

Jansen Ferreira da Conceição

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

Mischelle Paiva dos Santos

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

RESUMO

Este trabalho discorre sobre o tema de Construções Sustentáveis e descreve as formas de realizar uma Construção Sustentável, a fim de minimizar o impacto ambiental e preservar o meio ambiente e os seus recursos naturais para as próximas gerações. Com o aumento do número de construções nas cidades, a partir da segunda metade do século XVIII, a preservação do meio ambiente ficou comprometida e isso interferiu na integração entre o ser humano e a natureza. A Construção Civil e a sustentabilidade estão integradas, desde a década de 1970, em diversos países com o objetivo de desenvolver obras sustentáveis que contribuam com a preservação do meio ambiente. Neste novo contexto da Engenharia Civil, estão sendo adotados métodos e técnicas voltadas para a utilização de materiais cujos padrões garantam a sustentabilidade do planeta. Diante disto, o objetivo desse trabalho é levantar meios que promovam a Construção Sustentável. Para atingir o objetivo geral do trabalho, foi feito o levantamento de projetos, construções e utilização de materiais que corroboram com o desenvolvimento sustentável e com economia, tanto na sua utilização, quanto na conservação. A pesquisa bibliográfica foi feita buscando aumentar a conscientização da importância da Construção Sustentável, com base na realidade dos fatos, onde a preservação do ambiente, o bem-estar, a economia e a qualidade de vida são muito relevantes. Este estudo foi elaborado a partir de uma pesquisa bibliográfica descritiva.

Palavras-chave: Construção Sustentável; Engenharia Civil; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O aumento da devastação ambiental foi constante desde que iniciou a Revolução Industrial inglesa, no século XVIII. Houve intensa exploração dos recursos naturais devido ao crescimento do mercado consumidor e não existiu preocupação com a possibilidade de esgotamento.

Em paralelo às agressões ao meio ambiente, surgiram as consequências, como as mudanças climáticas extremas e os recursos naturais começaram a se esgotar.

Com o intuito de reagir a tempo, o conceito de desenvolvimento sustentável surgiu através de uma comissão da Organização das Nações Unidas (ONU), na década de 1980. Sua proposta era debater sobre uma forma de fortalecer a economia mundial sem danificar o meio ambiente. Ele deveria atender à necessidade da época, mantendo a capacidade de suprir às demandas futuras. O desenvolvimento sustentável corrobora com o desenvolvimento econômico-social, porém respeitando às normas ambientais.

Neste contexto, surgiram as Construções sustentáveis que refletem o resultado de uma abordagem mais equilibrada com o meio ambiente, desde a preparação até o acabamento de um edifício construído. Neste tipo de construção os impactos ambientais são diminuídos e existe o aproveitamento dos recursos naturais com a máxima eficiência. Elas fortalecem os princípios de sustentabilidade defendidos pela sociedade moderna.

Neste tipo de construção predomina o uso racional da água e a eficiência energética na intenção de manter estes recursos para as gerações futuras. Enfim, buscam um equilíbrio entre a natureza e o impactante segmento da construção civil.

Um dos setores que mais agride o meio ambiente é a construção civil. Ele é um dos principais responsáveis pelos impactos ambientais no mundo, consome 75% dos recursos naturais, 20% da água nas cidades, e gera 80 milhões de toneladas/ano de resíduos, segundo dados do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS). Com isso, se caracteriza por ter grande importância em termos econômicos e sociais. Logo, é necessário repensar a forma de construir para trazer à tona os problemas do setor para buscar resolvê-los.

Existem diversas vantagens deste tipo de construção. Dentre elas podemos destacar a diminuição do gasto de água e energia, a diminuição do uso irracional de recursos naturais e da geração de resíduos e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

A sustentabilidade aplicada à construção civil, visa diminuir os problemas causados pelos métodos arcaicos que ainda predominam no setor.

Face ao exposto, alguns setores da sociedade têm procurado métodos e tecnologias que viabilizem a construção sustentável, tornando-a ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável. Tais métodos dizem respeito principalmente à gestão da água, à gestão da energia e à gestão dos materiais, itens estes que demonstram a evolução da sustentabilidade no setor da construção civil.

O trabalho busca justamente identificar as formas para se obter uma construção sustentável a partir de uma revisão bibliográfica do assunto.

Cada dia que passa, as questões ambientais têm sido um problema para os países, desenvolvidos ou não, e o volume de resíduos deixados pelas construções, cerca de cinco vezes maior do que de produtos, virou o foco das discussões da sustentabilidade (Revista Conexão Eletrônica, 2017).

Algumas ações, tais como: o uso de materiais menos agressivos de forma geral, diminuição de desperdícios com água e energia, a utilização de energia solar, ações que visem a melhoria da qualidade do ar e do espaço interno podem fazer uma grande diferença e vem sendo implementadas pouco a pouco nas construções sustentáveis.

Existe um aumento de cerca de 5% nos gastos no processo de construção sustentável (OLIVEIRA, 2018). No entanto, a economia a médio e longo prazo, que gira em torno de 30% nos gastos com água e energia, compensa os gastos extras (OLIVEIRA, 2018).

Com isso, percebe-se que uma postura consciente nas fases da construção civil demonstra que uma empresa se preocupa com a sustentabilidade do planeta.

Qual é a importância do desenvolvimento sustentável na Construção Civil e quais os meios para se promover uma construção sustentável?

Uma construção sustentável inicia-se com a concepção do projeto, que busca utilizar os recursos da natureza, procedendo ao estudo da insolação e do clima da região para a otimização da energia elétrica e conforto ambiental da construção.

Além disso, atenção especial deve ser dada à escolha dos materiais, para que sejam de grande durabilidade, pouco agressivos, cuja aquisição provoque impacto mínimo, e que sejam recicláveis ou reaproveitáveis. Deve ser verificado também o ciclo de vida do empreendimento e dos materiais utilizados, realizado o estudo dos impactos ambientais da construção e de como essas matérias poderão ser reaproveitadas posteriormente.

A Construção sustentável, pelas grandes vantagens que oferece, torna-se cada vez mais importante, no decorrer dos dias, devido ao impacto ambiental e à redução de gastos a médio e longo prazo.

Será feita uma pesquisa bibliográfica, com objetivos descritivos e uma abordagem qualitativa através do levantamento de projetos e construções com utilização de materiais que propiciam o desenvolvimento sustentável com economia, tanto na sua utilização, quanto na conservação. Além disso, serão discutidas as técnicas alternativas, para reutilização de água e captação de energia elétrica. O levantamento de informações será realizado a fim de propiciar um aumento da conscientização da importância da Construção Sustentável, através da observação da realidade dos fatos, onde a proteção do ambiente, a economia, o bem-estar e a qualidade de vida são muito importantes. No mundo, cerca de 40% do gás carbônico (CO₂) é lançado por edifícios, sendo que as construções consomem 44% da energia do país (CBCS, 2010). Segundo este Conselho, a sustentabilidade das construções pode gerar uma economia de 40% de água e 30% de eletricidade.

Sendo assim, a Construção sustentável pode ser utilizada como meio de influenciar a consciência ambiental da população e ajudar a se reaproximar da natureza, considerando a importância das edificações e da Construção Civil na história da humanidade até a atualidade, levando em consideração a magnitude dos impactos por eles causados. A sustentabilidade de uma obra mostra a responsabilidade por tudo que se consome, gera, processa e descarta. Além disso, aumenta a necessidade de planejar e antecipar prováveis impactos que podem ser provocados durante toda a vida útil da construção, mostrando o quanto a Engenharia Civil pode e deve contribuir para um futuro melhor.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar as formas de se desenvolver a construção sustentável.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

a) Estudar e compreender os métodos utilizados para realização de construções sustentáveis, os fatores que se relacionam ao mesmo, bem como os materiais, o projeto, sistemas construtivos, etc.; e

b) Mostrar a importância do planejamento de projeto e uso de materiais ecologicamente corretos na Construção Civil.

REFERENCIAL TEÓRICO

História das construções sustentáveis

Na época em que o ser humano era nômade, caçava e coletava apenas o necessário para sobreviver e se procriar, os espaços naturais eram utilizados como fontes de sustento, proteção e refúgio. Uma caverna servia perfeitamente de abrigo contra temporais e nevascas para as pessoas, além de ser o local onde se escondiam de animais perigosos.

Com o passar do tempo, a humanidade sentiu a necessidade de construir um local para se proteger das intempéries. Com isso, os elementos e recursos naturais de cada ambiente foram absorvidos na medida mais eficaz para o abrigo, através do desenvolvimento de técnicas, sempre aproveitando o que o meio lhe proporcionava.

Desde os primórdios, a força da natureza é a maior ameaça para o homem, mas também sua maior aliada. As antigas civilizações não sabiam o real tamanho da Terra, mas respeitavam esse princípio. Os códigos de *Hamurabi*, mais antigo conjunto de leis desenvolvido na Babilônia datado do século 18 A.C., previa severas punições àqueles que prejudicassem o sistema de captação e distribuição de água.

53° - Se alguém é preguiçoso no ter em boa ordem o próprio dique e não o tem em consequência se produz uma fenda no mesmo dique e os campos da aldeia são

inundados d'água, aquele, em cujo dique se produziu a fenda, deverá ressarcir o trigo que ele fez perder. 54° - Se ele não pode ressarcir o trigo, deverá ser vendido por dinheiro juntamente com os seus bens e os agricultores de quem o trigo foi destruído, dividirão entre si. 55° - Se alguém abre o seu reservatório d'água para irrigar, mas é negligente e a água inunda o campo de seu vizinho, ele deverá restituir o trigo conforme o produzido pelo vizinho. 56° - Se alguém deixa passar a água e a água inunda as culturas do vizinho, ele deverá pagar-lhe por cada dez gan dez gur de trigo (*HAMURABI*, SÉCULO XVIII A.C.).

No antigo Egito, as construções preservavam a distância necessária do rio Nilo, em virtude do seu regime de períodos de cheia e vazão bem definidos. O fundo das construções era utilizado para plantio a fim de que quando o rio enchesse, recebesse nutriente e, quando transbordava, o solo estava fertilizado para a agricultura.

Uma das principais características de uma Construção Sustentável que trazemos desde os nossos antepassados é o aproveitamento da natureza, do lugar e o respeito pelos seus limites.

Diversos exemplos podem ser citados, ao longo da história, de como cada povo construiu usando os recursos de que dispunham ao redor de suas ocupações.

Alguns exemplos são a cabana (formada por uma estrutura de suporte feita com ramos e canas, com uma cobertura composta por mistura de folhas com argila, colmo ou peles de animais), a palafita ou habitação lacustre de madeira (elevada sobre pilotis ancorados no fundo dos lagos ou em zonas pantanosas) e os terramares, descobertos em Itália (cabanas de madeira e argila que se encontraram em lugares pantanosos). Em qualquer lugar onde se encontrassem materiais nas proximidades, propícios à construção, eram aproveitados pelas tribos primitivas para serem utilizados na construção e revestimento de abrigos.

Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI, algumas das palafitas (hórreos) mais notáveis encontram-se na Espanha, na região da Galiza (Figura 1). Estas moradias, consideradas como pertencentes à época neolítica, tinham como propósito a defesa contra os animais selvagens e contra os agentes atmosféricos.

