



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ- FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
ENGENHARIA CIVIL

ÁGABO LOPES CERIBELI

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

UBÁ
2023

ÁGABO LOPES CERIBELI

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de graduação em Engenharia Civil da
Faculdade Presidente Antônio Carlos- FUPAC
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Msc Lívia Souza de Oliveira

**UBÁ
2023**

AGRADECIMENTO

Então! É uma emoção tão grande viver esse momento, mas primeiramente eu agradeço meu Deus por sempre ter iluminado meu caminho nesse percurso cheio de desafios e dificuldades.

Aos meus pais e a minha namorada, por sempre me levantar, pois Deus sabe quantas vezes quis desistir e viver uma vida mais tranquila. Foram meu apoio, um verdadeiro pilar nesse curso, sabem da minha dedicação em me tornar um engenheiro civil.

Não posso esquecer da minha orientadora e professora, tenho certeza que foi escolhida por Deus, com suas palavras doces, carinhosa e de coração enorme. Agradeço a sua paciência comigo em todas as minhas emoções e desespero.

E também a todos amigos, funcionários e professores que fizeram parte desse sonho que virou realidade. Agradeço a todos e que Deus derrame chuvas de benção sobre cada um.

RESUMO

A construção sustentável incorpora práticas e tecnologias que visam à sustentabilidade do planeta, visto que as construções causam impactos significativos nos aspectos ambientais, e ainda sociais, nesse sentido o tema é relevante. O planejamento de edificações sustentáveis levam em consideração a preservação da biodiversidade local, por conseguinte, o objetivo desse estudo é ressaltar a importância da construção sustentável, entendendo que é mais do que uma tendência passageira; é uma abordagem que redefine completamente a maneira como devem ser projetados e construídos os edifícios e infraestruturas. Portanto, a sustentabilidade precisa estar aliada à construção civil visando criar ambientes construídos que sejam ecologicamente responsáveis, economicamente viáveis e socialmente benéficos. O presente estudo foi elaborado por meio de uma pesquisa bibliográfica em revistas eletrônicas, artigos e monografias, entre outros, baseado nas informações de autores que tratam o assunto. Conclui-se, que à medida que o mundo enfrenta desafios ambientais e climáticos cada vez mais prementes, a construção sustentável emerge como uma resposta essencial para promover um futuro mais verde, resiliente e sustentável.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção Civil. Impactos Ambientais.

ABSTRACT

Sustainable construction incorporates practices and technologies that aim at the sustainability of the planet, as constructions cause significant impacts on environmental and social aspects, in this sense the topic is relevant. The planning of sustainable buildings takes into account the preservation of local biodiversity, therefore, the objective of this study is to highlight the importance of sustainable construction, understanding that it is more than a passing trend; It is an approach that completely redefines the way buildings and infrastructure should be designed and constructed. Therefore, sustainability needs to be combined with civil construction to create built environments that are ecologically responsible, economically viable and socially beneficial. The present study was prepared through a bibliographical search in electronic magazines, articles and monographs, among others, based on information from authors who deal with the subject. It is concluded that as the world faces increasingly pressing environmental and climate challenges, sustainable construction emerges as an essential response to promote a greener, resilient and sustainable future.

Keywords: Sustainability. Civil Construction. Environmental Impacts.

1 INTRODUÇÃO

A construção sustentável é uma filosofia abrangente que abraça inúmeras práticas e princípios interligados, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental da construção civil e, simultaneamente, melhorar a qualidade de vida das pessoas. Caracteriza-se por buscar a redução do impacto ambiental e promover a eficiência no uso de recursos naturais ao longo do ciclo de vida de um edifício. Considera não apenas a fase de construção, mas também a operação e a eventual demolição ou reutilização do edifício.

Envolve também a conscientização e educação de todos os envolvidos no projeto, desde arquitetos e engenheiros até construtores e proprietários, para garantir a implementação adequada das práticas sustentáveis. Sendo assim, os profissionais da área podem aprimorar as construções de forma que essas se tornaram mais sustentável, visando uma construção em que cerca de 50% dos materiais usados sejam de recursos naturais. Entende-se que a sustentabilidade nos dias de hoje vem ganhando espaço, fazendo-se necessário estreitar sua ligação com a construção civil.

Assim, materiais de recursos renováveis podem ser utilizados visando atingir uma construção sustentável. Nota-se que a tecnologia pode ser utilizada nessa nova era de construção civil, um exemplo são as construções ecológicas, que é uma estratégia eficiente de possibilitar a preservação do meio ambiente. Esse tipo de construção não impacta negativamente o meio ambiente, pois os resíduos das obras são reduzidos, melhorando, por conseguinte, a preservação ambiental. A construção ecológica visa privilegiar a reutilização dos recursos naturais, por isso, a construção sustentável desempenha um papel importante na redução do impacto ambiental da indústria da construção civil e na promoção de ambientes mais saudáveis e eficientes em termos de recursos. À medida que as preocupações ambientais aumentam, a adoção de práticas sustentáveis na construção tende a crescer como uma abordagem padrão para projetos imobiliários em todo o mundo.

O presente estudo foi elaborado por meio de uma pesquisa bibliográfica em revistas eletrônicas, artigos e monografias, entre outros, baseado nas informações de autores que tratam o assunto, o objetivo é ressaltar a importância da construção sustentável, entendendo que é mais do que uma tendência passageira; é uma abordagem que redefine completamente a maneira como devem ser projetados e construídos os edifícios e infraestruturas.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Sustentabilidade

A construção civil tem um impacto significativo sobre o meio ambiente em várias frentes, desde a extração de recursos naturais até a geração de resíduos e emissões de poluentes, portanto, pensar ações sustentáveis é de suma importância para a preservação do meio ambiente e consequentemente para a população mundial. De acordo com Ataídes, Silva e Rosa (2020) a construção civil é associada ao desenvolvimento de uma cidade e de uma sociedade, contudo, a mesma traz inúmeros impactos para o meio ambiente, pois utiliza, em grande quantidade, os recursos naturais finitos. Nesse sentido ações sustentáveis relacionadas às construções devem ser implementadas conforme Conceição e Santos (2021).

A sustentabilidade é um conceito amplo que se refere à capacidade de manter e preservar os recursos naturais e sistemas ecológicos do planeta para as gerações presentes e futuras. Envolve a busca pelo equilíbrio entre as necessidades humanas, o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente. A sustentabilidade abrange várias dimensões interconectadas: ambiental, social, econômica, entre outras. E conforme Medeiros (2022) a sustentabilidade consiste na capacidade de sustentação de um sistema.

A busca pela sustentabilidade é crucial para enfrentar desafios globais, como as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, a escassez de recursos naturais. A transição para uma sociedade mais sustentável requer a colaboração de governos, empresas, comunidades e indivíduos, que devem adotar práticas e decisões que considerem o impacto em longo prazo sobre o planeta e as futuras gerações (BOFF, 2017).

De acordo com Lima (2023), o desenvolvimento sustentável visa o equilíbrio entre as atividades humanas e o uso de recursos naturais, ou seja, o desenvolvimento sustentável pode minimizar os impactos negativos ao meio ambiente. Informações sobre o assunto foram discutidas em reuniões internacionais em 1970. E assim o termo sustentabilidade ganhou ênfase e evoluiu, dessa forma foi inserido na construção civil na década de 1980 pelo Wordwatch Institute, e viralizou no mundo inteiro.

Segundo Henkes (2014) a partir da década de 1970, Bancos Internacionais começaram a exigir uma nova postura do Brasil diante das questões ambientais, cuja exigência de estudos de impacto ambiental era tida como requisito para conseguir financiamento de projetos. Dessa maneira, a gestão ambiental no Brasil se estruturou buscando a sustentabilidade.

Assim, o conceito de sustentabilidade quando aplicado possibilita a melhoria das construções. Um ponto de grande repercussão é a perda de materiais, mas com conhecimentos específicos os profissionais da área de construção podem amenizar as perdas em larga escala, visto que reutilizar os materiais é o objetivo da sustentabilidade e fazer uso dos resíduos até desconhecidos pela população (JUNIOR, FREITAS, 2022).

Para Boff (2017), o mundo hoje aposta em recursos renováveis, pois esses geram economia, evitam o desperdício de recursos virgem, que têm quantidade limitada, e podem até mesmo findar.

2.2 Sistemas inteligentes

Os sistemas inteligentes estão em constante evolução e têm impacto significativo em uma ampla variedade de setores, entre as quais a construção sustentável e segundo Freitas (2016), para que tudo funcione adequadamente é preciso que haja aproveitamento da natureza. A característica do terreno, por exemplo, a coleta da água da chuva, energia elétrica natural, a areia, o barro e as plantas, tudo deve ser analisado.

Hernandez e Szigethy (2020) mostram que o reaproveitamento dos recursos híbridos, entre a captação da água de chuva é uma forma de tecnologia moderna que tende a ser tratada em conjunto a técnicas construtivas, novos conceitos e segurança sanitária. Em se tratando de sistema inteligente surge a necessidade, por parte das instituições governamentais e da sociedade em geral, de pensar em soluções ou alternativas para diminuir o risco da ocorrência de crises hídricas no país. Tecnologias e ideias inovadoras se apresentam como possíveis soluções. Para os autores uma das crises existentes é a ameaça ao abastecimento de água, que interfere na economia da sociedade.

