



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Carolina de Castro Costa

Sustentabilidade nas construções

MOSSORÓ

2024

Carolina de Castro Costa

Sustentabilidade nas construções

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Marineide Jussara Diniz,
Profa. Dra.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C838s Costa, Carolina.
Sustentabilidade nas construções / Carolina
Costa. - 2024.
35 f. : il.

Orientadora: Marineide Diniz.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2024.

1. sustentável. 2. desenvolvimento
sustentável. 3. engenharia civil. 4. consumidor
verde. I. Diniz, Marineide, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Carolina de Castro Costa

Sustentabilidade nas construções

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 16/ 04/ 2024.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
MARINEIDE JUSSARA DINIZ
Data: 23/04/2024 17:31:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marineide Jussara Diniz, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente



Documento assinado digitalmente
ANA BEATRIZ ALVES DE ARAUJO
Data: 23/04/2024 16:31:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ana Beatriz Alves de Araújo, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador



Documento assinado digitalmente
TEREZA AMELIA LOPES CIZENANDO GUEDES RC
Data: 23/04/2024 14:10:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Profa. Ma. (IFPA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, sou grata a Deus acima de tudo. Agradeço por ter me mantido forte e paciente durante toda essa trajetória e por me mostrar o caminho certo a ser seguido na busca pelos meus objetivos.

Agradeço a minha mãe Francisca Valdelice, que com todo amor e cuidado, apesar das dificuldades, sempre me apoiou e acreditou que eu seria capaz de superar todos os obstáculos.

Agradeço ao meu pai Manoel Tomaz (*in memoriam*), que apesar de não estar mais entre nós, sei que me manda forças e me protege todos os dias. Espero estar orgulhando-o.

Agradeço ao meu irmão Felipe Castro, que sempre me incentivou e torceu para o meu progresso, especialmente nos meus estudos.

Agradeço imensamente a minha orientadora Marineide Jussara Diniz, por aceitar direcionar meu trabalho, por todos os ensinamentos compartilhados e contribuições que foram dadas. Agradeço pela paciência, compreensão, incentivo e confiança.

Por fim, agradeço a Banca Examinadora pela disponibilização de tempo em estar presente e analisar meu trabalho, que é tão importante na minha vida acadêmica.

RESUMO

Nos dias atuais, progressivamente o tema da sustentabilidade na construção civil vem sendo destacado. O setor é responsável por promover a geração de diversos impactos negativos ao meio ambiente, então, se faz necessário buscar maneiras para diminuir esses malefícios através da introdução de práticas sustentáveis. O objetivo central do trabalho é fazer uma contextualização da sustentabilidade, bem como interligar esse conceito à sua importância no ramo da construção civil, já que através da utilização de materiais e tecnologias sustentáveis, é possível obter-se benefícios ambientais, sociais e econômicos. Foi realizada uma revisão de literatura através de dados obtidos em pesquisas bibliográficas, apresentando assim uma análise e reflexão acerca do tema de maneira didática e de fácil compreensão. Sob essa ótica, é revelado que as construções sustentáveis além de gerar conforto e uma melhor qualidade de vida para a população, também contribuem consideravelmente na preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: sustentável; desenvolvimento sustentável; engenharia civil; consumidor verde.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Iglu	14
Figura 2	–	Moinhos de vento	14
Figura 3	–	Cabana construída com ossos de mamute	15
Figura 4	–	Tripple bottom line	16
Figura 5	–	Telha de Tetra Pak	20
Figura 6	–	Execução do reboco de uma parede feita com superadobe	20
Figura 7	–	Piso de bambu	21
Figura 8	–	Alvenaria feita de tijolos solo cimento	22
Figura 9	–	Casa com telhado verde	23
Figura 10	–	Placas de energia solar	24
Figura 11	–	Piso de blocos intertravados	24
Figura 12	–	Sensor de presença e seu funcionamento	25
Figura 13	–	Resíduos sólidos separados por categoria	29
Figura 14	–	Produtos e materiais sustentáveis	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Países com maior número de projetos certificados pela LEED	18
----------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvidmentos das Nações Unidas
FGV	Fundação Getúlio Vargas
LED	Diodo Emissor de Luz
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
USGBC	US Green Building Council