Figura 1 – Hórreo em Somiedo, Astúrias, com telhado de palha e estrutura em madeira



Fonte: LOCACINOCA, 2009.

Outro exemplo de construção usufruindo da natureza de forma sustentável são os moinhos que podem ser de água ou de vento. Existiu no mundo romano, onde foram construídos pela primeira vez, os moinhos de vento, criados pelos europeus para o aproveitamento da energia eólica. Eles eram muito utilizados para a moagem de grãos, mas também foram adaptados para movimentar serras, fabricar tecidos, espremer óleo, fazer cerveja, proporcionar força a forjas e esmagar a polpa para produzir papel.

Segue abaixo um modelo de moinho movido por uma roda d'água vertical e providos de um sistema de engrenagens que transforma o vetor da rotação - sua presença em terras

brasileiras só se deu a partir da imigração europeia do século XIX (Figura 2). Foi nomeado de azenha e corresponde ao tipo de moinho mais comum no Sul.

Figura 2 – Azenhas: Moinho d'água



Fonte: MENEZES BORREGO, GARCEZ MARINS, 2015.

Panorama atual

Após a crise do petróleo, surgiu a ideia de construção sustentável a fim de diminuir a utilização de energia e procurar novas formas de utilizá-la. Assim, os engenheiros tiveram que desenvolver alternativas criativas para continuar trabalhando na área; uma ideia que deveria ser apenas provisória, acabou virando tendência, mesmo depois que a crise acabou estando presente até hoje. A partir de 1990, o conceito de sustentabilidade ganhou mais força junto aos órgãos internacionais. Com isso, a procura por alternativas sustentáveis na construção civil foi se intensificando.

Observou-se que os grandes centros industriais e comerciais eram os grandes responsáveis pelo consumo de materiais como água e energia. Em um futuro próximo, estes grandes centros continuarão a produzir muitos impactos negativos ao meio natural. A maioria destes impactos negativos são gerados pelo setor da construção civil, que corresponde a um terço do consumo mundial de energia e por 12% da água utilizada no mundo, segundo Oliveira (2018). De acordo com dados do *Worldwatch Institute* (2011), a construção de edifícios consome 40% das pedras e areia utilizados no mundo por ano, além de ser responsável por 25% da extração de madeira anualmente. Sendo assim, é de se esperar que a sustentabilidade assuma, gradualmente, uma posição de cada vez mais importância neste cenário.

Neste contexto, surgiu publicamente o conceito de desenvolvimento sustentável no fim da década de oitenta, segundo registro do Relatório de *Brundtland* elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (BRUNDTLAND, 1987), reforçando a necessidade de uma nova relação “ser humano-meio ambiente”.

Durante anos e décadas que se passaram, houve a urgência de se repensar, além das questões energéticas de um edifício, os padrões adequados de consumo de água, gestão de resíduos e, hoje, as emissões de carbono (BUSSOLOTI, 2017).

Danos ambientais provocados pelas obras de Construção Civil

Segundo a resolução número 001 de 1986, do Conama (Conselho Nacional do meio ambiente), o impacto ambiental é definido como:

Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental 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.

O estudo desses impactos é imprescindível para se analisar as consequências e a possibilidade de prevenção, especialmente quando tais impactos acontecem pela execução de determinados projetos e obras da Construção Civil. Devido a esses impactos causados e à necessidade de sua minimização, o setor vem, cada dia mais, buscando o desenvolvimento sustentável na área.

A construção civil é uma atividade econômica com consequências prejudiciais ao meio ambiente por contribuir para o esgotamento dos recursos naturais, o consumo de energia, a poluição do ar, modificação do uso do solo e o consumo de água, além de produzir grande volume de resíduos durante toda a vida útil de uma edificação. Isto faz com que ela seja um dos maiores causadores dos impactos ambientais.

Face ao exposto, fica o seguinte questionamento: quais são os impactos do setor ao meio ambiente? Ceotto (2008) cita alguns destes impactos:

- A operação dos edifícios consome mais de 40% de toda energia produzida no mundo;
- Consome 50% da energia elétrica e 20% do total de energia produzida no Brasil;
- A Construção Civil gera de 35% a 40% de todo resíduo produzido na atividade humana;
- Na construção e reforma dos edifícios se produzem anualmente perto de 400 kg de entulho por habitante, volume quase igual ao do lixo urbano;
- A produção de cimento gera 8% a 9% de todo o CO₂ emitido no Brasil, sendo 6% somente na descarbonatação do calcáreo;
- Assim como o cimento, a maioria dos insumos usados pela Construção Civil é produzida com alto consumo de energia e grande liberação de CO₂.

A Cadeia Produtiva da Construção Civil compreende a indústria da construção, indústria de materiais, serviços, comércio de materiais de construção, outros fornecedores, máquinas e equipamentos para construção. Dentro do setor industrial, a cadeia produtiva da construção civil corresponde a 8% das emissões do Brasil, valor estimado gerado pelos fornecedores de materiais utilizados na construção, tais como na produção de cimento e de aço, no transporte, e, por último, na extração madeireira (MCKINSEY apud CAMPOS, 2012). Gasques *et al* (2014) registram que “por consumir cerca de 75% das matérias-primas e emitir 1/3 dos gases de Efeito Estufa, é caracterizada a indústria mais poluente do planeta e todas as etapas do processo produtivo geram impactos [...]”.

Há diversas formas e tecnologias para minimização desses impactos mas, para que uma construção seja sustentável, ela deve conter três requisitos: econômico, social e ambiental (MATEUS, 2004).

O primeiro ato com o objetivo de diminuir o impacto visa a mudança de cultura e modo de agir da sociedade. Para se ter uma Construção Sustentável deve haver uma conscientização, buscando uma redução de perdas, de consumo e de geração de resíduos. Embora pareça ser uma ação simples, não é fácil de ser absorvida pelos envolvidos. Inicialmente, não é necessário investir em novas tecnologias, nem mudar as técnicas usadas atualmente, precisa investir na alteração da cultura dos colaboradores, visando uma minimização das perdas e da geração de entulho (MATEUS, 2004).

Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2009), algumas soluções adotadas servem para reduzir os impactos ambientais e agem simultaneamente promovendo um ambiente seguro, saudável e confortável. São elas:

- Redução do consumo de energia.
- Redução do consumo de água.
- Aumento da absorção da água de chuva e diminuição do seu envio às redes públicas ou vias públicas.
- Redução do volume de lixo ou possibilidade de facilitar a sua reciclagem.
- Facilidade de limpeza e manutenção.
- Utilização de materiais reciclados.
- Aumento da durabilidade do edifício e a possibilidade de modernização e reuso após o término de sua vida útil.

Diante desse cenário, o setor da construção civil passa por intensa reflexão e mudança de paradigmas, no sentido de buscar o uso mais racional, eficiente e de maior desempenho de materiais e sistemas construtivos, visando reduzir os impactos negativos e potencializar os impactos positivos no meio ambiente e na sociedade, de forma equilibrada com a expectativa de resultados econômicos deste setor (HONDA, 2016). Para isso é necessário seguir algumas diretrizes:

Diretrizes Sustentáveis

Planejamento sustentável

Durante a fase de execução de uma obra em sintonia com a Construção Sustentável, obviamente, o princípio mais importante é o planejamento sustentável. Os objetivos deste princípio são um perfeito planejamento das decisões de intervenção que poderão integrar a construção no meio ambiente ou prever os danos a curto, médio e longo prazo.

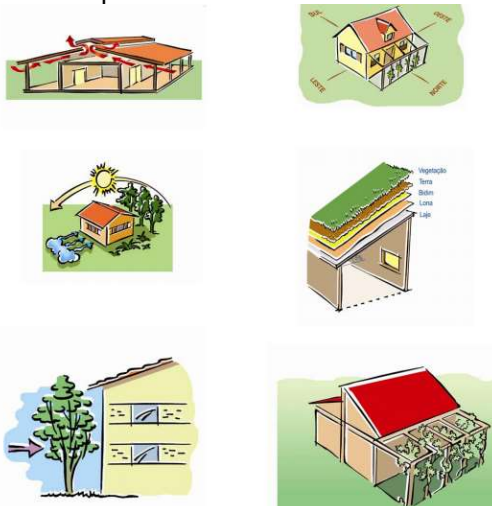
Os pontos essenciais num planejamento sustentável da obra são a análise da obra e do local. A aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV) para determinação de orientações do projeto e a respectiva escolha de materiais e tecnologia é, um método de avaliação dos sistemas de produtos ou serviços que considera os aspectos ambientais em todas as fases de sua vida, estabelecendo vínculos entre esses aspectos e categorias de impacto potencial, ligados ao consumo de recursos naturais, à saúde humana e à ecologia. Do mesmo modo, os estudos de solo (geotecnia), as recomendações de projeto e intervenções, a recomendação adequada de materiais e tecnologias, o projeto de arquitetura sustentável, o planejamento geral e sustentável de todo um projeto, os estudos de consumo de materiais, de energia dos materiais e de energia da edificação e o planejamento da logística de materiais e recursos em geral, são também pontos a analisar. (PEREIRA, 2009, p. 43)

Dessa forma é imprescindível que seja feita uma análise do ciclo de vida dos materiais e da obra, procurando alternativas saudáveis, como o reaproveitamento, reciclagem etc. As escolhas conscientes e responsáveis dos materiais que entram e saem da obra implicarão em toda a vida útil do empreendimento. Atenção também deve ser dada às condições climáticas, o consumo energético, a gestão de água, o entorno da construção, e a gestão de resíduos, a fim de prever e minimizar os impactos ambientais causados pela construção, antes do início da obra, buscando sempre soluções econômicas que produzem qualidade de vida aos moradores a curto, médio e longo prazo (CREDIDIO, 2008).

Aproveitamento passivo dos recursos naturais

É extremamente importante, na Construção civil, realizar o aproveitamento passivo dos recursos naturais que agem diretamente sobre a construção de uma edificação, como o sol, o vento e a vegetação (Figura 3).

Figura 3 – Aproveitamento dos recursos naturais



Fonte: IDHEA – INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDIFICAÇÃO ECOLÓGICA, 2021.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA, 2007) destaca que:

[...] elaborar um projeto de arquitetura com melhor desempenho ambiental é projetar levando-se em conta o uso eficiente da energia, da água, de materiais certificados e renováveis, o aproveitamento de condições naturais locais, qualidade ambiental interna e externa dos edifícios, utilização consciente dos equipamentos e do edifício pelo usuário.

É importante estudar o clima local, utilizando todos seus recursos naturais e locais, para melhor gestão e integração de habitat, efetuando o planejamento do espaço e o layout do ambiente, para aumentar utilização de energias naturais, luz etc (MAUÁ, 2018).

Um exemplo de país privilegiado em relação à localização no que tange à utilização de recursos naturais é Portugal. O uso destes recursos vai garantir uma iluminação natural (radiação solar) e climatização natural (energia solar). O país possui temperaturas médias que coincidem com as que o indivíduo considera confortável em ambientes interiores. O vento na Europa é bem favorável à produção descentralizada de energia (RAMOS, ZÊZERE, MORGADO, 2005).

