 19 mar. 2024.

FAZENDA solar e a venda de energia solar. Portal Solar, 20---. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/fazenda-solar>. Acesso em: 16 mar. 2024.

FELIX, E. F.; POSSAN, E. Balance emissions and CO2 uptake in concrete structures: simulation based on the cement content and type. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 11, n. 1, p. 135–162, fev. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/riem/a/zvWDM5kD5K57XjY7637gTKL>. Acesso em: 19 mar. 2023. 91

FIGUEIREDO, R. Paisagista orienta síndicos sobre espécies mais adequadas para cada tipo de ambiente. Direcional, 2015. Disponível em: <https://www.direcionalcondominios.com.br/sindicos/materias/item/1389-paisagistaorienta-sindicos-sobre-especies-mais-adequadas-para-cada-tipo-de-ambiente.html>. Acesso em: 13 mar. 2024.

FLOSS, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê. 3. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. 751p.

GBC BRASIL. O que é eficiência hídrica?. 2024. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/o-que-e-eficiencia-hidrica/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

GULIN, G. Mercado de Carbono: Regulado e Voluntário. Conheça as principais diferenças e oportunidades. 2024. SAES Advogados. Disponível em: <https://www.saesadvogados.com.br/2024/07/18/mercado-de-carbono-regulado-evolutario-conheca-as-principais-diferencas-e-oportunidades/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

GUTIERREZ, Grace Cristina Roel; LABAKI, Lucila Chebel. Avaliação do desempenho térmico de três tipologias de Brise-Soleil fixo. Campinas SP: Dissertação (Mestrado), Universidade de Campinas–Unicamp, 2004. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=465258>. Acesso em: 19 mar. 2024.

IBF. Compensação de CO2 com Plantio de Florestas. 20---. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/compensacao-de-co2>. Acesso em: 16 mar. 2023.
IEA. Energy Statistics Data Browser. Paris, 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser>. Acesso em: 15 mar. 2023.

IFC. Climate Investment Opportunities in Cities: An IFC Analysis. Washington DC, 2018. Disponível em: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/875afb8f-de49-460ea66a-dd2664452840/201811-CIOC-IFCAnalysis.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mthPzYg>. Acesso em: 03 mar. 2024.

IPCC. Mudança do Clima 2021: A Base Científica. Suíça, 2021. Traduzido por: Governo do Brasil. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-92mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf. Acesso em: 06 mar. 2023.

KIBERT, J Charles. Edificações sustentáveis: Projeto, Construção e Operação. Traduzido por Alexandre Salvaterra. 4a edição. Porto Alegre: Bookman, 2020.

LA ROVERE, Emilio Lèbre. O Brasil e a COP-21. Rio de Janeiro: Die, v. 1, 2016. Disponível em: http://centroclima.coppe.ufrj.br/images/Noticias/documentos/O_Brasil_e_a_COP21_-_Emilio_La_Rovere.pdf. Acesso em: 19 mar. 2023.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. Eficiência energética na arquitetura. [3.ed.] Rio de Janeiro, 2014.

LIMA, Israel Evangelista. Florestas verticais como ferramenta de controle dos microclimas urbanos. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/769>. Acesso em: 19 mar. 2023.

LIMA, José Antonio Ribeiro de. Avaliação das consequências da produção de concreto no Brasil para as mudanças climáticas. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção

Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/T.3.2010.tde-23082010-105858. Acesso em: 2024-03-19.

MACIEL, Dayanna dos Santos Costa; DE FREITAS, Lúcia Santana. Análise do processo produtivo de uma empresa do segmento de cerâmica vermelha à luz da produção mais limpa. Revista Produção Online, v. 13, n. 4, p. 1355-1380, 2013. Disponível em: <http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1396>. Acesso em: 19 mar. 2023.

MANFREDINI, Constance; SATTLER, Miguel Aloysio. Estimativa da energia incorporada a materiais de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul. Ambiente Construído, v. 5, n. 1, p. 23-37, 2005. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3609>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MARQUES, Cristian Teixeira; GOMES, Bárbara Maria Fritzen; BRANDLI, Luciana Londero. Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade. Ambiente construído, v. 17, p. 79- 90, 2017. Disponível em: 93 <https://www.scielo.br/j/ac/a/wjvMydYMMNZ5SbPBXYCVmxG/?format=html> (=pt. Acesso em: 19 mar. 2023.

MATOS, P. R. DE; JUNCKES, R.; PRUDÊNCIO JR, L. R. Influência do uso de cinza volante na elevação adiabática de temperatura e resistência à compressão de concretos. Matéria (Rio de Janeiro), v. 24, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/V3QFjXsC3TQNgKbhdpbCtqx/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 19 mar. 2023.