No entendimento de Mota *et al.*, (2021) a extinção de água e a poluição dos mananciais geram problemas de saúde, atrapalham o crescimento econômico e agredem a natureza, um dos maiores desafios notados pelos países em desenvolvimento.

A necessidade de utilizar fontes de energia elétrica solar, é uma tendência que pode trazer benefício ambiental e socioeconômico. Segundo Nascimento (2017):

Do ponto de vista elétrico, contribui para diversificação da matriz, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores. Sob o aspecto ambiental, há a redução da emissão de gases do efeito estufa. Com a relação a benefícios socioeconômicos, a geração de energia solar fotovoltaica contribui com a geração de empregos locais, o aumento da arrecadação

e o aumento de investimentos (NASCIMENTO, 2017, p.27).

Para Mota *et al.*, (2021) o aproveitamento de recursos naturais, como a água da chuva, a energia solar, as plantas, entre outros recursos são alternativas sustentáveis que contribuem com a construção sustentável.

2.3 Impactos da construção civil ao meio ambiente

Impacto ambiental é a mudança ou alteração do meio ambiente e dos elementos que vivem presentes nesse espaço, gerando impactos que polui os solos, água e ar, e assim levando a destruição de recursos naturais (MOURA, 2019). Segundo a Resolução CONAMA nº 001 de 1986, impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais” (CONAMA, 1986, p.01).

Moura (2019) elenca alguns dos principais impactos ambientais da construção civil relacionados abaixo:

- A. Consumo de recursos naturais: A construção civil é intensiva em recursos, requerendo grandes quantidades de materiais como madeira, concreto, aço, areia e cascalho. A extração e o processamento desses recursos podem levar à degradação ambiental, perda de habitat e escassez de recursos;
- B. Consumo de energia: A construção e operação de edifícios consomem uma quantidade significativa de energia, principalmente para aquecimento, resfriamento, iluminação e operação de equipamentos. Isso contribui para a demanda por combustíveis fósseis e emissões de gases de efeito estufa, que estão ligados às mudanças climáticas;
- C. Erosão do solo e degradação: A construção de estradas e edifícios pode levar à compactação do solo, erosão e degradação dos ecossistemas locais. Isso afeta a

qualidade do solo e pode contribuir para a perda de biodiversidade;

D. Alterações no uso da terra: A conversão de áreas naturais em terrenos urbanizados para a construção de edifícios e infraestrutura pode levar à perda de habitat naturais, fragmentação de ecossistemas e impactos na fauna e flora;

E. Poluição do ar e da água: A construção civil pode resultar em emissões de poluentes atmosféricos, como poeira e poluição do ar, além de liberar produtos químicos tóxicos no solo e na água através da utilização de produtos químicos, solventes e tintas;

F. Consumo de água: A construção e operação de edifícios consomem grandes quantidades de água para fins como abastecimento de água potável, irrigação e resfriamento. Isso pode causar escassez de água em áreas já vulneráveis;

G. Impacto nas paisagens urbanas: O crescimento desordenado e a falta de planejamento urbano adequado podem resultar em paisagens urbanas congestionadas, com falta de áreas verdes e espaços públicos;

H. Resíduos de construção e demolição: A construção civil gera uma grande quantidade de resíduos, incluindo restos de materiais, entulho e objetos descartados. A disposição inadequada desses resíduos pode causar impactos negativos na saúde e no meio ambiente (NAKUMURA, 2019).

De acordo com Santana (2016), a principal causa de poluição no meio ambiente são as construções, devido às demolições e restos de resíduos. Por não ter uma reutilização adequada. O mesmo autor salienta que dessa forma é responsabilidade dos construtores tentar amenizar essas sequências desastrosas e problemas ao meio ambiente. Devem assim, instruir os funcionários a reutilizar o máximo possível os materiais renováveis (SANTANA, 2016).

Entende-se que a poluição visual causada pela construção civil pode trazer problemas de saúde como o estresse, por exemplo. Os restos das construções civis quando descartados sem a preocupação com o meio ambiente causam a poluição visual e essa incomoda bastante as pessoas que circulam próximo ao local do descarte (FREITAS, 2016). De acordo com a FIG1 há o descarte que causa a poluição visual.

Figura 1- Poluição visual causada pela construção civil



Fonte:SIMPEP, 2006

2.3.1 Poluição atmosférica

A poluição atmosférica refere-se à introdução de substâncias nocivas, chamadas de poluentes, na atmosfera da Terra, causando danos ao meio ambiente, à saúde humana e a outros seres vivos. Essa poluição pode ser causada por diversas fontes, incluindo atividades desenvolvidas na construção civil, entre outros. Além disso, contribui para problemas ambientais, como a deterioração da qualidade do solo, danos à vida selvagem e a acidificação de corpos d'água (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2022). Ou seja, a poluição atmosférica pode ser definida como a existência na atmosfera de substâncias, em quantidade capaz de alterar sua composição e equilíbrio, prejudiciais ao meio ambiente e as formas de vida (BRASIL, 2019).

Torres *et al.* (2020) mencionam que a poluição atmosférica se origina de atividades exercidas que modificam a composição do ar, emitindo substâncias na atmosfera, e assim ocasionando desequilíbrios ambientais, causando ainda problemas à saúde de todos os seres vivos. As causas da poluição do ar são variadas, pois além da construção civil, outros fatores como: desmatamentos, motores a diesel, poluem o ar e trazem prejuízos ao meio ambiente.

A poluição do ar é um problema global que afeta à saúde humana, o meio ambiente e o clima.

Para combater a poluição do ar, muitos governos e organizações internacionais implementam regulamentações e políticas ambientais, promovendo tecnologias mais limpas, energia renovável e práticas industriais mais sustentáveis. A conscientização pública sobre os efeitos da poluição do ar também desempenha um papel importante na redução das emissões e na proteção da qualidade do ar (MARTINS, *et al.*, 2021).

2.3.2 Poluição da água

Conforme Pinheiro; Benini e Amador (2016) poluição da água se define como alteração da sua origem natural, tornando-a imprópria para o consumo e/ou uso, visto que pode ser prejudicial aos seres vivos.

Conforme Aguiar; Silva e El-Deir (2019) na contemporaneidade a poluição da água é um dos problemas causados pelas construções civis. Um exemplo a ser citado é quando a chuva cai nas obras em meio aos resíduos, e assim transportando esses para rios, lençóis de água potável, contaminando e dificultando o tratamento da mesma, para que volte ao seu ciclo normal.

Portanto, é importante atentar para a problemática. Nesse sentido Cunha e Augustin (2014) mencionam a necessidade de realizar um tratamento de reciclagem nos meios onde essa água escoar. É preciso também uma conscientização geral para que materiais diversos não sejam jogados nos rios, solos e ar, para que o meio ambiente não seja prejudicado e as águas não fiquem poluídas.

2.3.3 Poluição sonora

De acordo com Dias, Xavier e Dode (2016) devido a poluição sonora o indivíduo deve usar equipamentos de proteção, para evitar problemas de saúde, visto que exercer serviço em locais ruidosos pode desencadear problemas auditivos. As pesquisas feitas sobre o assunto demonstram a importância do Equipamento de Proteção Individual (EPI).

O EPI tem por função proteger o operador no exercício do trabalho e a sua importância garantindo sua integridade e saúde, assim evitando qualquer forma negativa de acidente no local de trabalho (DIAS; XAVIER; DODE, 2016).

Segundo Iberdropla (2022) nem todo som é considerado poluição sonora. A Organização Mundial da Saúde (OMS) traz como definição que os níveis superiores a 65 decibéis(DB) é prejudicial à saúde dos envolvidos e passando 120 db é considerável doloroso. Assim, o uso de equipamentos de segurança obrigatoriamente deve fazer parte da rotina do trabalhador em todas as atividades que envolvem ruídos. Caso isso não aconteça, a segurança do mesmo é posta em risco, visto que pode acarretar problemas de saúde.

Entende-se, que todo tipo de construção civil deva contar com equipamentos de proteção individual, inclusive a construção sustentável (CONCEIÇÃO, SANTOS, 2021).

2.4 A sustentabilidade e sua função no setor da construção civil

A sustentabilidade desempenha um papel fundamental no setor da construção civil, uma vez que essa indústria tem um impacto significativo no meio ambiente, na sociedade e na economia. A função da sustentabilidade na construção civil é abordar os desafios ambientais, sociais e econômicos associados a essa atividade, visando criar edifícios e infraestruturas que sejam mais eficientes, menos prejudiciais ao meio ambiente e que proporcionem benefícios para as comunidades. Ou seja, nos projetos de construções sustentáveis devem ser seguidos parâmetros ambientais e de sustentabilidade (SIMPLÍCIO, 2022).

Nesse sentido, segundo Santana, Junior e El-Deir (2020) a sustentabilidade relaciona-se ao meio ambiente, visando a responsabilidade das ações, tendo em vista a iniciativa de levar em conta os impactos que essas geram no ambiente, buscando sempre a preservação ambiental.