Eficiência energética

Um dos indicadores de desempenho e um dos requisitos mais exigidos em construções sustentáveis é a eficiência energética das edificações. Sabe-se que, no Brasil, o consumo de energia elétrica nas edificações corresponde a cerca de 44% do consumo faturado no país, sendo que 22% são utilizados apenas em instalações residenciais, 14% em comerciais e 8% em edificações públicas. A tendência é haver um aumento desse consumo, já que o Brasil é um país em desenvolvimento (SIMÃO, 2014).

A utilização racional de energia, chamada de eficiência energética, consiste em usar menos energia para fornecer a mesma quantidade de valor energético. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO),

uma lâmpada tipo LED (*light emitting diode*) de 7W, tem o mesmo nível de luminosidade que uma lâmpada incandescente de 60 W. ou seja, ela gera uma economia de 53 Watts por hora ou quase 90% de economia.

Para vencer a crise do petróleo na década de 1970, uma das alternativas encontradas por muitos países foi a conservação de energia e o uso responsável das fontes energéticas. As fontes disponíveis na época ficaram com custos mais elevados e com períodos longos para implantação, devido à crise citada anteriormente. Com isso, o uso racional de energia passou a ser uma opção vantajosa, devido ao fato de que, reduzindo o consumo de energia elétrica, não haveria necessidade de realizar novas instalações de fontes de energia (BALESTIERE, 2002).

Para alcançar-se tal eficiência, segundo Moura e Motta (2013), existem:

[...] soluções que podem ser elaboradas na fase de projeto, implementadas na fase de construção e adotadas na fase de operação e uso do edifício, significando que em edificações já existentes, que não foram concebidas sob princípios sustentáveis, é possível racionalizar o consumo de energia.

Dentre as possíveis soluções aplicáveis a uma das etapas mencionadas anteriormente pode-se destacar:

- Priorização da ventilação e iluminação naturais;
- Adoção de energias renováveis;
- Previsão de mecanismos de controle de consumo de energia; e
- Reaproveitamento de recursos e utilização de materiais renováveis.

Dicas para economia de energia (Almeida *et al.*, 2021):

- Dar preferência as lâmpadas de LED;
- Evitar acender lâmpadas durante o dia e usar mais iluminação natural;
- Pintar paredes e tetos com cores claras, que refletem melhor a luz, minimizando a necessidade de iluminação artificial;
- Programe o monitor do computador para desligar quando não estiver sendo utilizado;
- Desligue todos os acessórios do computador quando não estiverem sendo utilizados;
- Procure modelo de ar-condicionado que tenha o Selo Procel e ligue-o somente quando estiver no ambiente;
- Não tampe a saída do aparelho de ar-condicionado;
- Ligar o ferro elétrico somente quando houver muita roupa para passar;
- Lave a quantidade máxima de roupas de uma só vez e mantenha o filtro da mesma sempre limpo;
- Evite usar o chuveiro elétrico no horário de pico (17h às 22h);
- Feche a torneira do chuveiro para se ensaboar; e
- Utilize resistências originais nos chuveiros.

Uma alternativa para economia de energia são os sensores que podem ser de ocupação, por controle fotoelétrico e de programação de tempo, segundo Lamberts et al (1997) apud Prediger (2009). Os de ocupação são aparelhos de controle que respondem a presença e ausência de pessoas no campo de ação do sensor, os de controle fotoelétrico detectam a presença de luz natural, impedindo a luz artificial através de “dimers” controlados automaticamente e, por último, o sistema de programação de tempo, projetado para reduzir o desperdício de luz, gerenciando eficientemente o ligar e desligar dos sistemas de iluminação.

Gestão e economia da água

A Assembleia Geral da ONU declarou o dia 22 de março como sendo o dia mundial da água com a finalidade de alertar a população mundial sobre a importância da preservação da água para a sobrevivência dos ecossistemas do planeta.

A água é extremamente importante para a vida na Terra, tanto para a sobrevivência humana básica, quanto para o sistema produtivo. No entanto, ela não é distribuída de forma uniforme no mundo. Algumas regiões há grande disponibilidade, outras, não.

O modo como a água vem sendo utilizada tem preocupado cientistas e ambientalistas, sobretudo sobre a sua disponibilidade e qualidade para gerações futuras (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2021).

O planeta Terra tem aproximadamente 70% de sua superfície coberta por água, sendo que 97,5% dessa quantidade é de água salgada e ficam em maior parte nos mares e oceanos (Figura 4). A água doce representa apenas 2,5% e é dividida da seguinte em 68,9% em geleiras e calotas polares, 29,9% em águas subterrâneas, 0,3% em rios e lagos e 0,9% em outros locais, como pântanos e umidade do solo (Batista, 2021).

Figura 4 – Distribuição da água no planeta



Fonte: BRASIL ESCOLA, 2021.

De acordo a Câmara Brasileira de Indústria da Construção (CBIC et al, 2014), o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos, como forma de diminuir os desperdícios e fomentar o uso racional da água no Brasil, é elemento imprescindível para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva sustentável na construção. Estudos da Agência Nacional de Águas (ANA) apontam que, até 2025, serão necessários R\$ 70 bilhões, com prioridade para obras nos mananciais e na coleta e tratamento de esgotos, a fim de proteger as fontes de abastecimento (rios e lagos).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, sancionada em 1997, foi consistente e suficiente para fazer avançar as relações produtivas que se valem da água como insumo básico, mantendo o respeito à integridade das bacias hidrográficas brasileiras. No entanto, é importante que haja comprometimento dos governos e esforços da sociedade para fazer essa legislação e seus instrumentos servirem de fato ao disciplinamento do acesso a esse recurso essencial. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2014), os níveis atuais de desperdício das concessionárias públicas são de 36,7%, em média, e de até 78,2%, em alguns Estados do Brasil (Amapá), são inaceitáveis e injustificáveis para que continuemos a financiar a ampliação da oferta (CBIC et al., 2014).

Pode-se medir o desempenho ambiental de edifícios de acordo com o consumo total de água por fonte de abastecimento e através da medição do volume de água reciclada e reutilizada (NOVIS, 2014). Assim, o principal objetivo da construção civil relativo à gestão

da água deve ser reduzir o consumo total em paralelo com a redução do impacto sobre o ciclo natural da água.

Nesse contexto, conforme CBIC *et al.* (2014), o uso racional da água pela cadeia produtiva da construção deve não somente promover a educação entre seus diversos atores como também fomentar a gestão integrada (do manejo e da drenagem), ao gerenciamento equilibrado entre a oferta e a demanda e à inovação tecnológica. A sustentabilidade desse bem depende da redução da demanda em pelo menos três níveis de abrangência: macro, com a exploração racional dos recursos hídricos; médio, com a gestão otimizada dos sistemas públicos; e micro, com a otimização do consumo de água nos edifícios. Sobretudo, nas edificações, a gestão deve contemplar: o suprimento de água potável; a gestão de águas pluviais e o esgotamento sanitário.

De acordo com alguns autores como Novis (2014), dentre as formas de se reduzir o consumo e desperdício de água e o impacto ambiental durante as principais etapas de uma edificação (concepção e projeto, execução, operação e uso) pode-se destacar:

- Abastecimento do canteiro por meio de sistemas controlado e/ou limitados;
- Eficiência no consumo;
- Captação de recursos hídricos; e
- Tratamento prévio básico antes da devolução de água ao meio.

Simão (2014), propõe, um programa de construção sustentável para a determinação da aplicação da gestão dos recursos hídricos, conforme as seguintes diretrizes:

a) Estabelecer políticas que incentivem o reaproveitamento das águas pluviais em edifícios residenciais, comerciais e públicos.

b) Elaborar e implementar um manual de boas práticas que exponha diretrizes para o uso racional da água.

c) Estimular e exigir um aprimoramento da gestão pública, integrando o manejo e a drenagem de águas pluviais e o aumento da permeabilidade dos solos, principalmente nos ambientes urbanos.

d) Criar programas regionais de capacitação, educação e conscientização sobre o uso racional da água para todos os profissionais da cadeia produtiva da construção (projetistas, arquitetos, engenheiros), demais atores do setor (administradores prediais, empresas de *facilities*) e consumidores.

e) Desenvolver programas para a qualificação da gestão das concessionárias de serviços de água e esgoto, reduzindo os atuais níveis de perda na distribuição.

Como exemplo, Leite (2021) informou que a Zona de Processamento de Exportação do Ceará criou, em 2019, um sistema de reuso que a permitirá economizar até 4 mil litros de água por semana (Figura 5).

Figura 5 – Sistema de reuso instalado na empresa ZPE Ceará



Fonte: SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E TRABALHO DO CEARÁ, 2021.

Gestão dos resíduos na edificação

A fase da construção, no ciclo de vida de um edifício, responde por parte significativa dos impactos causados pela construção civil no ambiente, especialmente os consequentes às perdas de materiais e à geração de resíduos, além das interferências na vizinhança da obra e nos meios físico, biótico e antrópico do lugar onde a construção é realizada (REDAÇÃO SUSTENTARQUI, 2019).

O principal objetivo da Gestão de resíduos é prevenir, separar e reciclar todo tipo de lixo, seja ele proveniente da construção de um empreendimento, seja resultante do uso doméstico (Figura 6). Por isso, deve ser colocado separadamente nos caixotes do lixo, de forma a poder ser reciclado e reutilizado, segundo (GRITTI; LANDINI, 2010).

Figura 6 – Resíduos sólidos separados por categoria



Fonte: NAKAMURA, 2019.

O uso eficaz de materiais através da redução e reutilização de resíduos deve ser considerado uma estratégia durante a etapa de construção. Deve-se avaliar o uso de materiais que não extrapolem o número necessário. Apesar da distribuição adequada de resíduos ser importante, deve ser dada prioridade aos processos de redução de emissões e, conseqüentemente, medidas a serem desenvolvidas para a conversão de resíduos em matérias-primas e, finalmente, pela criação de medidas de combustão em fornos de cimento e uma gestão que reduz perdas (RIOS, 2014). Segundo as diretrizes da Lei Nacional de Resíduos Sólidos nº 12.305/2010 e a resolução CONAMA nº 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para resíduos (Brasil, 2002), é preciso ter responsabilidade pelo meio ambiente e uma redução dos custos de remoção e desnecessárias despesas com a compra de materiais.

Há três cuidados elementares para melhorar a gestão de resíduos na construção civil, são eles (NAKAMURA, 2019):

Processo: crie um processo de segregação que facilite a triagem dos resíduos para posterior reciclagem ou descarte.

Descarte: defina o lugar para descarte de cada tipo de resíduo com identificação por categoria e especificação.

Dupla confirmação: parte estratégica da gestão de resíduos na construção civil é, antes de enviar os resíduos para pontos de coleta pela empresa especializada, confirmar se estes realmente devem ser descartados. Resíduos sólidos da construção civil de classe IIA (resíduos não inflamáveis, corrosivos, tóxicos, patogênicos e que não possuem tendência a sofrer reação química) podem ser reutilizados na própria obra ou ainda podem ser doados para alguma associação ou ONG que o recicle.

Qualidade do ar e ambiente interior

Segundo o Portal de arquitetura e construção sustentável, devido à crescente preocupação com a economia de energia, a Qualidade do Ar Interior (QAI) foi deixada de lado. Se por um lado, os sistemas de conservação de energia podem resultar em uma redução dramática nas perdas de energia, as taxas de infiltração de ar são menores. Consequentemente, as concentrações médias dos vários poluentes no ar interior aumentam substancialmente.