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°	Marcador ordinal
m ²	Metro quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	METODOLOGIA	12
4	REVISÃO DE LITERATURA	13
4.1	Histórico – Brasil e mundo	13
4.2	Desenvolvimento Sustentável	15
4.3	Sustentabilidade na construção civil	17
4.3.1	Materiais e tecnologias	19
4.4	Benefícios de construções sustentáveis	25
4.5	Diretrizes para uma construção sustentável	27
4.5.1	Planejamento sustentável da obra	27
4.5.2	Aproveitamento passivo dos recursos naturais	28
4.5.3	Eficiência energética	28
4.5.4	Gestão e economia da água	29
4.5.5	Gestão dos resíduos na edificação	29
4.5.6	Uso racional de materiais	30
4.5.7	Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A Sustentabilidade e o Desenvolvimento Sustentável são termos que aparentemente têm o mesmo significado e que gera amplos debates em diversas áreas da sociedade. No entanto, torna-se necessário conhecer a distinção que existe entre ambos, uma vez que ainda existem pessoas que não sabem diferenciar um do outro.

Nesse sentido, a sustentabilidade visa conscientizar a sociedade de que é necessário que se preserve o planeta, através de medidas de proteção dos nossos recursos naturais e biodiversidade, promovendo um equilíbrio para o desenvolvimento humano e ambiental.

Já o desenvolvimento sustentável é um conceito que visa o equilíbrio com uma responsabilidade socioambiental. É um “instrumento” para aplicação da sustentabilidade.

A construção civil é responsável pela geração de grandes quantidades de resíduos e entulhos existentes no nosso planeta. Segundo o Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis, anualmente 80 toneladas de resíduos são geradas pelo setor. Com isso a inserção conceitual da sustentabilidade nas construções por parte das empresas está se tornando indispensável, para que assim as ações advindas a partir desse conhecimento minimizem os impactos ambientais provocados pelas construções.

Através desse conhecimento, tem-se desenvolvido tecnologias sustentáveis que proporcionam requisitos exigidos nas construções, tais como: segurança, praticidade, conforto e qualidade, e conseqüentemente diminuem-se os impactos gerados na execução de uma obra.

Diante dessa problemática da necessidade de se “internalizar na sociedade” o conceito de sustentabilidade, o intuito desse trabalho é de expor de forma mais didática essa conceituação com ênfase na construção civil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Contextualizar o conceito de sustentabilidade enfatizando sua importância na construção civil.

2.2 Objetivos específicos

Para atender ao objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Descrever a história da construção sustentável de forma global;
- Relacionar Desenvolvimento Sustentável versus Sustentabilidade;
- Conectar o termo Sustentabilidade ao setor da construção civil;
- Identificar materiais e tecnologias sustentáveis;
- Constatar benefícios resultantes das construções sustentáveis;
- Citar diretrizes que fazem uma construção ser considerada sustentável.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho utilizou a temática de uma revisão de literatura, mais especificamente é um trabalho de natureza teórica, onde se fez pesquisas bibliográficas a partir de publicações em torno do tema.

A pesquisa bibliográfica de dados foi realizada utilizando fontes confiáveis como: livros, artigos científicos, teses, dissertações, legislação, entre outros, que fundamentaram a pesquisa realizada. Todas essas fontes pesquisadas e referenciadas foram obtidas de forma online.

As fontes literárias pesquisadas foram analisadas e sintetizadas de forma que a exposição da revisão narrativa das informações pesquisadas acontecesse de forma clara com fácil compreensão.