De acordo com Camilo *et al.* (2022), a gestão e a disposição de forma inadequada dos resíduos sólidos acarretam impactos socioambientais, como a deterioração do solo, assim, na construção civil, para uma obra não causar prejuízos, ou seja, não poluir, deve adotar procedimentos adequados de sustentabilidade, precisa contar com profissionais que tenham consciência ecológica e efetivar o planejamento do que pode ser feito no local.

Florencio (2021) salienta que a poluição do solo está relacionada com a destinação inadequada dos resíduos devido aos processos antrópicos de urbanização aliados à destinação irregular e a gestão inadequada dos resíduos sólidos. Alerta, ainda, que o solo deve ser bem cuidado, que os materiais utilizados devem ser descartados de modo correto, evitando transtorno, agentes poluentes devem ser evitados no ambiente da obra e até mesmo ao seu redor, assim o solo não será prejudicado.

De acordo com Junior e Freitas (2022) uma estratégia para evitar a poluição causada pela construção civil é o uso de equipamentos adequados. As construtoras devem investir em ferramentas, materiais e métodos mais modernos, e trabalhar em conjunto com a normas de preservação. Por exemplo separar os resíduos que sobram para futura reutilização, mostrando que nem tudo é descartável e também mostrando uma forma de economia, sem a necessidade de comprar material novo.

2.4.1 Materiais ecológicos

Segundo Junior (2021) os materiais ecológicos são todos aqueles que podem ser utilizados sem que comprometa o trabalho executado. Na engenharia civil há muita geração de entulhos, no entanto pode-se usar concreto reciclado de maneira correta em canteiro de obra. Além do concreto tem os plásticos e as madeiras. Fazendo esse processo de reutilização de materiais ecológicos uma construção torna-se sustentável evitando que resíduos sejam descartados no meio ambiente.

Conforme Curty, Ferreira e Schafer (2022) a administração de resíduos no canteiro de obras surgiu do dever de diminuir os efeitos no meio ambiente produzidos pela construção civil, salientam, desse modo, que todos os materiais descartados podem ser reutilizados na obra, caso contrário volta uma sequência de etapas naturais no momento do descarte final.

De acordo Nunes, Pessoa e El-Deir (2019) a incorporação de materiais recicláveis na construção civil não apenas reduz o impacto ambiental, mas também pode ser uma escolha econômica, já que muitos materiais reciclados são mais acessíveis do que suas contrapartes virgens. Além disso, essa prática contribui para a redução de resíduos sólidos e para a conservação de recursos naturais finitos, tornando a construção mais sustentável e alinhada com os princípios da economia circular.

2.4.2 Aproveitamento das águas das chuvas

As águas das chuvas são normalmente perdidas, escoam pelo solo sem cuidado algum, mas com a grande demanda de construções, pesquisadores projetaram armazenar a água da chuva para fins econômico e sustentável. Um exemplo de armazenamento é em caixa d'água ou cisternas, nessa coleta natural a água é usada nas obras e até mesmo para fins pessoais, é uma maneira de economizar os recursos dos meios fluviais como: rios, lagos e até lençóis freáticos (JÚNIOR, *et al.*, 2020).

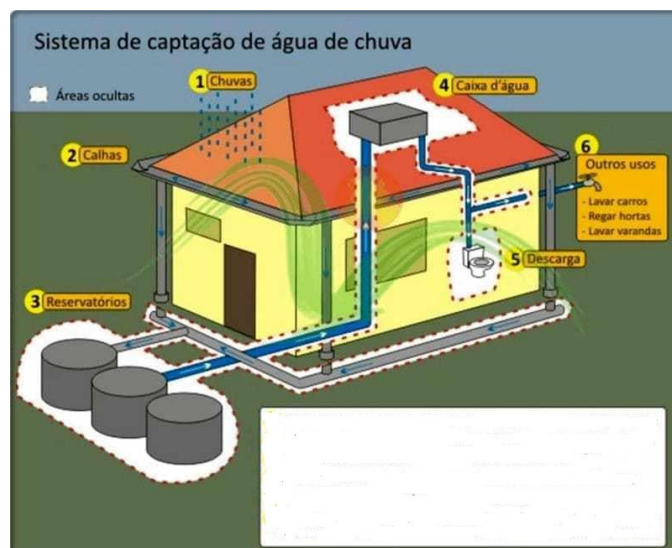
A maneira mais comum da captação de água da chuva é usar calhas colocadas nos telhados e lajes para captar a água da chuva. A água das calhas é direcionada a um tubo com filtro seletor que separa os resíduos e impurezas. Em seguida, a água é despejada na cisterna que também pode ser chamada de algibe (MERLIN, 2023).

Ferreira e Henkes (2018) mencionam que a captação de águas pluviais para fins não potáveis permite seu uso em várias situações. Descrevem o modo como a captação de água da

chuva acontece nos telhados.

- A. Chuvas: As águas das precipitações caem em toda a área de telhado da casa;
- B. Calhas: Elas seguem pelas calhas e canos subterrâneos até os reservatórios;
- C. Reservatórios: Local onde as águas das chuvas são armazenadas;
- D. Caixa d'água: Antes de chegar aqui as águas passam por filtragem;
- E. Descarga: Um dos principais usos é para descarga nos banheiros;
- F. Outros usos: A água de chuva acumulada também pode ser usada para lavar carros e quintais, regar hortas, lavar os pisos da casa entre outras coisas (JÚNIOR, *et al.* 2020). De acordo com a FIG 2 demonstra-se o sistema de captação de água da chuva

Figura 2 - Sistema de captação de água da chuva.



Fonte: Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2020¹

2.4.3 Energia sustentável

Energia sustentável, também conhecida como energia renovável ou energia verde, refere-se a fontes de energia que são geradas de maneira ambientalmente correta e que são naturalmente recorrentes. Essas fontes de energia são consideradas sustentáveis porque não esgotam os recursos naturais e não causam impactos ambientais significativos. Além disso, tais fontes de energia geralmente produzem menos emissões de gases de efeito estufa em comparação com fontes de energia não renováveis, como o carvão e o petróleo (VIEIRA, 2016).

¹Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/reutilizacao-de-agua>. Acesso em outubro de 2023.

A energia solar, por exemplo, é um tipo de energia sustentável, gerada pela captura da luz do sol e sua conversão em eletricidade ou calor. Os painéis solares fotovoltaicos convertem a luz solar em eletricidade, enquanto os coletores solares térmicos capturam o calor solar para aquecimento de água ou ambientes (SOUSA, 2020).

Outro tipo de energia sustentável é a eólica, que é produzida pelo movimento do vento, que faz girar as pás de turbinas eólicas. Isso gera eletricidade que pode ser usada para alimentar residências, empresas e indústrias (EMBRASUL, 2023).

E ainda a energia geotérmica obtida a partir do calor natural da Terra, gerada quando o calor do interior da Terra é usado para aquecer fluidos que geram vapor para acionar turbinas que produzem eletricidade (GUITARRARA, 2020).

Conforme Lema Ambiental (2023) a energia sustentável desempenha um papel fundamental na redução da dependência de combustíveis fósseis, na mitigação das mudanças climáticas e na preservação do meio ambiente. É uma parte essencial para alcançar metas de sustentabilidade e redução de emissões de carbono em todo o mundo.

2.5 Materiais recicláveis na construção civil

A indústria da construção civil consome uma quantidade significativa de recursos naturais e gera uma quantidade considerável de resíduos. Para tornar a construção civil mais sustentável, é importante considerar o uso de recursos naturais de forma responsável e incorporar materiais recicláveis em projetos de construção (LIMA, 2023).

Para Roque, Pierri (2019) recursos naturais são materiais como: madeira, rochas e minerais, que a natureza fornece e são usados pelas pessoas, inclusive na construção civil. No entanto, quase 100% das construções que utilizam recursos naturais, ao usar a madeira, por exemplo, faz a extração de maneira incorreta, o que afeta o meio ambiente. Sendo que a madeira como recurso natural amplamente utilizada na construção de estruturas, é renovável quando gerenciada de forma sustentável e pode ser uma alternativa mais sustentável a outros materiais, como o concreto.

Santana, Júnior e El-Deir (2020) mencionam que na atualidade a sociedade busca por recursos que ajudam atividades nos diversos setores sociais, que precisam explorar o meio ambiente, que tem recursos naturais para a produção de produtos, serviços e resíduos sólidos (ferro, cimento, etc.). Segundo o Pelosof (2016) os materiais recicláveis ou reutilizáveis, no cotidiano tem uma grande importância e com o avanço da tecnologia ficou mais evidente tal importância. Como na construção civil, a reutilização de materiais evita a compra de materiais

novos, e minimiza a extração de novos materiais dos meios naturais.

2.5.1 Madeira plástica

Segundo Kieling, Santos e Pereira (2019) a madeira plástica é um produto inovador, moderno e resistente ao tempo, é uma peça que imita a madeira. Assim, pode ser substituída, sendo um material 100% reciclável. Os autores relatam que o produto foi criado devido a preocupação com o meio ambiente, é uma forma de diminuir os cortes de árvores. No processo de fabricação da madeira plástica são agregadas matérias-primas recicláveis, como, por exemplo, resíduos plásticos industriais dos mais variados. Esses resíduos são misturados para que sejam transformados em peças semelhantes à madeira natural. Podendo substituir a madeira natural em diversas aplicações e finalidades (GASPARINI, BORBA, 2020).