Ainda, de acordo com o Portal citado acima, atualmente, sabemos que uma série de poluentes entre eles, o monóxido de carbono, o dióxido de carbono, o amoníaco, o dióxido de enxofre e nitrogénio – são fabricados dentro do edifício por materiais de construção baseados em solventes orgânicos, por detergentes de limpeza, mofo, bolor, metabolismo humano e pelas próprias atividades do homem, como cozinhar ou lavar e secar roupas. Tais poluentes comprometem a saúde e o rendimento de trabalho dos utilizadores.

Estudos apontam que passamos 90% do nosso tempo em lugares fechados, onde a qualidade do ar pode ser pior que no ambiente externo. O ar interno pode estar entre 10 e 50 vezes mais poluído que o ar externo, inclusive nas grandes cidades. Poluentes internos vão desde toxinas, como amianto e formaldeídos encontrados em materiais de construção, aos causadores de alergias como mofo, fungos, bactérias e ácaros. Os efeitos negativos destes poluentes podem causar problemas de saúde em baixa exposição ou, mesmo, muitos anos mais tarde (CORCUERA, 2010).

Algumas medidas podem e devem ser tomadas para prevenir que a poluição do ar interior afete a saúde dos seus utilizadores, o que diminuirá o número de faltas, as despesas com tratamentos médicos e aumentará a produtividade. Elas fazem parte de um programa de monitorização específico designado para inspecionar, analisar e avaliar o sistema de manutenção do ar nos edifícios.

Para Pereira (2009), a qualidade ambiental interna e externa deve obedecer a alguns fatores:

- Projetar com o uso de técnicas que permita uma construção mais econômica, menos poluente e que impacte de forma menos agressiva no meio ambiente;
- Evitar a impermeabilização do solo;
- Evitar prejuízos à flora, à fauna, ao ecossistema local e ao meio ambiente;
- Planejar toda a obra visando minimizar a geração de resíduo e lixos;
- Evitar contaminação, degradação e poluição visual, sonora ou luminosa;
- Implantar e otimizar os recursos para coleta seletiva do lixo; e
- Evitar grandes movimentos de terra.

Conforto termoacústico

De acordo com Lamberts *et al.* (1997), é importante que um projeto arquitetônico possua um mínimo de eficiência energética e conforto térmico, uma vez que os equipamentos que são utilizados para conseguir esses benefícios são os que mais consomem energia elétrica. Quando se fala de conforto térmico, algumas variáveis estão envolvidas, como materiais de fechamento, tratamentos térmicos, revestimentos de pisos e paredes, dentre outros.

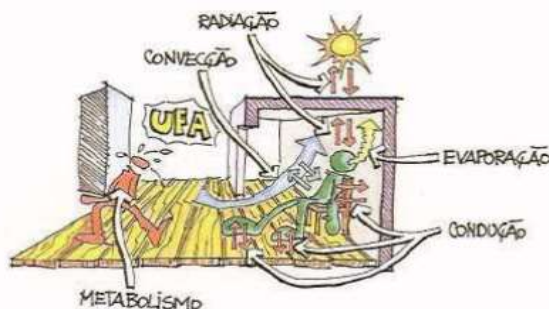
A NBR 15220 - Desempenho Térmico de Edificações define que conforto térmico é a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente. É considerado que para um ambiente estar confortável termicamente 80% dos ocupantes devam expressar contentamento com as condições ambientais internas (ASHRAE, 2017).

Sendo assim, LOPES (2008) cita alguns fatores que influenciam na sensação térmica, sendo esses as variáveis individuais, como vestuário, tipo de atividade e

aclimatação, e as variáveis ambientais, como umidade relativa do ar, temperatura do ar ou pressão parcial de vapor, temperatura média radiante das superfícies vizinhas e velocidade do ar.

Face ao exposto, quanto maior for a atividade física realizada pelo ser humano, maior será o calor gerado pelo metabolismo (Figura 7). Portanto, é importante conhecer a função da edificação, a fim de prever o nível médio de atividade humana realizado no seu interior, para melhor projetá-lo obedecendo aos critérios de conforto térmico. Já o vestuário possui uma resistência térmica que influencia a troca de calor do homem com o ambiente, influenciando sua sensação de conforto térmico (LAMBERTS, 1997).

Figura 7 - Trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente



Fonte: LAMBERTS, 1997.

Com isso, é importante projetar e criar um espaço com temperatura e sonoridade que tragam conforto e bem-estar físico e psíquico aos moradores. Para um perfeito conforto termoacústico, deve-se inicialmente fazer um estudo da insolação e ventilação local. A utilização de tecnologias de resfriamento trará um excelente conforto térmico, enquanto a disposição dos cômodos e uso de materiais específicos trarão um excelente conforto acústico.

Uso racional de materiais

Os impactos ambientais do fluxo de materiais na produção do ambiente construído são evidentes. Segundo John, Oliveira e Lima (2007), a construção de edificações consome até 75% dos recursos extraídos da natureza, com o agravante que a maior parte destes recursos não é renovável. O transporte, a produção e uso de materiais contribuem para a poluição global e as emissões de gases de efeito estufa e de poluentes do ambiente interno de edificações são também relevantes.

De acordo com Souza (2007), do ponto de vista econômico, a produção e comercialização de materiais de construção são igualmente importantes. No Brasil, a indústria de materiais de construção corresponde a cerca de 5% do PIB e tem implicações sociais significativas, abrangendo aspectos relativos à geração de impostos, empregos, impacto local nas comunidades etc.

Assim, os procedimentos de seleção de materiais com base na sustentabilidade deverão existir em qualquer metodologia de construção sustentável. Uma construção mais sustentável depende da seleção de produtos que, combinada com o correto detalhamento de projeto, resulta em impactos ambientais menores e em maior benefício social, dentro dos limites da viabilidade econômica, para uma dada situação (Figura 8).

Figura 8 – Materiais sustentáveis



Fonte: INNOVA CONSTRUÇÕES E PAISAGISMO, 2021.

Para decidir quais os materiais serão utilizados no empreendimento, a fim de obter uma construção sustentável, a equipe de projeto deve levar em conta os seguintes aspectos:

Custo: Devem ser levantados os custos de cada sistema construtivo possível durante a construção, uso e operação.

Durabilidade: Segundo a NBR 15575, a estrutura de um edifício deve ter uma vida útil mínima de 50 anos, então o projeto deve especificar materiais e sistemas construtivos que possuem uma vida útil semelhante.

Qualidade e proximidade dos fornecedores: Os fornecedores devem cumprir legislações vigentes, como ambientais, trabalhistas e seus produtos deverão que ser de qualidade, conforme normas técnicas, de desempenho ou de programas setoriais de qualidade, como o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat).

Quantidade e periculosidade dos resíduos gerados: Os resíduos devem ser analisados e quantificados para um melhor entendimento da perda de material, do custo com transporte e da disposição dos resíduos em aterros comuns ou especiais, conforme a necessidade.

Modularidade: A utilização de materiais deve ser planejada para evitar desperdícios. Para isso, é preciso dimensionar corretamente os ambientes, além de compatibilizar os projetos, os componentes e os sistemas construtivos, previamente, para evitar excessos e desperdícios.

Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis

A definição de um produto como sustentável ou ecológico depende de um parâmetro, uma referência. Ou seja, um produto dito sustentável apresenta características menos poluentes ou teve menor consumo de energia, água ou recursos naturais na sua produção, quando comparado com os produtos convencionais (CAIADO, 2014).

Segundo Pisani (2005), a procura de materiais e técnicas construtivas que diminuam os impactos ambientais provenientes de uma construção tem aumentado nos últimos anos. Para Hernandez (2015), a divulgação dos materiais ditos “verdes” é consequência da necessidade de soluções mais sustentáveis no setor da construção civil.

Devido à grande variedade de materiais ditos sustentáveis existentes no mercado, Loturco (2015), define dez critérios técnicos de sustentabilidade para a seleção dos mesmos: consumo de água e recursos energéticos para a fabricação; geração de poluentes na fabricação; redução de matérias-primas e uso de materiais recicláveis; distância entre obra e a fábrica e procedência do produto; geração e gestão de resíduos na obra; economia de energia ou água de operação; durabilidade e facilidade de manutenção; reciclabilidade do produto e destinação pós-consumo; emissão de substâncias nocivas à saúde humana; legalidade e responsabilidade socioambiental do fabricante.

Como exemplo, podem ser citados alguns materiais utilizados em canteiros de obras que possuem apelo sustentável. São eles: madeira plástica, elementos construtivos em bambu, tijolo ecológico e agregados de resíduos da construção civil.

Os produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis, que geram poucos ou nenhum resíduo, tecnologias que protegem o meio ambiente e que são menos poluentes (ONU, 1992), devem atender aos seguintes quesitos:

Ecologia – Coletar dados que comprovem o desempenho sustentável dos processos construtivos, produtos e tecnologias recomendados, do ponto de vista da gestão e uso de matérias-primas e insumos básicos, energia, água, emissão de poluentes, normatização, cumprimento das leis vigentes, embalagem, transportes (logística), potencial de reuso e/ou reciclagem.

Economia – Recomendar ecoprodutos e tecnologias sustentáveis adequados à realidade financeira e capacidade de investimento do cliente, com prazo e taxas de retorno definidos (*payback*).

Saúde – Avaliar a biocompatibilidade e sanidade dos produtos recomendados com o ser humano e organismos vivos em geral, com o objetivo de gerar um ambiente saudável e de elevada qualidade para seus ocupantes e vizinhança.

Responsabilidade social – Recomendar o uso de materiais que atendam às normas brasileiras e internacionais de qualidade e padronização (NBR 16001), cuja fabricação contribua para inserção da população desfavorecida no mercado de trabalho e consumo, bem como para fixação do homem em sua região de origem (INSTITUTO ECOBRASIL, 2010).

Sendo assim, conclui-se que os nove passos para se ter uma construção sustentável, apresentado pelo Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA), são extremamente importantes para se obter uma obra sustentável, economicamente viável, que tenha longa vida útil e que utilize materiais que possam ser reciclados ou reutilizados. Quando terminar a sua vida útil, terá proporcionado qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.

METODOLOGIA

Classificação da Pesquisa

Quanto à abordagem, a pesquisa se caracteriza como qualitativa, cujo objetivo central da pesquisa é apresentar a melhor forma para se desenvolver uma construção sustentável.

O foco da pesquisa qualitativa é compreender e aprofundar o conhecimento a respeito dos fenômenos desde a perspectiva dos participantes perante um contexto natural e relacional da realidade que os rodeia, com base em suas opiniões, experiências e significados, de modo a exprimir suas subjetividades (SAMPLIERI, COLLADO, LÚCIO, 2013; MINAYO, 2014). Sendo assim, há subjetividades e nuances que não são quantificáveis. Este cunho qualitativo surge quando o olhar do pesquisador e as suas referências interferem diretamente no exame, nas análises e nas percepções finais do estudo.

No que tange à natureza, a pesquisa é considerada aplicada pois os seus dados poderão ser utilizados para tratar de problemas específicos e adoção de práticas mais eficientes durante as fases de planejamento e do processo de construção de uma obra.