MMA. Agenda 21 brasileira - Bases para Discussão. Brasília, 2000. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8457/mod_resource/content/1/bases_discus_sao_agenda21.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

NAGALLI, André. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. Oficina de Textos, 2016. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=ebcWDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Gerenciamento+de+res%C3%A4duos+s%C3%B3lidos+na+constru%C3%A7%C3%A3o+civil&ots=EVuvWkYj5&sig=62u66VbJRfurKsSuEQsrnCAQeZo>. Acesso em: 19 mar. 2024.

O EDIFÍCIO de madeira mais alto do mundo e alguns outros. Florestal Brasil, 2021. Disponível em: <https://florestalbrasil.com/2021/06/o-edificio-de-madeira-mais-alto-domundo-e-alguns-outros/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

O QUE é Taxa de Permeabilidade? Aprenda Como Calcular + Melhores Materiais. Viva Decora, 2024. il. color. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/taxade-permeabilidade/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

O USO da bicicleta como alternativa para a mobilidade urbana. Bike Itaú. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://bikeitau.com.br/blog/o-uso-da-bicicleta-como-alternativapara-mobilidade-urbana/>. Acesso em: 06 mar. 2024.

OLIVEIRA, Roberto de; WAGNER, Flávio Segundo e GROHMANN, Sandra Zampieri. A madeira como alternativa racional para habitação. Artigo. I Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, Canela, RS, 1997. PADE, C.;

GUIMARAES, M. The CO₂ uptake of concrete in a 100 year perspective. *Cement and Concrete Research*, v. 37, n. 9, p. 1348–1356, set. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884607001317>. Acesso em: 19 mar. 2024. 94

PAVILHÕES da Expo Flora de Taipei / Bio-architecture Formosana. ArchDaily, 2016. il. color. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/791051/pavilhoes-da-floraexpo-de-bio-architectureformosana#:~:text=Os%20Pavilh%C3%B5es%20da%20Expo%20Flora,vistas%20c%C3%AAnicas%20para%20os%20visitantes>. Acesso em: 13 mar. 2024.

RESHAPING the future of plastic waste. By Fusion. Disponível em: <https://www.byfusion.com/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

RIGHI, Débora Pedroso et al. Cobertura verde: um uso sustentável na construção civil. *Mix Sustentável*, v. 2, n. 2, p. 29-36, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/9cf9/56cc4f379b4969dcba2f8d9611a39ba29683.pdf> . Acesso em: 19 mar. 2024.

RILLO, Joaquin. Viabilidade Econômica do Reuso da Água na Construção Civil. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2006.

RIO+20. Sobre a Rio+20. Rio de Janeiro, 2011a. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html. Acesso em: 22 mar. 2024.

RIO+20. Sustentabilidade na Organização da Rio+20. Brasil, 2011b. Disponível em: http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20/estrategia-de-compensacao.html. Acesso em: 22 mar. 2024.

SALLES, C. Mais econômicas, lâmpadas fluorescentes podem causar danos ambientais e à saúde. Jusbrasil, 2014. Disponível em: <https://carollinasalle.jusbrasil.com.br/noticias/125564867/mais-economicaslampadas-fluorescentes-podem-causar-danos-ambientais-e-saude#:~:text=Mais%20econ%C3%B4micas%2C%20l%C3%A2mpadas%20fluorescentes%20podem%20causar%20danos%20ambientais%20e%20%C3%A0%20sa%C3%BAdade,-CURTIR&text=Incandescentes%20de%2060%20watts%20come%C3%A7am,ambiental%20e%20riscos%20%C3%A0%20sa%C3%BAdade>. Acesso em: 19 mar. 2024.

SANTOS, Caio José Bastos Marques et al. Captura de carbono em placas de concreto permeável. 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufpa.br/handle/2011/13313>. Acesso em: 19 mar. 2024.

SILVA, Izac Souza; SELEGHIM, Ana Paula Duarte; KAWAKAME, Marcelo. Análise da resistência à compressão de concreto sustentável com adição de resíduo do processo da britagem de rochas. 2019. Disponível em: 95

https://www.researchgate.net/profile/MarceloKawakame/publication/356998179_ANALISE_DA_RESISTENCIA_A_COMPRESSAO_DE_CONCRETO_SUSTENTAVEL_COM_ADICAO_DE_RESIDUO_DO_PROCESO_DA_BRITAGEM_DE_ROCHAS/links/61b761d04b318a6970db3524/ANALISEDA-RESISTENCIA-A-COMPRESSAO-DE-CONCRETO-SUSTENTAVEL-COMADICAO-DE-RESIDUO-DO-PROCESSO-DA-BRITAGEM-DE-ROCHAS.pdf. Acesso em: 19 mar. 2024.