A madeira plástica é cheia de vantagens e algumas delas são a facilidade na instalação principalmente por ser leve, que também facilita seu transporte e instalação das peças. O material da maior segurança para seu manuseio, principalmente por não soltar farpas diferente da madeira natural, outro benefício é seu encaixe o que diminui o tempo de obra. A trabalhabilidade da madeira plástica é semelhante ao da madeira natural podendo ser serrada, pregada, colada e até parafusada (GASPARINI, BORBA, 2020, p. 06).

A produção da madeira plástica retira milhares de toneladas de resíduos da natureza e, além disso, não há desperdício de água, afinal a mesma é reutilizada no processo de fabricação (SILVA, 2021). A madeira plástica (FIG 3) é versátil, pois conforme Silva (2021) pode ser usada em ambientes externos e internos.

Figura 3 - Deck de madeira reciclado



Fonte: Rowood - madeira plástica, 2015 ²

2.5.2 Concreto reciclado

De acordo com Santos, Silva, Silva (2022) é definido como aproveitamento de resíduos alguns materiais que resultam de demolição ou de sobra das obras nas construções civis. Portanto para que não haja desperdício de materiais e ainda que a poluição ambiental seja evitada foi criado o concreto reciclado.

O concreto com agregados reciclados é aquele produzido com resíduos britados, em substituição parcial ou total aos agregados convencionais. Como os agregados convencionais, oriundos de rochas britadas, seixos e areias lavadas de rio são muito pouco porosos, a resistência ou durabilidade do concreto convencional é controlada exclusivamente pela porosidade (vazios) da pasta de cimento. Já os agregados reciclados são mais porosos que os agregados de rochas britadas e areias naturais. Assim, a resistência e durabilidade deste outro tipo de concreto são controladas, não apenas pela porosidade da pasta de cimento, mas também pela porosidade do agregado, que facilmente ultrapassa os 10%. Assim, a diferença essencial entre um concreto convencional e um concreto com agregado reciclado é a porosidade (LACKIN, 2022, p.03).

Segundo Krug, Botelho e Brondani (2017) concreto reciclado teve um grande avanço nos últimos anos, o material foi descoberto por engenheiros alemães no término da segunda guerra mundial. Na época foi visto a destruição causada pela guerra, e quando iniciaram a reconstrução das cidades, precisaram de materiais de baixo custo e maior sustentabilidade. Na contemporaneidade já existe empresas que utilizam esses concretos em suas obras, fazendo

² Disponível em: <https://www.paisagismoemfoco.com.br/vitrine-do-paisagismo/1344-rewood-madeira-plastica-entre-as-melhores-do-mundo>. Acesso em outubro de 2023.

obras sustentáveis. Essa descoberta utiliza algumas etapas, que são: processo de quebra inicial, trituração e reutilização. Segundo Lackin (2022) são as etapas:

A. Processo de quebra inicial: O concreto primeiramente passa por um processo muito simples e comum que é, técnicas tradicionais de demolição, bolas de demolição, explosivos, marretas e britadeiras. Na execução dessa atividade há uma redução de matérias de 75 a 120 centímetros. A mesma deve estar separada de agregados como: lixos (papéis, plásticos, metais e outros que contaminam o meio ambiente), vidros e outros materiais. Feito essa etapa de quebra do concreto e separação, ele é levado para o central de reciclagem em caminhões caçambas.

B. Trituração: Mesmo passando pelo processo inicial de quebra, o concreto irá para a trituração, no qual os resíduos são reduzidos em tamanhos menores. O equipamento utilizado é revestido por várias facas, dessa maneira resultando em uma mistura que parece uma areia, só que com uma espessura mais grossa. Feito isso os agregados foram preparados para a produção de um novo concreto.

C. Reutilização: O concreto reciclado é a mistura de agregados, areia, água e cimento. Mas a mistura normalmente é usada como camada de base para projetos de construção civil. No entanto não existe uma norma que determina onde pode ser usado ou não, pois ele é um concreto mais forte do que o agregado virgem e assim ajuda na qualidade de vida da sociedade.

Segundo Morand (2016), a maior parte do entulho gerado vem do setor informal (pequenas reformas) apenas $\frac{1}{3}$ é gerado pelo setor formal, ou seja, nas obras realizadas pela indústria da construção. Então com a evolução da construção foram observando que deviam fazer mais uso dos restantes dos materiais recicláveis, visto que ajudam na sustentabilidade e no custo da obra, ficando assim mais barata. Dessa maneira podendo fazer uma substituição dos materiais virgens pelos reutilizados a poluição é amenizada também.

Os blocos “novos” podem ser de materiais usados novamente ou reutilizados (FIG 4).

Figura 4 - Blocos de concretos reciclados



Fonte: PROHAB São Carlos, 2023 ³

2.5.3 Telhas ecológicas

As telhas ecológicas são um tipo de cobertura para telhados que são projetadas para trazer benefícios ao meio ambiente em relação às telhas tradicionais. Elas são feitas de materiais sustentáveis ou reciclados e são projetadas para serem duráveis, eficientes em termos energéticos e, em alguns casos, contribuem para a conservação de recursos naturais (MERLIN, 2020).

Telha ecológica é uma nova invenção da construção civil e vem ganhando espaço nas obras de hoje, pois a mesma tem peso leve, uma resistência de tempo e garantia de 15 anos, segundo Boff *et. al.* (2022). Sem contar a sua maior característica, que é ser sustentável.

Além de ser um material sustentável, ganha também na proteção contra os raios Radiação Ultravioleta (UV) e ajuda na saúde dos seres humanos. Um ponto negativo é a instalação, que deve ser efetuada por profissionais especializados, a inclinação do telhado tem uma recomendação de 15% para manter a eficiência da telha (BOFF, *et.al.* 2022).

As telhas ecológicas são fabricadas com o objetivo de reduzir o impacto ambiental em comparação com as telhas convencionais. Existem várias técnicas e materiais utilizados na

³ Disponível em: <https://www.prohabsaocarlos.com.br/2023/08/28/o-uso-de-agregados-reciclados-no-concreto-estrutural/> Acesso em outubro de 2023.

fabricação dessas telhas, e as práticas específicas podem variar dependendo do fabricante e da região. A fabricação das telhas podem incluir materiais como fibras naturais (por exemplo, fibras de coco, sisal, bambu), polímeros reciclados (como PET), resíduos industriais, papel reciclado, entre outros (DONATO, 2020).

De acordo com a FIG 5 um modelo de telha ecológica produzida a partir de garrafas pet.

Figura 5- Telha reciclável



Fonte: Telha PET, 2022 ⁴

Segundo Boff *et al.* (2022) alguns tipos de telhas ecológicas:

- A. Fibra vegetal: são aquelas que utilizam na sua formação fibras de madeiras como eucaliptos ou pinhos.
- B. Garrafa pet: é produzida pelas garrafas pet, uma observação que deve ser feita é separação por cor.
- C. Treta pak: é a reutilização de embalagem longa-vida. Por exemplo, a de caixa de leite, pois o plástico da caixinha e o alumínio são totalmente reaproveitado.
- D. Papelão: esse é produzido com os papéis reciclados e misturado betume asfáltico, que gera a resistência da telha.

2.5.4 Tijolo Adobe

Tijolo de adobe, também conhecido como tijolo de barro ou tijolo de terra crua, é um tipo tradicional de material de construção feito de argila, areia, água e, por vezes, fibras naturais, como palha ou esterco de animais. Esses materiais são misturados para formar uma pasta e depois moldados em tijolos retangulares que são secos ao sol ou ao ar livre. Os tijolos

⁴ Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/dicas/telha-ecologica-como-escolher-e-vantagens>. Acesso em outubro de 2023.

de adobe são usados há milhares de anos em todo o mundo e é uma forma de construção sustentável e ecológica. O tijolo é feito em formas de madeiras, na consistência de barro pastoso e a secagem é feita ao sol (FIAIS, SOUZA, 2017).

Silva (2016) salienta que a fabricação do tijolo para a construção pode ser feito na própria obra, assim evitando a compra de novo produto. Mas, a cura do tijolo deve ser feita de maneira correta, um período de sete dias, visando melhorar o processo de endurecimento, deixando o tijolo mais resistente e firme. Assim, é importante ter atenção no processo de fabricação do tijolo adobe.

Os tijolos de adobe são uma opção ecológica, uma vez que são feitos de materiais naturais e não requerem queima, o que reduz a pegada de carbono em comparação com tijolos de argila cozidos em fornos (SILVA, 2016).

Conforme Pereira (2019) após a compactação dos tijolos o sol e o vento são agentes nocivos que podem prejudicar o processo de fabricação, sendo que os fabricantes devem usar plásticos para cobrir tijolos recém-compactados, anulando a ação dos agentes. Dessa forma inicia-se o processo de cura.

Construções feitas de tijolos de adobe são adequadas para aproveitar a energia térmica passiva, o que significa que podem regular a temperatura interna com pouca ou nenhuma energia adicional (AMARAL, 2017).

Pereira (2019) comenta em seu estudo que tijolos de adobe têm boas propriedades de isolamento térmico. Eles podem manter as construções mais frescas no verão e mais quentes no inverno. A construção com tijolos de adobe exige conhecimento específico e cuidado na manutenção para garantir sua durabilidade e desempenho.