Foram realizados diversos levantamentos bibliográficos e analisados vários exemplos de obras sustentáveis, a fim de proporcionar maior familiaridade com o assunto e com isso, quanto aos objetivos, a pesquisa se classifica como exploratória.

Planejamento da Pesquisa

Coleta e análise de dados

Para o desenvolvimento do trabalho, primeiramente foi definido o conceito de sustentabilidade na construção civil, que se caracteriza pelo uso inteligente e racional da água, energia, materiais e sistemas, meio ambiente, infraestrutura, desenvolvimento urbano, mudanças climáticas e resíduos a fim de usar menos possível os recursos naturais, causando pouco ou nenhum dano ao meio ambiente, afim de não esgotá-los, para que as próximas gerações possam desfrutar dos mesmos recursos que hoje são acessíveis.

Em seguida procurou-se compreender a história das obras sustentáveis desde a antiguidade, onde as civilizações utilizavam os recursos da natureza para fazer abrigos, até os dias atuais, quando o homem passou a procurar alternativas sustentáveis para serem utilizadas na construção civil, reforçando a necessidade de se estabelecer uma nova relação ser humano – meio ambiente. Na sequência, foram citadas nove diretrizes para tornar uma construção sustentável. São elas: planejamento sustentável da obra, aproveitamento passivo dos recursos naturais, eficiência energética, gestão e economia da água, gestão dos resíduos na edificação, qualidade do ar e do ambiente interior, conforto termoacústico, uso racional de materiais e uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Foi realizada a revisão bibliográfica para conceituar Construções Sustentáveis e a pesquisa foi feita através da internet, publicações acadêmicas e livros.

O foco das pesquisas foi a otimização do uso de recursos naturais para atender à demanda da sociedade, bem como a aplicação das técnicas para atingir este objetivo. Pesquisou-se materiais com boa disponibilidade e com baixo potencial de impacto ambiental, por ocasião das construções.

Através da análise desta pesquisa, buscou-se demonstrar o quanto se pode contribuir para a sustentabilidade, mesmo em um processo de construção. Será de grande importância o planejamento do projeto, bem como a utilização insumos que não agridam ecologicamente o meio ambiente.

O conceito de sustentabilidade precisa ser bem concebido em todas as partes envolvidas no processo: o profissional da construção, os fornecedores dos materiais e o consumidor final.

DESENVOLVIMENTO

OBRAS SUSTENTÁVEIS

Projeto

O desenvolvimento de um projeto sustentável deve considerar todo o ciclo de vida de uma edificação: construção, uso, manutenção e sua demolição e reciclagem. Sempre tendo em mente os 3 pilares da Construção sustentável (Figura 9) que são: sociedade, ambiente e economia (VGRESÍDUOS, 2020).

Figura 9 – Pilares da Sustentabilidade



Fonte: CARVALHO, 2016.

No Brasil, a construção civil tem mudado constantemente seu sistema produtivo com o objetivo de diminuir seus custos e tornar seus produtos mais competitivos. Isso tem ocorrido devido à vários fatores, como o crescimento da concorrência pelas empresas internas e, também, pela entrada de empresas estrangeiras no país, bem como pela alta carga tributária.

Uma ação bem planejada reduz a possibilidade de existir erros, neste contexto, o planejamento assumiu grande importância na busca pela eficiência.

Para Silva e Novaes (2008), a qualidade no processo de desenvolvimento dos projetos, proporciona melhoras tanto na qualidade do produto construído, quanto na eficiência do seu processo de produção.

A qualidade dos projetos é um dos componentes mais importantes dos atributos do empreendimento para Tzortzopoulos (1999), “pois por meio desta são definidas as características do produto que irão determinar o grau de satisfação das expectativas dos clientes”. Com isso, os projetos influenciam também nos resultados econômicos dos empreendimentos, acelerando ou retardando a velocidade de venda das unidades. Ou seja, o projeto estabelece toda a competitividade e os custos do empreendimento. Com a conclusão do projeto, ocorre uma redução na possibilidade de interferência na lucratividade do negócio, incluindo-se as possibilidades de intervenção na obra.

Neste contexto, todos os investimentos feitos nos projetos e em sua qualidade são extremamente válidos, sejam eles investimentos financeiros, de pesquisa, de tempo, ou de esforço das equipes técnicas.

Na observação da figura abaixo, percebe-se a importância das fases iniciais do empreendimento: estudo de viabilidade, concepção e conclusão do projeto, apesar do baixo investimento inicial e recursos há boa possibilidade de melhoria do processo e redução de incidência de falhas e conseqüentemente redução de custos. Conclui-se, que os custos maiores das falhas, se dá na fase da construção (Figura 10).

Figura 10 – O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício



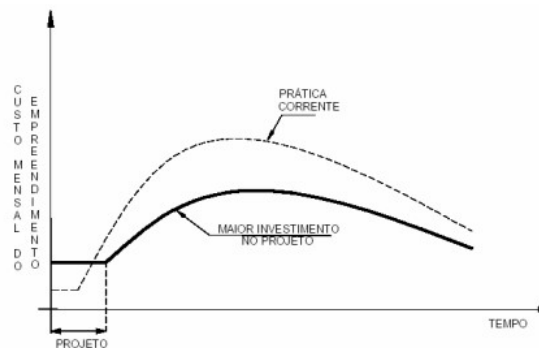
Fonte: NETO, 2008.

Segundo Barros 2006, muitas vezes empreendedor vê o projeto de uma construção com um gasto, encarando como uma despesa a ser minimizada, uma vez que não tem os recursos financeiros iniciais para executar o empreendimento, antes de aprovar o projeto junto aos órgãos competentes.

Para Melhado e Violini (1992) para se conseguir sucesso em um empreendimento, o projeto deve conceber o seu processo de produção e seu produto precisa assumir o encargo fundamental de unir eficiência e qualidade ao mesmo.

Os autores citados acima, acreditam que seria necessário um maior investimento inicial para permitir um maior desenvolvimento, mesmo que nesta fase existisse um aumento no custo inicial do empreendimento, em virtude do tempo dedicado à sua elaboração. Ou seja, investimento em prazo e custo do projeto deve assumir um papel diferenciado do atual (Figura 11).

Figura 11 - Gráfico que relaciona o tempo de desenvolvimento de um empreendimento e o custo mensal de atividades, com ideia de maior investimento na fase do projeto



Fonte: MELHADO E VIOLINI, 1992.

Alguns fundamentos básicos servem para nortear o projeto (CRIA, 2015):

- a) análise do impacto sobre o meio ambiente em toda e qualquer decisão, procurando evitar danos, considerando a água, o solo, a flora, o ar, a fauna e o ecossistema;
- b) análise do entorno;
- c) seleção de materiais recicláveis, atóxicos e reutilizáveis;
- d) redução de resíduos;
- e) valorização da inteligência nas edificações para otimizar o uso;
- f) estimulação a eficiência energética com ênfase em fontes alternativas;
- g) redução do consumo de água;
- h) promoção da qualidade ambiental interna; e
- i) uso de arquitetura bioclimática.

O projeto sustentável, por ser interdisciplinar e ter premissas mais abrangentes, garante bastante cuidado com as soluções propostas, do ponto de vista ambiental e dos aspectos sociais, culturais e econômicos.

O resultado final dessa nova arquitetura ecológica, verde e sustentável, proporciona grande vantagem para seus consumidores.

Tendências da Construção Sustentável

A moderna construção sustentável possui uma visão multidisciplinar e complexa, que integra diferentes áreas do conhecimento com o objetivo de reproduzir a diversidade que compõe o próprio mundo. Em sua teoria consta os conhecimentos de arquitetura,

engenharia, paisagismo, saneamento, química, elétrica, eletrônica, mas também de antropologia, biologia, medicina, sociologia, psicologia, filosofia, história e espiritualidade.

Edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício. (ISO/TC 59/SC3 N 459)” (ARAUJO, 2012).

Sendo assim, para se obter uma construção sustentável que atenda as recomendações das Normas ISO 21930 e ISO 15392, é necessário pensar e atuar de forma holística, sem dividir em partes estanques e separadas o que se propõe para a edificação. Não consiste em formar inúmeras equipes multidisciplinares cada uma especializada em um campo na obra sustentável, mas sim de criar a cultura da sustentabilidade no seio da própria sociedade.

Com isso, o conhecimento da construção sustentável poderá se transformar em um saber e um viver público, ou seja, um processo cultural que vai muito além de um tema de “domínio público” do qual muito se fala, mas pouco se faz.

Segundo o artigo escrito por Márcio Augusto Araújo, consultor do IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, toda edificação sustentável é saudável. O objetivo de uma construção sustentável não é apenas preservar o meio ambiente, mas também proteger seus moradores ou ocupantes da poluição dos grandes centros urbanos. Ela deve funcionar como uma segunda pele do morador ou usuário e como um ecossistema particular. A exemplo do planeta Terra, as interações no entorno da eco habitação e interior devem reproduzir ao máximo as condições do meio: sensações de conforto, segurança, bem-estar, umidade relativa do ar adequada para o ser humano e temperatura estável.

Uma Casa Sustentável é um microcosmo, representando em pequena escala as relações entre o ser humano e o seu meio. Ela deve ser uma extensão do próprio planeta Terra. O morador ou usuário da edificação deve considerar seu imóvel como uma referência clara de seu bem-estar. Mais de 2/3 do tempo de vida humana é passado dentro de algum tipo de construção, seja trabalhando, dormindo, em lazer, em atividades religiosas, etc (ARAÚJO, 2005).

Face ao exposto, é muito importante para a saúde do indivíduo e do planeta trabalhar para que um imóvel seja sustentável. A verdadeira Construção Sustentável o é não apenas porque não esgota os recursos utilizados para sua edificação e uso, mas também porque sustenta aqueles que a habitam. Ela é base para suas realizações, alegria, segurança e felicidade. Todo projeto ou ideia de construção sustentável ou habitação sustentável deveria ter esta visão.

Tipos de construções

Segundo (Araújo, 2005), os principais tipos de Construção Sustentável resumem-se a dois modelos:

a) construções gerenciadas por profissionais da área que utilizam eco materiais e tecnologias sustentáveis modernas, dentro das 65 normas e padrões vigentes para o mercado; e

b) sistemas de autoconstrução, que podem ou não ser coordenados por profissionais. Possui grande dose de criatividade, vontade pessoal do proprietário e responsável pela obra e o uso de soluções ecológicas pontuais (para cada caso):

Construção com materiais sustentáveis industriais – Construções edificadas com eco produtos fabricados industrialmente, adquiridos prontos, com tecnologia em

escala, atendendo a normas, legislação e demanda do mercado. É a mais viável para áreas de grande concentração urbana, porque se inserem dentro do modelo sócio-econômico vigente e porque o consumidor/cliente tem garantias claras, desde o início, do tipo de obra que estará recebendo.

Construção com resíduos não-reprocessados (*Earthship*) – Consiste na utilização de resíduos de origem urbana com fins construtivos, tais como latas, cones de papel acartonado, garrafas PET, etc. Comum em áreas urbanas ou em locais com despejo descontrolado de resíduos sólidos, principalmente onde a comunidade deve improvisar soluções para prover a si mesma a habitação. Um dos exemplos mais notórios de *Earthship* ‘intuitivo’ e sem planejamento são as favelas dos grandes centros urbanos. No entanto, também pode ser um modelo criativo de Autoconstrução, com o uso destes mesmos resíduos a partir de concepções de Ecodesign (projeto sustentável).