4 REVISÃO DE LITERATURA

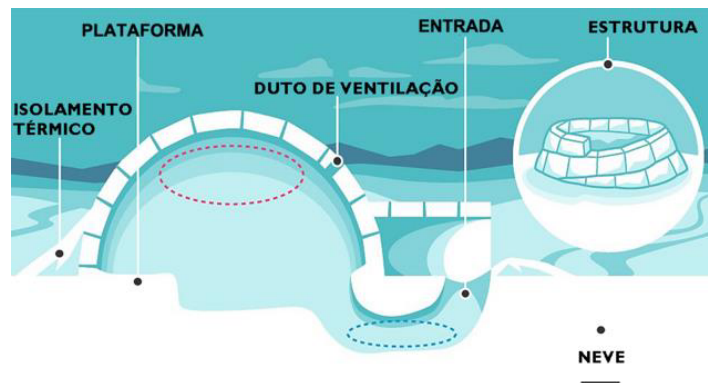
4.1 Histórico – Brasil e mundo

Segundo Gritti e Landini (2010) desde a época que o homem vivia como nômade, os espaços naturais, ainda que pudessem oferecer alguns perigos e ameaças, serviram também como fonte de abrigo e proteção para ele. O ser humano quando começou a realmente se fixar em algum território e cultivar para sua sobrevivência, sentiu então a necessidade também de criar uma estrutura com teto para que pudesse o proteger contra as intempéries como chuva e nevasca.

As técnicas foram se desenvolvendo e os recursos naturais dos locais eram aproveitados da maneira mais eficiente possível, porém sempre mantendo a consciência e o respeito aos recursos oferecidos pela Terra. Um exemplo disso foi o conjunto de leis conhecido como os códigos de Hamurabi, desenvolvido na Babilônia. Elas previam punições rigorosas para quem prejudicasse 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.).

Ainda segundo Gritti e Landini (2010), no decurso da história, cada povo utilizava os elementos disponíveis na natureza nos territórios para construir e ter o melhor funcionamento possível. A Figura 1 mostra como exemplo disso o iglu, que mesmo sendo feito de gelo é surpreendentemente eficaz como abrigo em locais com temperaturas muito baixas.

Figura 1 – Iglu

Fonte: BBC News Brasil, 2017

Já a Figura 2, traz como exemplo mais uma construção onde o homem utiliza de recursos naturais ao seu favor para atender suas necessidades de uma maneira sustentável. O moinho foi criado pelos europeus e é um mecanismo que utiliza uma força natural (vento) para movimentar outros equipamentos, como moedor de grãos e cereais, fabricar tecidos, movimentar serras ou ainda como uma bomba de água. Os moinhos de ventos que eram utilizados na Holanda, serviam para bombear a água proveniente da chuva até o mar, fazendo assim com que as terras não alagassem.

Figura 2 – Moinhos de vento

Fonte: Conexão Amsterdam, 2019

Por fim, de acordo com Conceição e Santos (2021), ainda sobre o aproveitamento de recursos disponíveis no local de ocupação ou ao redor dela, também pode-se citar como exemplo a construção de cabanas. O homem aproveitava os materiais para construir e revestir locais para abrigá-lo. Nas cabanas

eram utilizados ramos e canas para formar sua estrutura e na cobertura eram utilizadas folhas, argila, colmo ou ainda pele de animais.

A Figura 3 ilustra o aproveitamento de ossos de mamute para construção de uma cabana. Ela foi encontrada perfeitamente preservada na Ucrânia.

Figura 3 – Cabana construída com ossos de mamute



Fonte: Pensar Contemporâneo, 2021

4.2 Desenvolvimento Sustentável

O termo “Desenvolvimento Sustentável” foi apresentado e definido no Relatório de *Brundtland* ou Nosso Futuro Comum, que foi desenvolvido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em 1987. A definição de desenvolvimento sustentável é trazida nele como: “O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1999).

A definição adotada como padrão mundial representa o seguinte: Diz-se que uma comunidade é sustentável quando satisfaz plenamente suas necessidades de forma a preservar as condições para que as gerações futuras também o façam. Da mesma forma, as atividades processadas por agrupamentos humanos não podem interferir prejudicialmente nos ciclos de renovação da natureza e nem destruir esses recursos de forma a privar as gerações futuras de sua assistência.