De acordo com Pereira (2019) alguns cuidados devem ser implementados em relação à fabricação do tijolo adobe, que requer uma abordagem cuidadosa e métodos tradicionais para garantir a eficácia e sustentabilidade do processo. Ao seguir esses cuidados, é possível obter tijolos adobe duráveis e adequados para construções sustentáveis. É importante escolher um solo adequado, geralmente, solos argilosos ou argilo-arenosos são ideais para a fabricação de adobes. O solo deve ser livre de pedras grandes, raízes e outros detritos que possam comprometer a qualidade do tijolo. A mistura de solo, água, fibras (como palha) e, às vezes, estabilizantes deve ser cuidadosamente equilibrada para garantir a coesão adequada e a resistência do tijolo, ou seja, a quantidade de água adicionada deve ser controlada para evitar excessos que possam comprometer a consistência da mistura. Após a mistura, a compactação do solo deve ser feita de maneira uniforme. Isso pode ser alcançado por meio de compactadores manuais ou mecânicos. A compactação uniforme garante a resistência e a

durabilidade do tijolo. De acordo com a FIG 6 a fabricação do tijolo adobe.

Figura 6- Fabricação de tijolo adobe.



Fonte: ArchDaily, 2020 ⁵

2.5.5 Telhado verde

Segundo Souza e Coelho (2021) o telhado verde é uma cobertura vegetal, também conhecido como telhado ecológico ou cobertura verde, é uma forma de arquitetura moderna e técnica. É considerado um jardim no telhado, que possibilita o plantio de plantas ou gramas, e a mesma pode ser cultivada em telhados convencionais ou lajes. Essa inovação irá aumentar as áreas verdes das paisagens urbanas e ajudar na diminuição da onda de calor.

Telhado verde é composto por vegetação, entretanto é mais que uma cobertura verde e envolve técnicas de impermeabilização e de plantio que devem ser feitas por profissional qualificado (SOUZA,COELHO, 2021).

De acordo com Santos *et.al.* (2017) esse sistema de telhado é uma forma de atrasar o escoamento da água da chuva, entre as plantas ou gramados, assim ocorre a absorção das águas por meio de um sistema de drenagem.

No entanto, cada sistema tem uma forma de ser construído. Um exemplo é o telhado de cerâmica, pois para que seja aplicado o telhado ecológico é preciso a remoção das telhas e assim a instalação das placas de compensados para que sirvam de apoio para o novo telhado, e

⁵ Disponível em: Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/945393/adobe-o-material-reciclavel-mais-sustentavel>. Acesso em outubro de 2023.

a laje precisa de uma instalação mais simples, precisando apenas impermeabilizá-la (JESUS, 2018).

Segundo Souza e Coelho (2021), com a construção desse tipo de telhado, é possível absorver as altas temperaturas das cidades, e essa redução consiste cerca de 15°C a menos, dessa forma o ambiente se transforma um lugar mais confortável para se viver e acontece ainda a redução de ruídos, ajuda também na diminuição da carga térmica do ar condicionado.

O telhado verde tem várias camadas, incluindo uma membrana impermeável, uma camada de drenagem, um substrato de crescimento e as plantas, e oferecem uma série de benefícios ambientais e práticos. As plantas em telhados verdes ajudam a purificar o ar, absorvendo dióxido de carbono e liberando oxigênio (FRANCO, 2021).

Na primeira camada de cima para baixo ficam as plantas escolhidas para o telhado verde, é a camada mais visível. Essas plantas podem variar desde gramíneas resistentes até plantas nativas, suculentas ou até mesmo hortaliças, dependendo do tipo de telhado verde. (FRANCO, 2021).

Conforme Lima (2017) as camadas que compõem o telhado verde são:

- ✓ A segunda camada é de terra, onde é feito o cultivo para as plantas. É uma mistura leve e drenante que fornece suporte às raízes e nutrientes para o crescimento das plantas.
- ✓ A terceira camada é a de impermeabilização, que protege a estrutura do telhado contra a umidade. E a quarta camada diz respeito ao sistema de drenagem, que permite a saída do excesso de água. O que impede o acúmulo de água, evitando problemas como o excesso de peso e o apodrecimento das raízes das plantas. A barreira contra raízes ajuda a controlar o crescimento das raízes, impedindo que elas atinjam as camadas mais profundas do telhado. E a camada da membrana à prova d'água impede a passagem de água para a edificação. Por fim o telhado. A laje serve como a estrutura de suporte sobre a qual as diferentes camadas do sistema de telhado verde são construídas.

De acordo com a FIG 7 as camadas de um telhado verde são:

Figura 7- Camadas do telhado verde.

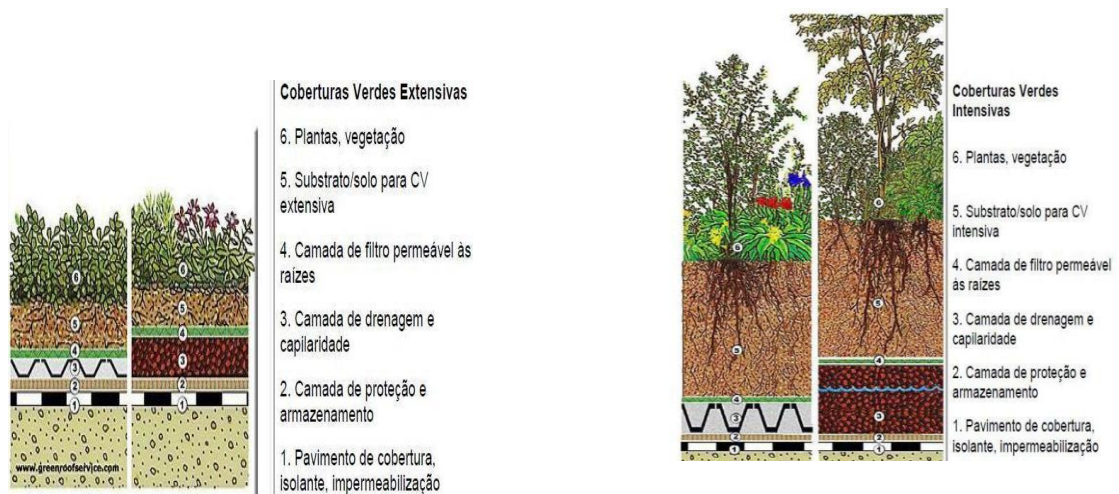
AS CAMADAS DE UM TELHADO VERDE



Fonte: greendridroofs, 2021 ⁶

Existem dois tipos principais de telhados verdes: extensivos e intensivos (FIG. 8). Telhados verdes extensivos são mais leves, com camadas mais finas de substrato e são geralmente plantados com vegetação rasteira, como suculentas. Eles são mais fáceis de instalar e exigem menos manutenção. Telhados verdes intensivos são mais pesados e têm camadas mais espessas de substrato, permitindo o cultivo de uma variedade maior de plantas, incluindo árvores e arbustos. Eles podem ser usados como jardins acessíveis (JESUS, 2018).

Figura 8 - Coberturas extensivas e intensivas



Fonte: greendridroofs (2021) ⁷

^{6,7} Disponível em: https://repositorio.alfaunipac.com.br/publicacoes/2021/755_telhado_verde.pdf Acesso em outubro de 2023.

Os telhados verdes têm se tornado cada vez mais populares em áreas urbanas, à medida que as preocupações com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável crescem. Eles oferecem uma solução multifuncional para desafios urbanos, ajudando a melhorar a qualidade de vida nas cidades (BRASIL, 2015).

A aplicação do telhado verde envolve várias etapas e requer cuidados específicos para garantir o sucesso do projeto. Antes de começar, é essencial realizar uma avaliação completa do telhado existente. Isso inclui verificar a capacidade de carga da laje, a integridade estrutural e a impermeabilização adequada. É necessário planejar o tipo de telhado verde desejado, considerando fatores como a escolha das plantas, a acessibilidade para manutenção e as condições climáticas locais. Preparar a camada de substrato com os materiais adequados, garantindo uma mistura equilibrada para fornecer suporte às plantas. Instalar uma barreira contra raízes, antes de adicionar o substrato. Colocar a camada de drenagem sobre a barreira contra raízes. Essa camada permite que o excesso de água drene, evitando o acúmulo e problemas relacionados à umidade. Adicionar manta filtrante sobre a camada de drenagem para evitar que partículas do substrato entupam os canais de drenagem. Escolher as plantas adequadas para o clima local e o tipo de telhado verde desejado. Plantar as mudas ou semear as plantas de acordo com o projeto. Após o plantio, realizar uma irrigação inicial para estabelecer as plantas, certificando-se de que o substrato esteja adequadamente umedecido. É necessário ainda estabelecer um plano de manutenção regular. Isso pode incluir a poda de plantas, a remoção de ervas daninhas, a fertilização e a inspeção da integridade do sistema (LIMA, 2017). De acordo com a FIG 9 a aplicação da cobertura verde.

Figura 9- Aplicação de cobertura verde



Fonte: greendridroofs, 2021 ⁸

⁸ Disponível em: https://repositorio.alfaunipac.com.br/publicacoes/2021/755_telhado_verde.pdf/Acesso em outubro de 2023.