Construção com materiais de reuso (demolição ou segunda mão) - Esse tipo de construção incorpora produtos convencionais descartados e aumenta sua vida útil, evitando sua destinação para aterros sanitários ou destruição por processos perigosos (como queimas ou descarte em botas-fora). Requer pesquisa de locais para compra de materiais, o que limita seu alcance e caráter universal. Este tipo de construção só pode ser considerado sustentável pelo prolongamento da vida dos materiais reutilizados, uma vez que estes, em geral, não têm origem sustentável.

Construção alternativa - Utiliza materiais convencionais disponíveis no mercado, com funções diferentes das originais. É um dos modelos principais adotados em comunidades carentes ou sistemas de autoconstrução. Exemplos: aquecedor solar com peças de forro de PVC como painel para aquecimento de água.

Construção natural – É o sistema mais próximo da natureza, portanto é o mais ecológico, uma vez que integra a edificação com o ambiente natural e o altera ao mínimo. Utiliza materiais disponíveis no local da obra ou adjacências (terra, madeira, pedra etc.) e respeita o entorno; usa tecnologias sustentáveis de baixo custo (apropriadas) e desperdiça o mínimo de energia em seus processos. Ex.: tratamento de efluentes por plantas aquáticas, energia eólica por moinho de vento, bombeamento de água por carneiro hidráulico, blocos de adobe ou terra-palha, design solar passivo. É um método muito adequado para áreas rurais ou para áreas que permitam boa integração com o entorno, onde haja pouca dependência das habitações vizinhas e das redes de água, luz, esgoto construídas pelo poder público. O planejamento avançado deste sistema, que também se insere nos princípios da Autoconstrução, também é conhecido como Permacultura.

Alguns exemplos de Construções Sustentáveis pelo mundo

Edifício Seed, Brasil

O projeto foi da incorporadora Gamaro (Figura 12) e foi assinado pelos seguintes profissionais: botânico Ricardo Cardim, paisagista Eduardo Mera e pelo decorador Carlos Rossi. Fica localizado na Vila Olímpica de São Paulo (bairro nobre da cidade). É o primeiro prédio residencial com Mata Atlântica na fachada (SIENGE, 2021).

Figura 12 – Edifício Seed, São Paulo – Brasil



Fonte: GAMARO, 2021.

Quase a totalidade das pessoas pensam um dia em viver em um ambiente que combine, harmoniosamente, o cenário urbano moderno à qualidade de vida e bem-estar dos ambientes naturalista. O SEED é um empreendimento residencial urbano inédito no Brasil e no mundo, que utilizou o conceito de “Florestas de Bolso”, que tornou possível criar trechos de floresta nativa em áreas da cidade de no mínimo 5 m². A fachada de Mata Atlântica é uma referência que poderá inspirar o futuro dos projetos ambientais sustentáveis em todo o planeta (Figura 13). O prédio foi construído pela empresa Rocontec, e toda a parte de irrigação está a cargo da Regatec, empresa que trabalha há 28 anos no mercado com irrigação sustentável (REGATEC, 2018).

Figura 13 – Planta interna do Seed



Fonte: GAMARO, 2021.

O SEED foi projetado com 18 andares e para possuir apartamentos entre 81 e 84 m². O empreendimento é visionário, pois teve a intenção de mudar o que entendemos por cidade verde e união de um prédio residencial com mata, sendo exemplo para todo o mundo de construção sustentável. A empresa Regatec foi indicada por Cardim, no decorrer do desenvolvimento de toda a parte verde do projeto, em virtude de sua experiência necessária para um empreendimento tão peculiar quanto o de colocar grandes estruturas verdes em alturas elevadas, conservando-as vivas, saudáveis e em crescimento no alto de um prédio de uma grande cidade como São Paulo. “Para nós, da Regatec, participar desse projeto é uma honra. Estamos tendo a possibilidade de contribuir tecnicamente com um projeto totalmente disruptivo na arquitetura” (BRAZ, 2018).

A proposta do projeto é mostrar que a cidade do futuro pode ser uma combinação de grandes estruturas com áreas verdes. As construções poderão estar presentes juntamente com a flora nativa das cidades. A “Floresta de Bolso” – técnica natural de restauração da Mata Atlântica, desenvolvida por Ricardo Cardim - é um projeto muito maior

do que sua proposta paisagística. Ele tem pretensão de interesse público. Seu objetivo é trazer de volta a vegetação que antes havia no terreno paulistano, devolvendo à cidade de São Paulo sua biodiversidade natural, porém inserida no cotidiano das pessoas (REGATEC, 2018).

“Hoje temos um paisagismo muito atrasado em termos de sustentabilidade. Cerca de 90% da vegetação urbana é de origem estrangeira, e isso tem um forte impacto tanto no equilíbrio dos ecossistemas quanto na cultura dos moradores, que não conhecem a biodiversidade de sua região, que no Brasil, é a maior do mundo” (CARDIM, 2018).

O SEED foi projetado para possuir somente plantas que são nativas, mas que, em sua maioria, já não estão presentes em São Paulo há quase 200 anos. Possui quatro variações de Mata na fachada, oferecendo uma vista que parece com uma montanha coberta por vegetação: a Serra do Mar, recriando a paisagem natural da serra; a Mata Atlântica Florida, desabrochando flores e dando frutos nativos para a área do terraço; a Mata Atlântica Frutífera, possibilitando o cultivo de um pequeno pomar; e a Mata Atlântica Pássaros, que tem a intenção de atrair a biodiversidade aviária da região, retornando para seu local de origem (REGATEC, 2018).

O objetivo é que a beleza esteja presente, bem como haja sustentabilidade possibilitada pela tecnologia, além de garantir segurança a quem residir no edifício e proporcionar uma vida verde em harmonia com o mundo moderno. Um fato de grande relevância, é o uso inteligente da água, que por meio dos sistemas de irrigação da Regatec, conseguem captar e armazenar água pluvial além de irrigar cada planta de acordo com sua necessidade natural e com o clima sazonal dela. Esse procedimento garante o proveito total das chuvas das estações do ano (aproximadamente oito meses por ano). O prédio foi projetado para que cada sistema aja como um organismo vivo dentro da cidade. “Não é possível criar algo dessa magnitude, sem considerar sua possibilidade prática, e a irrigação baseada em água da chuva possibilita isso” (BRAZ, 2018).

O SEED tem por objetivo ser um verdadeiro oásis de qualidade de vida tanto para os residentes quanto para as cidades próximas. O terraço reduz a temperatura e a poluição sonora, aumenta a umidade do ar, diminui o impacto das chuvas, reciclagem de gases tóxicos por meio da fotossíntese, além de proporcionar a redução de pragas urbanas, como insetos. O conceito é inovador em climas tropicais. O único arranha-céu que se aproxima do conceito do SEED é o Bosco Verticale, situado em Milão, na Itália, e usou árvores temperadas da região (REGATEC, 2018).

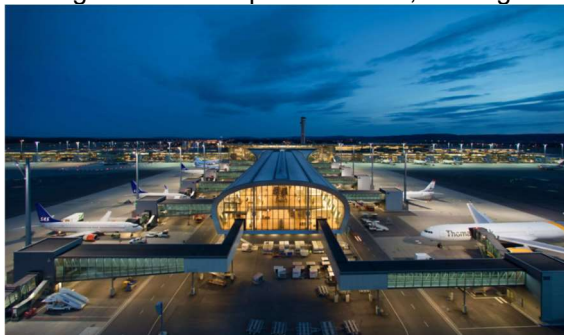
Muita tecnologia foi empregada nesta construção para torná-la uma realidade. Trabalhamos com túneis de vento, todo um sistema de amarração, tecnologia de substrato, de irrigação, tudo agindo em uníssono para tornar o prédio seguro, funcional e estético. Quero que o SEED seja um exemplo do que nossas cidades podem ser nesse novo século da urbanização. É a união da paisagem ancestral com o conforto da modernidade. É poder usar seu smartphone e navegar na internet, enquanto come uma fruta colhida no pomar de casa que existia apenas no quintal de seu tataravô porque não são mais plantados há anos (CARDIM, 2018).

As vendas foram muito rápidas, inclusive feitas por compradores que buscavam ter mais de um imóvel para desfrutar de mais facetas com florestas diferentes. Esse projeto evidencia a necessidade cada vez maior de trazer a natureza para o dia a dia das pessoas. Nesse sentido, nada melhor que um bom projeto de irrigação para proporcionar uma beleza sustentável e adaptável aos grandes centros urbanos (BRAZ, 2018).

Aeroporto de Oslo, Noruega

Este Aeroporto foi inaugurado em 1995. O Aeroporto de Oslo, na capital da Noruega, também é visto como um grande exemplo de construção sustentável. Os materiais utilizados em sua construção garantem um maior e melhor desempenho de sua estrutura (Figura 14).

Figura 14 – Aeroporto de Oslo, Noruega



Fonte: SIENGE, 2019.

Suas instalações também funcionam com o uso de bioenergias, além de contar com a maior área verde em terminais aeroportuários do mundo. Tamanha qualidade rendeu ao Aeroporto o selo do *BREEAM*¹ (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) — este é o mais importante certificado de avaliação ambiental para grandes construções do mundo (DUÉK, 2017).

O aeroporto de Oslo é o mais verde e sustentável do planeta. Ele combina uma arquitetura inovadora, com estratégias de eficiência energética, além de sistemas de reaproveitamento de energias no local (DUÉK, 2017).

No verão, o sistema de resfriamento utiliza a neve que foi coletada no inverno e mantida em um reservatório específico para resfriar o edifício (LIMA, 2019).

O projeto de expansão de 115.000 metros quadrados deste Aeroporto custou cerca de 1.7 bilhões de euros. Foi projetado pela empresa *Nordic-Office of Architecture*, a qual ampliou a sua capacidade para 30 milhões de passageiros e estabeleceu novos padrões para o design sustentável. O uso de vários materiais naturais, reutilizáveis ou *eco friendly*, como por exemplo o concreto misturado com cinzas vulcânicas, viabilizou uma redução estimada de 35% em emissões de CO₂ (DUÉK, 2017).

O consumo de energia no novo terminal do aeroporto de Oslo também foi reduzido pela metade em comparação ao antigo terminal. A estação de trem, localizada no interior do aeroporto, também está sendo projetada para ampliação e desenvolvimento, para permitir que 70% de todos os passageiros usem o transporte público para chegarem ao aeroporto de Oslo (DUÉK, 2017).

One Angel Square, Inglaterra

Localizado em Manchester, na Inglaterra, ele considerado como um dos maiores edifícios de construção sustentável do mundo, ele também recebeu uma avaliação de 95% no índice do *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*. A emissão de gás carbônico foi diminuída em 80% com relação a antiga sede (LIMA, 2019).

¹ *BREEAM* (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*): o *BREEAM* fez muito sucesso na Europa, desde 1992, antes de sua chegada, em 2011, ao Brasil. O nível de exigência é bem alto, o que contribui para a grande credibilidade da certificação (LIMA, 2019).

Este edifício aproveita ao máximo os seus recursos energéticos disponíveis, tanto em sua arquitetura quanto em suas instalações, utiliza a ventilação natural por intermédio do uso da dupla fachada, por armazenamento das águas pluviais ou ainda pela utilização do calor gerado pelos equipamentos de tecnologia da informação (TSL ENGENHARIA, 2013).