SILVA, J. S.; AMORIM, C. N. D. O Brise-soleil como elemento de controle solar: Estudo de caso de um edifício no Plano Piloto de Brasília. In: 7o Seminário Internacional NUTAU 2008, 2008, São Paulo. NUTAU, 2008- Espaço Sustentável Inovações em edifícios e cidades. São Paulo: USP, 2008.

SISTEMA AluROHR. ROHR. 20--. Disponível em: <https://rohr.com.br/produto/escoramento-sistema-alurohr/>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SISTEMA EM canteiros de obras proporciona reaproveitamento da água da chuva. MRV, 2018. Disponível em: <https://www.mrv.com.br/sustentabilidade/pt/materias-edicas/agua/sistema-em-canteiros-de-obras-proporciona-reaproveitamento-da-aguada-chuva>. Acesso em: 15 mar. 2023. SNIC. Relatório Anual. Brasil, 2021. Disponível em: http://snic.org.br/assets/pdf/relatorio_anual/rel_anual_2021.pdf. Acesso em: 13 mar. 2024.

SOUZA, Anna Freitas Portela de et al. A sustentabilidade no uso da madeira de floresta plantada na construção civil. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93567>. Acesso em: 19 mar. 2024.

SOUZA, Micael Felipe de; SORIANO, Julio; PATINO, Marco Tulio Ospina. Resistência à compressão e viabilidade econômica de blocos de concreto dosado com resíduos de tijolos cerâmicos. Matéria (Rio de Janeiro), v. 23, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/Q7bFNntLTZczXrFmw6qg6sN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19 mar. 2023. SUSTENTABILIDADE em pauta na construção civil. MRV, 2024. Disponível em: <https://www.mrv.com.br/institucional/pt/relacionamentos/releases/sustentabilidadeem-pauta-na-construcao-civil>. Acesso em: 15 mar. 2024.

TAVARES, Danusa Haick. Análise teórica e experimental de vigas de concreto armadas com barras não metálicas de GFRP. 2006. Tese de Doutorado. 96 Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-22062006-105650/en.php>. Acesso em: 19 mar. 2023.

TENDÊNCIA: energia eólica em edificações. Di Nuovo Engenharia, 2015. Disponível em: <http://dinuovo.com.br/noticias/tendencia-energia-eolica-em-edificacoes>. Acesso em: 15 mar. 2024.

THORNS, E. Mjøstårnet na Noruega será a estrutura de madeira mais alta do mundo. ArchDaily, 2018. Traduzido por: Vinicius Libardoni. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/888896/mjostarnet-na-noruega-sera-a-estrutura-demadeira-mais-alta-do-mundo>. Acesso em: 14. Mar. 2024.

THORNTON THOMASETTI. Projects. il. color. Disponível em: <https://www.thorntontomasetti.com/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

UNEP. 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zeroemissions, efficient and resilient buildings and construction sector. Nairóbi, 2020a. Disponível em: https://globalabc.org/sites/default/files/inlinefiles/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf. Acesso em: 05 mar. 2024.

UNEP. Emissões do setor de construção civil atingiram recordes em 2019 - relatório da ONU. UNEP, 2020b. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticiase-reportagens/comunicado-de-imprensa/emissoes-do-setor-de-construcao-civilatingiram#:~:text=Isto%20equivale%20a%20uma%20queda,devido%20%C3%A0%20pandemia%20em%202020>. Acesso em: 30 mar. 2024.

UNEP. O que você precisa saber sobre Estocolmo+50. Brasil, 2024a. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-que-voce-precisasaber-sobre-estocolmo50>. Acesso em: 15 mar. 2024.

UNEP. Você sabe como os gases de efeito estufa aquecem o planeta?. Brasil, 2024b. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-ereportagens/reportagem/voce-sabe-como-os-gases-de-efeito-estufa-aquecem-oplaneta#:~:text=Quais%20s%C3%A3o%20os%20principais%20gases,nitroso%20por%20aproximadamente%20120%20anos>. Acesso em: 06 mar. 2024.

UNFCCC. Global Warming Potentials (IPCC Fourth Assessment Report). 20—b. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-andreporting/greenhouse-gas-data/frequently-asked-questions/global-warmingpotentials-ipcc-fourth-assessment-report>. Acesso em: 06 mar. 2024. 97

UNFCCC. Kyoto Protocol. Kyoto, 1997. Traduzido por: Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wpcontent/uploads/sites/36/2014/08/protocoloquioto.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2024.

UNFCCC. The Kyoto Protocol – Status of Ratification. 20---. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/status-of-ratification>. Acesso em: 05 mar. 2024.