2.6 Vantagem e desvantagem de materiais recicláveis utilizados na construção civil

Segundo Farias e Marinho (2020) o uso de materiais recicláveis na construção civil oferece várias vantagens e desvantagens.

2.6.1 Vantagens:

A utilização de materiais recicláveis na construção civil oferece diversas vantagens, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, ajuda a diminuir a quantidade de resíduos sólidos destinados a aterros sanitários, contribui para a conservação de recursos naturais, pois reduz a demanda por novas matérias-primas. Isso é particularmente importante para materiais não renováveis, como metais e minerais. A busca por materiais recicláveis muitas vezes leva ao desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis na indústria da construção, incluindo métodos de reciclagem mais eficientes e processos de produção mais limpos (NASCIMENTO, 2017).

- A. Sustentabilidade ambiental: A principal vantagem é a contribuição para a sustentabilidade ambiental, uma vez que o uso de materiais recicláveis ajuda a reduzir a demanda por recursos naturais finitos, minimiza a extração de matéria-prima e reduz o volume de resíduos sólidos.
- B. Redução de resíduos: O uso de materiais recicláveis reduz a quantidade de resíduos de construção, contribuindo para a redução da pegada de carbono da construção e diminuindo os custos associados à disposição de resíduos.
- C. Eficiência energética: Refere-se à utilização otimizada da energia para realizar uma determinada tarefa ou fornecer um serviço. É uma abordagem que busca maximizar a produção ou o desempenho desejado, minimizando o consumo de energia. A eficiência energética é necessária para reduzir o consumo de recursos naturais, minimizar impactos ambientais e promover a sustentabilidade global. Sendo que muitos materiais recicláveis, como aço e concreto reciclados, podem ser produzidos com menor consumo de energia em comparação com materiais virgens.
- D. Preços mais acessíveis: Materiais recicláveis podem ser mais acessíveis, em relação ao preço de custo, do que materiais virgens, o que pode levar a economia de custos no projeto e na construção.
- E. Inovação e design criativo: A disponibilidade de materiais recicláveis pode incentivar a inovação e a criatividade no design e na arquitetura, permitindo a criação de edifícios

únicos e esteticamente atraentes.

2. 6.2 Desvantagens:

O uso de materiais recicláveis na construção civil não traz somente vantagens de acordo com Nascimento (2017), visto que também há desvantagens e desafios associados a essa prática. Materiais recicláveis podem exibir uma variação na qualidade devido à diversidade dos processos de reciclagem e à natureza dos resíduos coletados, o que pode afetar a uniformidade e a resistência dos materiais. Podem ter um custo inicial mais elevado em comparação com materiais tradicionais e ainda ter limitações técnicas em termos de resistência, durabilidade e desempenho em comparação com seus equivalentes não reciclados. Alguns materiais recicláveis, se não forem devidamente processados, podem conter contaminantes que comprometem sua qualidade. Isso pode resultar em materiais de construção menos duráveis e confiáveis. Materiais recicláveis também podem não ter a mesma aparência estética que os materiais tradicionais, o que pode influenciar a escolha deles em projetos nos quais a estética é uma consideração importante.

A. Qualidade inconsistente: Materiais recicláveis podem apresentar variações na qualidade devido à sua origem e ao processo de reciclagem. Isso pode resultar em propriedades menos previsíveis e confiáveis dos materiais, o que pode ser um desafio para projetos que requerem especificações rigorosas.

B. Disponibilidade limitada: A disponibilidade de materiais recicláveis pode variar por região, o que pode dificultar a obtenção de certos materiais reciclados em algumas áreas geográficas.

C. Preços: Em alguns casos, os materiais recicláveis podem ter custos iniciais mais altos devido a processos de reciclagem e transporte.

D. Desgaste e durabilidade: Alguns materiais recicláveis podem não ser tão duráveis quanto seus equivalentes virgens, o que pode afetar a longevidade e a manutenção dos edifícios ao longo do tempo.

E. Conformidade com normas e regulamentos: A conformidade com normas de construção e regulamentos pode ser mais complicada ao usar materiais recicláveis devido à variação na qualidade e na documentação de certificação (MOURA, 2017).

2. 7 Certificações sustentáveis

Certificações sustentáveis são selos concedidos por instituições não governamentais ou de governo, muitas são internacionais e atuam com os mesmos critérios e avaliações nos países em que estão presentes e atestam os mais variados tipos de construções, edifícios habitacionais, escritórios, escolas, hotéis, bairros, loteamento, edifícios públicos, reformas, entre outros (LIMA, SILVA, JUNIOR, 2020).

De acordo com Sebrae (2022) as certificações sustentáveis, ou selos ambientais, determinam regras para que as empresas possam executar as suas operações, sem causar grandes impactos negativos ao meio ambiente. Desse modo, se uma companhia obtém esse selo, é porque cumpre todos os requisitos definidos pelo órgão certificador.

Segundo Silva (2020) no Brasil a certificação mais empregada é o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), que é uma ferramenta de certificação que busca incentivar e acelerar a adoção de práticas de construção sustentável. Tal certificação é concedida às empresas que promovem a redução da poluição pelo melhor aproveitamento dos materiais e uso de ferramentas e estruturas inteligentes. De acordo com a FIG 10 o selo de certificação LEED.

Figura 10- Selo de certificação LEED



Fonte: GBC Brasil, 2023⁹

Rodrigues (2020) ressalta que para almejar uma certificação ambiental para uma construção é necessário que se estipule o nível de sustentabilidade que será implementado com o projeto e a construção. São necessários variados estudos arquitetônicos de viabilidade construtiva e financeira, além de um planejamento estratégico prévio, que cumpra todas as

⁹ Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/> Acesso em novembro de 2023.

metas e normas exigidas pela entidade certificadora, que pode aprovar ou rejeitar o projeto. Toda obra é acompanhada e fiscalizada nas diversas fases até a entrega final, por um gestor, ou consultor nomeado pelo órgão certificador.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida que se avança para um futuro cada vez mais consciente do meio ambiente, a construção sustentável se torna não apenas uma escolha sábia, mas uma necessidade. Portanto, investir em construção sustentável é investir em um futuro mais verde e próspero para todos. É hora de construir não apenas para o presente, mas para as gerações futuras, garantindo um planeta mais saudável e sustentável para todos os que o habitam.

A construção civil é um ramo de atividade que mais produz resíduos poluentes prejudiciais ao meio ambiente, pois grande parte dos materiais utilizados nas obras são agentes que poluem o ar, o solo, a água se não forem descartados adequadamente.

Os resíduos gerados para não afetarem negativamente o meio ambiente, ou seja, não poluírem solo, água, e ar precisam do descarte correto.

Assim, sendo as estratégias pesquisadas e aplicadas são ações eficientes que melhoram positivamente os impactos prejudiciais que as ações da construção civil podem ocasionar ao meio ambiente, pelos princípios de sustentabilidade empregados.

Portanto, entende-se a importância da reciclagem dos materiais das obras, para principalmente o ciclo da natureza. Por isso, os engenheiros civis começaram a executar obras mais sustentáveis, a reaproveitar materiais, a preservar recursos naturais, devido a utilizar menos materiais novos. E assim estão, principalmente, contribuindo com a preservação ambiental.

Diante todas as necessidades de preservação do meio ambiente para as futuras gerações, buscando efetivar a diminuição de danos ao meio ambiente, a reutilização de materiais para uma construção que não traga impactos negativos à natureza começou uma nova era da construção civil para torná-la sustentável. .

REFERÊNCIAS

AGUIAR, André Cardim; SILVA, Kardelan Arteiro da; EL-DEIR, Soraya Giovanetti.

Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas – 1. ed. - Recife:

EDUFRPE, 2019. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br>. Acesso em dezembro de 2023.

AMARAL, Francisco Armond do. **Bloco de Adobe: efeitos da adição de fibra do epicarpo do babaçu**. [Dissertação de Mestrado] Curso de especialização em Design. São Luiz:

Universidade Federal do Maranhão, 2017. Disponível em:

<https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/1916/2/FranciscoAmaral.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

ATAÍDES, Flávia de Oliveira; SILVA, Luiz Filipe Rocha da; ROSA, Bárbara Braga Barbosa da. A importância da Gestão Ambiental para a engenharia civil. **Educação Ambiental (Brasil)**, v.1, n.3. (2020). Disponível em:

<https://www.educacaoambientalbrasil.com.br/index.php/EABRA/article/view/34/26>. Acesso em outubro de 2023.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis, RJ. Vozes. 2017.

Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=px46DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=sustentabilidade&ots=bEyplw65se&sig=Q6rUMJhjGAP324E_ZR2IcNKPsik#v=onepage&q=sustentabilidade&f=false)

BR&lr=&id=px46DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=sustentabilidade&ots=bEyplw65se&sig=Q6rUMJhjGAP324E_ZR2IcNKPsik#v=onepage&q=sustentabilidade&f=false

Acesso em outubro de 2023.

BOFF, Eduardo Haefliger; CAPRAIO, Jakcemara; MIRANDA, Nivea Morena Gonçalves; TASCA, Fabiane Andressa; VERONA, Laís Bruna; RECH, Julio Cesar; RECH, Aline Schuck. **ENSUS 2022 – X Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UNIFESSPA – Marabá**. 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/245086/Vol.%207%20914%20-%20925.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em outubro de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Poluentes Atmosféricos. Brasília: MMA, 2019.