O *One Angel Square* faz parte de um projeto urbanístico de imensa dimensão, e de um custo elevado. Foram disponibilizados para a construção um total de 115 milhões de libras (Figura 15).

Figura 15 – One Angel Square



Fonte: SIENGE, 2019.

Este edifício possui 73 metros de altura e acima de 46 mil metros quadrados de área. O *One Angel Square* sedia a empresa *Co-operative Group*. Foi construído para permitir uma economia energética de 50% e uma redução de 80% em emissões de gás carbônico, comparando com sua antiga sede (TSL ENGENHARIA, 2013).

A sua arquitetura de dupla fachada torna possível a diminuição das perdas energéticas e, em conjunto com seu grande átrio central, torna possível a opção de ventilação natural do edifício nos seus andares (TSL ENGENHARIA, 2013).

Suas necessidades de energia elétrica e de térmica são atendidas recorrendo a uma central de co-geração a biodiesel, a energia em demasia criada e não utilizada é direcionada para a rede pública, contribuindo com a concessionária de energia local e aumentando a disponibilidade de energia elétrica na região (TSL ENGENHARIA, 2013).

O *One Angel Square* além de contar com sistemas de recolhimento de água pluviais, ele também recicla águas residuais, de forma a minimizar a utilização da água da rede pública de distribuição. Este projeto recebeu vários prêmios internacionais nas áreas de design e sustentabilidade. Suas obras foram concluídas durante o ano de 2013 (TSL ENGENHARIA, 2013).

Hospital Sarah Kubitschek, Brasil

Existem não poucos hospitais no Brasil que estão voltados para a eficiência da construção e a promoção de área verde de modo sustentável. Construções como o Jardim Vertical do Hospital Sírio Libanês, os corredores verdes em áreas controladas da Beneficência Portuguesa entre outros, são realizações de destaque na cidade de São Paulo (VERTICAL GARDEN, 2019).

Situado em Salvador (BA), o hospital Sarah Kubitschek é um belo exemplo de hospital verde que valoriza a construção sustentável no Brasil (Figura 16). O espaço foi projetado pelo grande arquiteto João Filgueiras Lima, conhecido como “Lelé” (VERTICAL GARDEN, 2019).

Figura 16 - Hospital Kubitschek



Fonte: VERTICAL GARDEN, 2019.

O Hospital Kubitschek aplica conceitos de biofilia - que significa amor pela vida - em seu projeto. O Sara Kubitschek está cercado pela natureza, já que ele foi projetado numa área de Mata Atlântica nativa. A arquitetura hospitalar teve o cuidado de se preocupar em evitar raios diretos do Sol nas áreas internas. A circulação de ar de algumas áreas importantes é administrada conforme a necessidade do hospital, e pode ser fechada sem que haja comprometimento da iluminação natural (VERTICAL GARDEN, 2019).

Outro ponto interessante do hospital verde brasileiro é que os ambientes internos estão conectados com jardins externos (Figura 17) que cercam o belo edifício (VERTICAL GARDEN, 2019).

Figura 17 – Integração com Jardim Externo é valorizada no projeto



Fonte: VERTICAL GARDEN, 2019.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi buscado ressaltar a importância do assunto “Construções Sustentáveis”, pois, embora seja muito citado, na prática ele é pouco explorado. No entanto, ele promete ser o futuro do setor da Construção Civil, já que busca utilizar minimamente os recursos disponíveis, reutilizá-los sempre que possível; causar baixíssima agressão ao meio ambiente, com o objetivo de conservá-lo para que as próximas gerações tenham a mesma disponibilidade de recursos que hoje há.

Felizmente, o conceito de construção sustentável tem crescido, mesmo que a pequenos passos. Construções sustentáveis ganham status em meio a sociedade e cada vez mais empresários, construtoras e profissionais do ramo tem se interessado neste tema.

A Construção Civil é um dos setores que mais causam danos ao meio ambiente, direta ou indiretamente, em virtude de utilizar os materiais disponíveis para atender à necessidade humana. Com isso, tornou-se muito importante, a conscientização sobre a

utilização de hábitos conscientes, com vistas a conservação do meio ambiente, e uso de algumas tecnologias que possibilitarão que a humanidade tenha uma vida e um mundo mais saudáveis e sustentável.

Foi enumerado, neste trabalho, algumas diretrizes para que se possa alcançar o mínimo de sustentabilidade. A relevância do assunto foi mostrada enfatizando os pilares: social, ambiental e econômico, que regem a sustentabilidade.

Uma das grandes preocupações ambientais é o crescimento do consumo de recursos não renováveis, como água e energia. A Construção Sustentável tem várias alternativas para a economia desses recursos, inclusive a sugestão de novas formas de se gerar energia, causando pouco ou nenhum impacto ao meio ambiente. Desta forma, gerando energia sustentável.

Este trabalho mostrou que a influência do desenvolvimento sustentável nos aspectos relacionados com a realização de uma edificação, desde as fases de planejamento e execução, irá beneficiar o meio ambiente, conservando-o, e a população, pois poderá desfrutar de um ambiente mais saudável e econômico.

Através de diversos exemplos de edificações sustentáveis foi possível constatar, na prática, o diferencial de tais construções que as destacam de uma obra comum. Estas edificações, após serem submetidas às fiscalizações com a finalidade de atendimento à Normas que regem os quesitos que atestam que uma construção seja sustentável, também buscam pelos selos que qualidade internacionais. Estas obras citadas no presente trabalho atestaram sua importância para o meio ambiente, para o conforto do ser humano, além da economia de energia, inclusive com reutilização de recursos ou o reabastecimento da rede.

É preciso conscientizar a população e demonstrar os benefícios que se pode ter, com mudanças simples de hábitos, até investimentos que poderão trazer ótima relação custo-benefício, tanto do ponto de vista social quanto econômico, e principalmente, ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abesco. **O que é Eficiência Energética? (EE)**. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/#:~:text=Efici%C3%AAncia%20energ%C3%A9tica%C3%A9%20uma%20atividade%20que%20busca%20melhorar%20o,a%20nenergia%20para%20se%20obter%20um%20det erminado%20resultado>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for human Occupancy**. Atlanta, 2017. Disponível em: <<https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

Andrade, F. C. D. **ANAIS DO MUSEU PAULISTA**. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-47142015000100133>. Acesso em: 05 mai. 2021.

Andrade, F. C. D. **A presença dos moinhos hidráulicos no Brasil**. Ano 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-47142015000100133>. Acesso em: 06 mai. 2021.

ARAUJO, A. A.. **A moderna construção sustentável. Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica**. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2012.

ARAÚJO, M. A. **Construção Sustentável**. Disponível em: http://www.idhea.com.br/construcao_sustentavel.asp. Acesso em: 08 mai. 2021.

ASHRAE. **Thermal environmental conditions for human occupancy**. Atlanta, 2004. Disponível em: < <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575: desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Recomendação básicas para projetos de arquitetura**. São Paulo, 2007. Disponível em: < http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/comite-tematico/projetos/CBCS_CTProjeto_Recomendacoes%20Basicas%20GTS_Asbea_30mar2007.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2021.

BALESTIERE, J. A. P. **Cogeração: geração combinada de eletricidade e calor**. UFSC, Florianópolis, 2002.

Barros, MMSB. **Metodologia para a implantação de tecnologia Construtiva Racionalizada na Produção de edifícios**. São Paulo, 1996. 422p. Tese de Doutorado em Engenharia – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.

Batista, C. **Água**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/agua/>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Borrego, M. A. M.; Marins, B. P. C. **Anais do Museu Paulista – v.23 n.1**. Ano 2015. Disponível em: <<http://www.mp.usp.br/chamadas/anais-do-museu-paulista-v23-n1>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

BRUNDTLAND REPORT. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Ano 1987. Disponível em: < <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>> Acesso em: 05 mai. 2021.

BUSSOLOTI, F. N. **Como funcionam as Construções Sustentáveis**. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/construcoes-ecologicas1.html>>. Acesso em: 07 mai. 2017.

CAIADO, A. R. **Contribuição ao estudo da rotulagem ambiental dos materiais de construção civil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2014.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desenvolvimento com Sustentabilidade**. Disponível em: < https://ftp.sinduscontap.com.br/arquivos/Cartilhas/Prog-Construcao-Sustentavel_vRio20.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2021.

CAMPOS, F. H. A. **Análise do Ciclo de Vida na Construção Civil: Um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis pré-moldados e alvenaria em blocos de concreto**. Dissertação (Pós-Graduação). Escola de Engenharia da UFMG. 2012.

Carvalho, F. Os 3 Pilares da Sustentabilidade. Ano 2016. Disponível em: <<https://www.faacconsultoria.com.br/post/2016/09/25/os-3-pilares-da-sustentabilidade>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

CEOTTO, L. H. **A Construção Civil e o meio ambiente (3 partes)**. Notícias da Construção. Ed. 51 a 53, São Paulo, SP. Disponível em: Acesso em 22 ago. 2010.

Conselho Brasileiro de construção sustentável – CBCS. **Materiais, componentes e a construção sustentável**. São Paulo, 22 ago. 2009.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 307**. Ano 2002. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002. Acesso em: 05 mai. 2021.

CORCUERA, D. **Arquitetura Sustentável: Qualidade do ar interno e saúde dos ocupantes**. Disponível em: Acesso em: 06 mai. 2021.

Credidio, F. **CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: CONFORTO E RESPEITO AO MEIO AMBIENTE**, Ano 2008. Disponível em: <https://www.filantropia.org/informacao/construcoes_sustentaveis_conforto_e_respeito_a_o_meio_ambiente>. Acesso em: 05 mai. 2021.

Credidio, F. **Construções sustentáveis: conforto e respeito ao meio ambiente**. Ano 2008. Disponível em: <https://www.filantropia.org/informacao/construcoes_sustentaveis_conforto_e_respeito_ao_meio_ambiente>. Acesso em: 07 mai. 2021.

Cria Arquitetura. **Arquitetura Sustentável – Como adotar melhores prática?** Ano 2015. Disponível em: < <https://criaarquitetura.com.br/arquitetura-sustentavel-como-adotar-melhores-praticas/>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Duék, A. **Aeroporto de Oslo inaugura o terminal mais verde do mundo**. Ano 2017. Disponível em: <<https://viajarverde.com.br/aeroporto-de-oslo/>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Ecoconsciente. **Dicas de economia de energia**. Disponível em: <<https://ecoconsciente.com.br/dicas-de-economia-de-energia/>>. Acesso em 07 mai. 2021.

Fabricio, M.; Melhado, S.B. **Projeto e Qualidade na construção de edifícios**. I. Seminário Internacional: Arquitetura e urbanismo: Tecnologias para o século XXI. Anais: p. 23,45,87,105. FAU-SP, São Paulo, 1992.

Gamaro. **SEED PRONTO PARA MORAR: O verde venceu**. Disponível em: <<https://gamaro.com.br/empreendimento/seed/>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

GASQUES, A. C. F., et al. **Impactos ambientais dos materiais da construção civil: breve revisão teórica**. Revista Tecnológica, Maringá, v. 23, p. 13-24, 2014.