WBCSD. Cement technology roadmap shows how the path to achieve CO2 reductions up to 24% by 2050. 2023. Disponível em: <https://www.wbcds.org/SectorProjects/Cement-Sustainability-Initiative/News/Cement-technology-roadmap-showshow-the-path-to-achieve-CO2-reductions-up-to-24-by-2050>. Acesso em: 13 mar. 2024.

WEF. Accelerating the Decarbonization of Buildings: The Net-Zero Carbon Cities Building Value Framework. Suíça, 2024. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_the_Decarbonization_of_Buildings_2024.pdf. Acesso em: 30 mar. 2024.

WEF. Green Building Principles: The Action Plan for Net-Zero Carbon Buildings. Suíça, 2021. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Green_Building_Principles_2021.pdf. Acesso em: 02 mar. 2024.

WGBC. Bringing embodied carbon upfront: Coordinated action for the building and construction sector to tackle embodied carbon. Canadá, 2019. Disponível em: https://worldgbc.s3.eu-west-2.amazonaws.com/wpcontent/uploads/2024/09/22123951/WorldGBC_Bringing_Embodied_Carbon_Upfront.pdf. Acesso em: 06 nov. 2024. WRI. 4 gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e por setor. 2020. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/4-graficos-para-entender-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor>. Acesso em: 06 mar. 2024.

WRI. COP 21: um momento histórico para o clima e para as cidades. Brasil, 2015. Disponível em: <https://wriidades.org/conteudo/cop-21-um-momento-hist%C3%B3rico-para-o-clima-e-para-cidades>. Acesso em: 24 mar. 2024. 98

WRI. The Reasons for Jakarta's Frequent Flooding and How Nature-based Solutions (NbS) Can Help Reduce the Risk. 2021. Disponível em: <https://wriindonesia.org/en/insights/reasons-jakartas-frequent-flooding-and-how-nature-based-solutions-nbs-can-help-reduce-risk>. il. color. Acesso em: 13 mar. 2024.

WWF BRASIL. Dia da água. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/dia_da_agua/. Acesso em: 16 mar. 2024.

YUBA, Andrea Naguissa. Cadeia produtiva de madeira serrada de eucalipto para produção sustentável de habitações. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1674>. Acesso em: 19 mar. 2024.

ZENID, José Geraldo. Madeira na construção civil. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.estruturas.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/02/MADEIRA-NACONSTRU%C3%87%C3%83O-CIVI.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2024.

DO NASCIMENTO, Emilli Rodrigues; DE MORAIS, Denilson Pedro Ferreira; LOPES, Shara Carvalho. Sustentabilidade na construção civil no Brasil: Uma revisão da literatura. Research, Society and Development, v. 11, n. 14, p. e524111436611-e524111436611, 2022.

HAUBRICK, Suelen Oliveira; GONÇALVES, José Roberto Moreira Ribeiro. Medidas de redução de geração de resíduos sólidos na construção civil como atendimento dos requisitos de sustentabilidade do PBQP-H/SIAC. Revista Augustus, v. 25, n. 50, p. 12-32, 2020.

KUYVEN, Tainara; DE OLIVEIRA, Tarcisio Dorn. SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC): MAPEAMENTO DO DESCARTE ILEGAL DE RCC NO MUNICÍPIO DE IJUÍ-RS. Informe Gepec, v. 27, n. 2, p. 158-183, 2023.

LOPES, Diogo Plachi et al. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, p. 10-98, 2023.

FERRARI, Stephanie Grace Frescurato; DA SILVA MARTINS, Fabiano Battermaco. Sustentabilidade nas edificações: Revisão Bibliográfica sobre prédio verde. Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula, v. 5, n. 2, p. 1-22, 2022.

FROUFE, Mariângela Monteiro; DE BRITO MELLO, Luiz Carlos Brasil; SOARES, Carlos Alberto Pereira. Indicadores de sustentabilidade em canteiros de obras, segundo o PBQP-h. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 3, p. 10149-10163, 2020.

DE ARAÚJO, Cleane Cruz et al. Reuso de água no canteiro de obra: sustentabilidade, viabilidade e insumos. Acta Scientia, v. 2, n. 2, 2020.

DE MELO, Nedilson José Gomes; DE LUNETTA, Avaetê; GUERRA, Rodrigues. Boas práticas de sustentabilidade aplicadas nos edifícios que utilizam tecnologia BIM. 2024.

DE LUNA, Felipe Cardoso; FREITAS, Fabricio Barbosa. Sustentabilidade em Canteiros de Obras. Epitaya E-books, v. 1, n. 6, p. 311-337, 2021.

VIEIRA, Igor Laguna et al. A materialidade nos relatórios de sustentabilidade: desenvolvimento de um modelo analítico aplicado ao setor da construção civil brasileira. 2021.