_____. **Lei nº 18.112/2015**. Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "telhado verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências. Recife: Câmara Municipal [2015]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/pe/r/recife/lei-ordinaria/2015/1812/18112/lei-ordinaria-n-18112-2015-dispoe-sobre-a-melhoria-da-qualidade-ambiental-das-edificacoes-por-meio-da-obrigatoriedade-de-instalacao-do-telhado-verde-e-construcao-de-reservatorios-de-acumulo-ou-de-retardo-do-escoamento-das-aguas-pluviais-para-a-rede-de-drenagem-e-da-outras-providencias>. Acesso em outubro de 2023.

CAMILO, Beatriz Queiroga; CARDOSO, Cinthya Nataly Pereira; BATISTA, Sara Beatriz Silva; MARQUES, Agílio Tomaz; GADELHA, Hugo Sarmento; CASTRO FILHO, Hiran Mendes; MEDEIROS, Raquel Formiga de; SANTOS, Suzana Araujo dos Resíduos sólidos na construção civil: análise da gestão frente aos impactos causados ao meio ambiente **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 2. 2022. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20994>. Acesso em outubro de 2023.

CONCEIÇÃO, Jansen Ferreira da; SANTOS, Mischelle Paiva dos. Construção sustentável. **Engenharia na prática: construção e inovação - vol.3**. 2021. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br>. Acesso em outubro de 2023.

CUNHA, Belinda Pereira da, AUGUSTIN, Sérgio. Sustentabilidade ambiental [recurso eletrônico]: estudos jurídicos e sociais - **Dados Eletrônicos Caxias do Sul, RS: Educs**, 2014. Disponível em: https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Sustentabilidade_ambiental_ebook.pdf. Acesso em dezembro de 2023.

CURTY, Everton de Oliveira; FERREIRA, Robison; SCHAFER, Viane José. Reaproveitamento de resíduos sólidos na construção civil. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/29757/1/5ATCC%20-%20Reaproveitamento%20de%20residuos%20solidos.docx.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

DIAS, Ana Karina Gonçalves; XAVIER, Marcel Silva; DODE, Adilza Condessa. O ruído na indústria da construção civil. **Revista Petra v. 2, n. 1, p. 56-71**, jan./jul. 2016. Disponível em: <https://www.metodista.br>. Acesso em outubro de 2023.

DONATO, Taisa Maria Nunes. **Tecnologias sociais de baixo impacto ambiental na habitação de interesse social**: recomendações para o uso da telha e do tijolo ecológico /Arapiraca, 2020. Disponível em: <https://ud10.arapiraca.ufal.br> . Acesso em novembro de 2023.

EMBRASUL. **Energia Eólica**: Uma Fonte Renovável e Sustentável para o Futuro. 2023. Disponível em: <https://embrasul.com.br/energia-eolica/>. Acesso em outubro de 2023.

FARIAS, Lucas Menezes de; MARINHO, Jefferson Luiz Alvez. Construções sustentáveis: Perspectivas sobre práticas utilizadas na construção civil **Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 3**. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8257>. Acesso em outubro de 2023.

FERREIRA, Renato Aparecido; HENKES, Jairo Afonso. Uma análise sobre a sustentabilidade em um condomínio residencial. **Revista gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 4**, p. 810-836, out/dez. 2018. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br>. Acesso em outubro de 2023.

FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 3 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2016. Disponível em: <http://loja.editoraforum.com.br/image/catalog/pdf/SUSTENTABILIDADE.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

FIAIS, Bruna Barbosa; SOUZA, Danilo Sarto de. Construção sustentável com tijolo ecológico. **Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba, SP, v. 02, n. 01**, p. 94-108, jan./ago. 2017. Disponível em: <http://ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/view/2559/154>. Acesso em outubro de 2023.

FLORENCIO, Pablo Rodrigues da Costa. **Avaliação de impactos ambientais na disposição**

irregular de resíduos sólidos da construção civil no município de Guarabira-PB. 2021.

Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/19642/PABLO%20RODRIGUES%20DA%20COSTA%20FLOR%20c3%8aNCIO%20e2%80%93%20TCC%20e2%80%93%20BACHARELADO%20EM%20ENGENHARIA%20AMBIENTAL%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em outubro de 2023.

FRANCO, José Tomás. **Telhados verdes:** quais são as camadas e como impermeabilizá-los usando membranas líquidas. 2021. Disponível em:

<https://www.archdaily.com.br/br/910310/telhados-verdes-quais-sao-as-camadas-e-como-impermeabiliza-los-usando-membranas-liquidas>. Acesso em outubro de 2023.

GASPARINI, Laís, BORBA, Mateus Rodrigues. **Estudo comparativo entre madeira plástica e entre a madeira convencional para implantação de uma empresa.** 2020.

Disponível em: <https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3559.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

GUIARRARA, Paloma. **Energia geotérmica:** A energia geotérmica é a energia obtida por meio do calor do interior da Terra. É uma energia renovável e limpa. 2020. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/energia-geotermica-1.htm>. Acesso em outubro de 2023.

HENKES, Jairo Afonso. **Gestão ambiental e desenvolvimento sustentável:** livro didático / Jairo Afonso Henkes ; design instrucional Eliete de Oliveira Costa. – Palhoça: UnisulVirtual, 2014. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br>. Acesso em dezembro de 2023.

HERNANDEZ, Luis Carlos; SZIGETHY, Leonardo. **Tecnologia e inovação para a redução do risco de crises hídricas.** 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/104-tecnologia-e-inovacao-para-a-reducao-do-risco-de-crises-hidricas>. Acesso em outubro de 2023.

IBERDROLA. **Poluição sonora.** 2022. Disponível em:

<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/o-que-e-poluicao-sonora-causas-consequencias-solucoes#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20polui%C3%A7%C3%A3o%20sonora,a%20par%20dos%20120%20db>. Acesso em outubro de 2023.

JESUS, Laina Maria Santana de. **Telhado verde “revisão bibliográfica”.** 2018. Disponível em:

https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190604193523_2017.2_TCC_Laina_Maria_Santana_De_Jesus_Telhado_Verde_Revisao_Bibliografica.pdf. Acesso em outubro de 2023.

JUNIOR, Wagner Oliveira Severiano. Construção Verde: Emprego De Recursos Renováveis Na Construção Civil. 2021. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação.** Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1719>. Acesso em outubro de 2023.

JUNIOR, Jailton Muniz Mendes; ROCHA, José Henrique dos Santos; CHAVES, Thiago Uchoa; NASCIMENTO, Rudgero Oliveira do. Reutilização de água da chuva. **Revista**

Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 06, Vol. 05, pp. 66-90. Junho de 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/reutilizacao-de-agua>. Acesso em outubro de 2023.

JUNIOR, Ângelo Ribeiro da; FREITAS, Jackson Lima de. **Sustentabilidade na Construção Civil: Histórico, Conceito, algumas Técnicas e Tecnologias utilizadas no Brasil.** Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/25501/1/Artigo%20TCC%20-%20Junior%20e%20Jackson-%20atualizado%5B3172%5D%20e%20revisado%20%281%29%5B3208%5D.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

KIELING, Antonio Claudio; SANTANA, Genilson Pereira; SANTOS, Maria Cristina dos. Compósitos de madeira plástica: considerações gerais. **Scientia Amazonia**, v. 8, n.1, 2019. Disponível em: <http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2018/11/v8-n1-b1-b14-2019.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

KRUG, Lucas Fernando; BOTELHO, Kátia Carolina Hunhoff; BRONDANI, Pedro Henrique Zambon. **XXIII Congresso regional de iniciação científica e tecnológica em engenharia – CRICTE 2017.** Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br> . Acesso em outubro de 2023.

LACKIN, Isabella Samanta Vieira Lackin. **Utilização de concreto reciclado na construção civil.** Graduação em Engenharia Civil – Faculdade Ages de Senhor do Bonfim. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/29838/1/TCC%20-%20ISABELLA%20LACKIN%20.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

LEMA AMBIENTAL. **Energias Limpas e Sustentabilidade Ambiental.** 2023. Disponível em: <https://lemaambiental.com.br/energias-limpas/>. Acesso em outubro de 2023.

LIMA, Maria Cristina Alves de; SILVA, Ana Karla Batista da; JUNIOR, Marcos Antonio Barbosa da Silva. Certificação ambiental de habitações: um instrumento para ações sustentáveis na construção civil. **Periódico eletrônico Fórum ambiental. Volume 16. Número 2.** 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Silva-Junior/publication/340268452_Certificacao_ambiental_de_habitacoes_um_instrumento_para_acoes_sustentaveis_na_construcao_civil/links/5e8beb7d299bf1307983e218/Certificacao-ambiental-de-habitacoes-um-instrumento-para-acoes-sustentaveis-na-construcao-civil.pdf. Acesso em outubro de 2023.

LIMA, Naiane. **Como contribuir para o desenvolvimento sustentável.** 2023. Disponível em: <https://sunne.com.br/como-contribuir-para-o-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em outubro de 2023.

LIMA, Ana Livia Macêdo Arouca de. **Contribuição para construção verde em mutirão: características de materiais construtivos.** 2017. Disponível em: <https://ulbra-to.br/bibliotecadigital>. Acesso em novembro de 2023.