Gritti, G. C. M., Landini, M. C. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: Uma opção racional**. Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade São Francisco. Ano 2010

HERNANDES, T. Z. **Piso de bambu chinês vs. piso de eucalipto brasileiro: estudo de caso comparativo das emissões de gases de efeito estufa no transporte**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 7-16, jan./mar. 2015. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

IDHEA. **Arquitetura Biosustentável**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/arquiteturabiossustentavel/idhea---instituto-para-o-desenvolvimento-da-habitacao-ecologica>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

IDHEA. **Nove Passos para a Obra Sustentável.** Disponível em: <<https://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/23233.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

Imaginação Ativa. **Os diferentes estilos dos Hórreos.** Ano 2009. Disponível em: <https://imaginacaoativa.wordpress.com/tag/asturias/>. Acesso em: 08 mai. 2021.

INNOVA Construções e Paisagismo. **Materiais Sustentáveis na Construção Civil.** Disponível em: <<https://www.innovaengenhariapiracicaba.com.br/materiais-sustentaveis/>>. Acesso em 07 mai. 2021.

Jacy Construtora. **Conceitos da construção sustentável.** Disponível em: <<https://jacy.com.br/conceitos-da-construcao-sustentavel/#:~:text=A%20ideia%20de%20constru%C3%A7%C3%A3o%20sustent%C3%A1vel,conceito%20evoluiu%20cada%20vez%20mais.&text=A%20procura%20por%20alternativas%20sustent%C3%A1veis,com%20isso%2C%20acabou%20se%20intensificando>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. **Levantamento do Estado da arte: seleção de materiais. Projeto tecnologias para construção.** São Paulo: FINEP, 2007. Habitacional mais sustentável.

JW.ORG. **Testemunhas de Jeová recebem prêmio por projetos de construções verdes.** Ano 2015. Disponível em: <<https://www.jw.org/pt/noticias/noticias/por-regiao/estados-unidos/testemunhas-recebem-premio-projetos-construcoes-verdes/>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Kava, C. M. **A Construção Civil, a Construção Sustentável e a Educação Socioambiental: Um Estudo de Caso de Aplicações nas Habitações de Interesses Sociais.** Monografia do Curso de Especialização em Educação, Meio Ambiente e Desenvolvimento para obtenção do título de Especialista. Ano 2011.

Khammu-rabi. **CÓDIGO DE HAMURÁBI.** Disponível em: <http://www4.policiamilitar.sp.gov.br/unidades/dpcdh/Normas_Direitos_Humanos/C%C3%93DIGO%20DE%20HAMURABI.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2021.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PW Editores, 1997.

Leitão Neto, S. P. **A importância da aplicação da Engenharia Simultânea nos Projetos das Pequenas Empresas de Construção Civil.** Universidade Candido Mendes, Pós-Graduação "Latu Sensu". Ano 2008. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K207226.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Leite, A. **ZPE Ceará encerra 2020 com redução de 16% no consumo de água.** Disponível em: <<https://www.sedet.ce.gov.br/2021/02/01/zpe-ceara-encerra-2020-com-reducao-de-16-no-consumo-de-agua/>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

Lima, T. **10 Construções Sustentáveis que você precisa conhecer.** Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/10-construcoes-sustentaveis/>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

LOPES, Eurídice F. M. **Conforto Térmico,** 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/3678153/Conforto-Termico>>. Acesso em: 05 mai. 2020.

LOTURCO, B. **Projetos que buscam certificação de sustentabilidade devem pautar escolha de materiais por critérios técnicos e fugir de propaganda enganosa.** Revista Techne, 215 ed., Fev. 2015, PINI, São Paulo.

Lourenço, P. B.; Branco, J. M. **Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI.** Disponível em:

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/26503/1/Lourenco_Branco.pdf>

Acesso em: 07 mai. 2021.

Mateus, R. **Novas Tecnologias Construtivas Com Vista a Sustentabilidade da Construção.** Ano 2004. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho.

Mateus, R. **NOVAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS COM VISTA À SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO.** Universidade do Minho. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/817>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Mauá. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: CONHEÇA AS MELHORES PRÁTICAS,** Ano 2018. Disponível em <[https://cimentomaua.com.br/construcao-sustentavel-conheca-](https://cimentomaua.com.br/construcao-sustentavel-conheca-melhores-)

[praticas/#:~:text=Fique%20atento%20ao%20clima%20local&text=Uma%20constru%C3%A7%C3%A3o%20sustent%C3%A1vel%20e%20eficiente,desconfortos%20gerados%20pelo%20clima%20local](https://cimentomaua.com.br/construcao-sustentavel-conheca-melhores-#:~:text=Fique%20atento%20ao%20clima%20local&text=Uma%20constru%C3%A7%C3%A3o%20sustent%C3%A1vel%20e%20eficiente,desconfortos%20gerados%20pelo%20clima%20local)>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Ministério do Meio Ambiente. **Cidades + Verdes.** Disponível em <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/cidadesmaisverdes>>.

Acesso em: 05 mai. 2021.

Moura, E. Hotel Bellagio Las Vegas. Ano 2018. Disponível em: <<https://lasvegas.onegoviaja.com/cassinos/hotel-bellagio-las-vegas>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

MOURA, M., MOTTA, A. L. T. S. Da. **O Fator Energia Na Construção Civil.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Ano 2013, UFF Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.inovarse.org/filebrowser/download/15525>>. Acesso em 05 mai. 2021.

Nações Unidas Brasil. **Água potável e saneamento: garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos.** Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

Nakamura, J. **COMO FAZER GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL?** Ano 2019. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/gestao-de-residuos-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

NOVIS, L. E. M. **Estudos dos indicadores ambientais na construção civil: estudo de caso em 4 construtoras.** Ano 2014. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Oliveira, W. **REVISTA BUILDINGS.** Out. 2018. Disponível em: <<https://revista.buildings.com.br/o-custa-da-construcao-sustentavel/>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21.** Rio de Janeiro: CMMED, 1992.

PENA, R. F. A. **"Distribuição da água no mundo"**. *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>>. Acesso em: 06 mai. de 2021.

Pereira, A. R.; Zêzere, J. L.; Morgado, P. **OS RECURSOS NATURAIS EM PORTUGAL: INVENTARIAÇÃO E PROPOSTA DE UM MODELO GEOGRÁFICO DE AVALIAÇÃO**. Disponível em: <http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/089.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2021.

PEREIRA, P. I. **Construção Sustentável: o desafio**. Monografia (Graduação). Universidade Fernando Pessoa. 2009.

PISANI, M. A. J. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: O tijolo de solo-cimento**. Sinergia, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 53-59, jan./jun. 2005.

Portal de Arquitetura e Construção Sustentável. **Ecoprodutos que contribuem para a qualidade do ar**. Disponível em: <<https://www.csustentavel.com/ar/>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Prazerices. **Shangai Tower: acaba de ficar pronto o prédio mais alto, moderno e sustentável da China**. Ano 2016. Disponível em: <<https://www.prazerices.com.br/2016/01/shangai-tower-erguido-o-predio-mais-alto-da-china-e-2o-do-mundo/>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

Qualit, **A moderna construção sustentável**. Ano 2013. Disponível em: <<https://qualit.com.br/a-moderna-construcao-sustentavel/#:~:text=Toda%20edifica%C3%A7%C3%A3o%20sustent%C3%A1vel%20%C3%A9%20saud%C3%A1vel.%20A%20finalidade%20de,que%20acarretam%20a%20S%C3%ADndrome%20do%20Edif%C3%ADcio%20Doente%20%28SEE%2A%29>>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

Rangel, J. Saiba o que é e como escolher um material sustentável. Ano 2014. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/saiba-como-escolher-um-material-sustentavel/>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

Redação Sustentarqui. **Impactos Ambientais da Construção Civil**. Publicado em 05 de junho de 2019. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/impactos-ambientais-da-construcao-civil>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Regatec, **SEED é novo conceito de moradia que une urbanidade à Mata Atlântico no meio de São Paulo**. Ano 2018. Disponível em: <<https://www.regatec.com.br/agua/seed-e-novo-conceito-de-moradia-que-une-urbanidade-a-mata-atlantica-no-meio-de-sao-paulo-2/>>. Acesso em: mai. 2021.

RESOLUÇÃO CONAMA NÚMERO 001. Ano 1986. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

RIOS, M.B.C. **Estudo de Aspectos e Impactos Ambientais nas Obras de Construção do Bairro Ilha Pura – Vila dos Atletas** 2016. 2014. 102p.. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Rodrigues, G. et al. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS**. *REVISTA CONEXÃO ELETRÔNICA - AEMS* Faculdades Integradas de Três Lagoas. Ano 2017. Disponível em:

<<http://revistaconexao.aems.edu.br/edicoes-anteriores/2017/2017/ciencias-exatas-e-da-terra-engenharias-e-ciencias-agrarias/?page=6&offset=25>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

Rosa, M. **As obras mais sustentáveis do mundo**. Ano 2010. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/as_obras_mais_sustentaveis_do_mundo/> Acesso em: 08 mai. 2021.

SILVA, M.; NOVAES, C. **A coordenação de projetos de edificações: estudos de caso**. Gestão & Tecnologia de Projetos, Brasil, n. 1, vol.3, mai. 2008, Brasil. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/gestaodeprojetos/>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

SIMÃO, P. S. **Desenvolvimento com Sustentabilidade**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, Construção Sustentável, São Paulo, 2014.

Simas, L. S. L. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – UMA NOVA MODALIDADE PARA ADMINISTRAR OS RECURSOS NATURAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA CASA ECOLÓGICA**. Disponível em: <https://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2012_2/11_Construcoes_Sustentaveis_Leonardo_Simas_140_162.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2021.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2014**. Ano 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Solarvolt. **Nova sede da Apple: 100% de energia renovável e 8 mil árvores**. Disponível em: <<https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/nova-sede-da-apple/>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

SOUZA, U. E. L.; DEANA, D. F. **Levantamento do Estado da Arte – Consumo de Materiais - Tecnologias para construção habitacional mais sustentável – Projeto FINEP 2386/04 - São Paulo/SP, 2007**.

TSL Engenharia. **One Angel Square – O Edifício mais ambiental do mundo**. Ano 2013. Disponível em: <<https://www.tslengenharia.com.br/noticias/one-angel-square-o-edificio-mais-ambiental-do-mundo/>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

Tzortzopoulos, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Ano 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1999.

United Nations. **Forty-seventh session: Agenda item 79. Ano 1993**. Disponível em: <<https://undocs.org/en/A/RES/47/193>>. Acesso em: 06 mai. 2021.

Vertical Garden. **Hospital verde me Cingapura é referência em arquitetura sustentável**. Ano 2019. Disponível em: <<https://www.verticalgarden.com.br/post/hospital-verde-em-cingapura-e-referencia-em-arquitetura-sustentavel>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

VG Resíduos. **Quais são os três pilares do desenvolvimento sustentável?** Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/tres-pilares-do-desenvolvimento-sustentavel/#:~:text=Os%20tr%C3%AAs%20principais%20pilares%20do%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel%20s%C3%A3o,coexistam%20e%20interajam%20entre%20si%20de%20forma%20harmoniosa>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

WORLDWATCH INSTITUTE. Disponível em: <<http://www.worldwatch.org/>>. Acesso em: 05 jun. 2021.