MARTINS, Ana Paula Garcia; RIBEIRO, Andreza Portella; FERREIRA, Maurício Lamano;

MARTINS, Marco Antonio Garcia; NEGRI, Elnara; SCAPIN, Marcos Antonio; OLIVEIRA, Anderson de; SAIKI, Mitiko; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento; FORTALEZA, Rafael. Infraestrutura verde para monitorar e minimizar os impactos da poluição atmosférica.

Energia e ambiente • estudos avançados 35 (102), 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/jzQHmkK75XRSYNJzw58NLhR>. Acesso em outubro de 2023.

MEDEIROS, Rozélia de. **Sustentabilidade**. 2022. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/sustentabilidade/>. Acesso em outubro de 2023.

MERLIN, Leroy. **O que é e como é feito o sistema de captação de água da chuva**. 2023. Disponível em: www.leroymerlin.com.br/dicas/sistema-de-captacao-de-agua-de-chuva-e-solucao-sustentavel-e-economica#:~:text=O%20meio%20mais%20comum%20é,pode%20ser%20chamada%20de%20algibe. Acesso em outubro de 2023.

MOTA, Loyslene de Freitas; BARCELOS, Tiago Soares; MORORO, André Jorge; GUIMARÃES, Valmir Percival. Construções sustentáveis, desenvolvimento econômico e a engenharia: otimização dos recursos naturais. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n.2, p.221-242, mar-abr, 2021. <http://www.relise.eco.br/index.php/relise/article/view/468/517>. Acesso em outubro de 2023.

MORAND, Fernanda Guerra. **Estudo das Principais Aplicações dos Resíduos de Obra como Materiais de Construção** – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017420.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

MOURA, Verena Cibele Soares. **Impactos ambientais da urbanização: esforços da pesquisa brasileira e mapeamento e percepção de moradores na cidade de Santarém, Pará**. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/bitstream/123456789/137/1/Disserta%C3%A7ao_Impactosambientaisdaurbanizacao.pdf. Acesso em outubro de 2023.

MOURA, Vinicius Silva. **Certificação ambiental de edificações: modelos de conformidade e processos de implantação**. 2017. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10022677.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Poluição da água**. 2023. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/poluicao-das-aguas.htm>. Acesso em outubro de 2023.

NASCIMENTO, Luis Felipe. **Gestão ambiental e sustentabilidade** / – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES : UAB, 2017. Disponível em: https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/Livrotexto_Gestao_Ambiental_Sustentabilidade.pdf. Acesso em outubro de 2023.

NAKAMURA, Juliana. **“Como fazer gestão de resíduos na construção civil?”**. 2019. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/gestao-de-residuos-na-construcao-civil/>. Acesso

em outubro de 2023.

NUNES, Ilana Lopes da Silva; PESSOA, Lidiane Almeida; EL-DEIR, Soraya Giovanetti. **Resíduos sólidos: os desafios da gestão – 1. ed. - Recife: EDUFRPE**, 2019. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/bitstream/livro>. Acesso em outubro de 2023.

OCDE. **Avaliação do impacto ambiental de poluentes**. 2022. Disponível em: https://ebooks.ofitexto.com.br/contentresolver/epub/67921/OEBPS/Text/09_Chapter01.html. Acesso em outubro de 2023.

PELOSOF, Tomy Samuel. **Práticas de Sustentabilidade na Construção Civil: Estudo de caso sobre o Jardim das Perdizes**. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://repositorio.insper.edu.br/handle/11224/1425>. Acesso em outubro de 2023.

PEREIRA, Luiz Henrique Meneses. **Edificações sustentáveis: construções com tijolo de adobe**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/31410/1/MONOGRAFIA%20-%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES%20SUSTENT%C3%81VEIS%20CONSTRU%C3%87%C3%95ES%20COM%20TIJOLO%20DE%20ADOBE.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê Américo; BENINI, Sandra Medina; AMADOR, Maria Betânia Moreira (orgs). **Recursos hídricos: gestão e sustentabilidade**. Tupã: ANAP, 2016. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2017/novembro/Nov.17.14.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>. Acesso em outubro de 2023.

REVISTA DE GEOGRAFIA (Recife). **Recursos naturais**. v.27 n. 1. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/issue/view/2107>. Acesso em outubro de 2023.

ROQUE, Rodrigo Alexander Lombardi; PIERRI, Alexandre Coan. Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. **Res., Soc. Dev.** 2019.

RODRIGUES, Larissa Schmitz. **Certificação ambiental na construção civil: sistemas LEED e AQUA**. 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/205752/001111986.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

SANTANA, Rhaldney Felipe de; JÚNIOR, Wilson Ramos Aragão. EL-DEIR, Soraya Giovanetti. (organizadores) **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. 1. ed. – Recife : EDUFRPE: Gampe, 2020. livro digital (479 p.: il.) ISBN 978-85-7946-358-7. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br>. Acesso em outubro de 2023.

SANTANA, Izária Cunha. **Análise dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos de construção e demolição em Conceição do Almeida** – BA. 2016. Disponível em:

https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190314175553_2015.2__TCC_Izira_Cunha_Santana_-_Anlise_Dos_Impactos_Ambientais_Causados_Pelos_Resduos_Slidos_De_Construo_E_Demolio_Em_Conceio_Do_Almeida__Ba.pdf. Acesso em outubro de 2023.

SANTOS, Kailane Nepomuceno dos; SILVA, Sabrina Santos Barbosa da; SILVA, Taíse Lalesca de Oliveira. **Gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil: uma análise dos relatos de profissionais da construção no município de Salvador – BA.** 2022. Disponível em: http://repositorio.ifba.edu.br/jspui/bitstream/123456789/365/1/kaila%2csabrina%2ctaise_tcc_edific.pdf . Acesso em outubro de 2023.

SANTOS, Leonildo Rasec Lima dos; LIMA, João Victor Feitosa de; NETO, Lourenço Tibúrcio; ROLEMBERG, Rodrigo Rocha; GONZAGA, Giordano Bruno Medeiros. Telhado verde: uma proposta sustentável para a construção civil. **Ciências exatas e tecnológicas | Alagoas | v. 4 | n. 2** | Novembro 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br>. Acesso em outubro de 2023.

SEBRAE. **O que são certificações sustentáveis?** 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/certificacoes-sustentaveis-como-posso-adquirir,2f2bf4405d521810VgnVCM100000d701210aRCRD#:~:text=As%20certifica%C3%A7%C3%B5es%20sustent%C3%A1veis%2C%20ou%20selos,requisitos%20definidos%20pel o%20%C3%B3rg%C3%A3o%20certificador>. Acesso em outubro de 2023.

SILVA, Amanda Moreira da. **Avaliação das propriedades dos tijolos ecológicos produzidos na região de feira de Santana.** 2016. Disponível em: https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190314183852_2016.1_-_TCC_Amanda_Da_Silva_-_Avaliao_das_Propriedades_dos_Tijolos_Ecolgicos_Produzidos_na_Regio_de_Feira_de_Santana.pdf. Acesso em outubro de 2023.

SILVA, Bruna Caroline Ferreira da. **Construções sustentáveis: a Certificação LEED no Brasil.** 2020. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br:8080/jspui/bitstream/20.500.11874/5084/1/Bruna%20Caroline%20Ferreira%20da%20Silva.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

SILVA, Claudia Cristina da. **Madeira Plástica.** 2021. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/madeira-pl%C3%A1stica-claudia-cristina-da-silva>. Acesso em outubro de 2023.

SIMPLICIO, Wanderson de Andrade. Planejamento e integração dos profissionais em projetos de edifícios sustentáveis. **Revista da Arquitetura. V. 2, n. 1.** 2022. Disponível em: <https://www.cienciasaude.uniceub.br/ra/article/view/8719>. Acesso em outubro de 2023.

SOUSA, Rafaela. **Energia Solar.** 2020. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/energia-solar.htm>. Acesso em outubro de 2023.

SOUZA, Kym, COELHO, Yeska. **Telhado Verde: O que é e quais as vantagens.** 2021. Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/sustentabilidade/telhado-verde-o-que-e/>. Acesso em outubro de 2023.

TORRES, Leandro Marques; PINHEIRO, César Di Paula da Silva; AZEVEDO, Sarah Dias; RODRIGUES, Paulo Rick Soares; SANDIM, Débora Prissila Reis. Poluição atmosférica em cidades brasileiras: uma breve revisão dos impactos na saúde pública e meio ambiente.

Sapientiae Jan a Jun 2020 - v.2 - n.1

<https://sapientiae.com.br/index.php/naturae/article/view/CBPC2674-6441.2020.001.0003>.

Acesso em outubro de 2023.

VIEIRA, Timni. **Economia ambiental** – Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016. Disponível em: [http://cm-cls-](http://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201602/INTERATIVAS_2_0/ECONOMIA_AMBIENTAL_OPTATIVA/U1/LIVRO_UNICO.pdf)

[content.s3.amazonaws.com/201602/INTERATIVAS_2_0/ECONOMIA_AMBIENTAL_OPTATIVA/U1/LIVRO_UNICO.pdf](http://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201602/INTERATIVAS_2_0/ECONOMIA_AMBIENTAL_OPTATIVA/U1/LIVRO_UNICO.pdf). Acesso em outubro de 2023.