Para Lima (2006), o significado do termo desenvolvimento sustentável se refere a um desenvolvimento viável no tempo. Ou seja, o sistema socioeconômico deve ser capaz de não perder a energia e continuar disponível a uso das gerações que estão por vir.

O desenvolvimento sustentável está ligado tanto aos impactos causados pela atividade econômica no meio ambiente, como também aos efeitos no bem-estar e qualidade de vida da sociedade provenientes dessa pauta. Dessa forma, Florim e Quelhas (2004), afirmam que o desenvolvimento sustentável se relaciona a três macro temas que devem estar alinhados: aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Segundo Carvalho (2019) desenvolvimento sustentável e sustentabilidade são termos explanados em nível global que estão diretamente interligados. Eles convergem para um mesmo propósito, já que o desenvolvimento sustentável tem como principal objetivo o alcance da sustentabilidade. Além disso, ambos englobam aspectos ecológicos, ambientais, sociais, econômicos, culturais, políticos e históricos.

A Figura 4 se refere ao “Triple Bottom Line”, conceito criado pelo sociólogo britânico John Elkington. Ele é formado por três pilares, que são os aspectos citados anteriormente. O tripé da sustentabilidade ganhou reconhecimento considerável com a propagação do termo sustentabilidade e é componente de estratégias das empresas na inovação e na geração de valor (ELKINGTON, 1998).

Figura 4 – Tripple bottom line



Fonte: Meio sustentável, 2023

Silva (2009) explica que o interesse por sustentabilidade se originou durante a década de 1980, a partir da conscientização dos países em descobrir formas de promover o crescimento sem destruir o meio ambiente, nem sacrificar o bem-estar das futuras gerações. Desde então, o termo se transformou em cenário para causas sociais e ambientais, principalmente nos negócios, onde prevalece a ideia de geração de lucro para os acionistas, ao mesmo tempo em que protege o meio ambiente e melhora a qualidade de vida das pessoas com que mantém interações.

Sobre o uso do termo sustentabilidade e seu vínculo com as necessidades sociais, o Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGV – CES, 2008, p.1) afirma que:

Esta necessidade deriva da percepção de que a sociedade não mais aceita que externalidades negativas sejam lançadas sobre ela impunemente. Este cenário mais complexo aponta para inevitabilidade da integração de princípios de sustentabilidade na espinha dorsal das estratégias de negócio das companhias (FGV – CES, 2008, p.1).

4.3 Sustentabilidade na construção civil

A sustentabilidade na construção civil é um tema que cada vez mais vem ganhando destaque e também se tornando essencial entre empresas desse setor. A realização de atividades ligadas a esse ramo gera problemas ao meio ambiente e nota-se que há um interesse crescente em reduzir impactos ambientais causados por ele.

A introdução de práticas sustentáveis na construção civil é uma tendência crescente e evidencia a necessidade de empresas dessa área em buscar uma mudança na forma de gerir suas obras. Isso inclui: o reaproveitamento e consequentemente diminuição de resíduos; a adoção de novas formas para gerar e economizar energia; a designação de alternativas para que a exploração de recursos naturais ocorra de maneira mais consciente, etc.

Segundo Gritti e Landini (2010), a preocupação ambiental na área da engenharia civil, se dá devido aos impactos sofrido pelo meio ambiente durante a execução das obras, a mudança do meio e a utilização de recursos naturais não renováveis. A partir disso, o homem vem cada vez mais buscando formas de aproveitar e economizar recursos para que a construção não se torne um pilar de caos ambiental.

Porém nem sempre foi dessa forma. O homem sempre explorou o meio ambiente sem preocupar-se com o futuro do planeta. A visão da arquitetura moderna começou a modificar desde a década de 80, quando foi criado o conceito de desenvolvimento sustentável e percebeu-se a importância de preservar o local onde se vive (FERNANDES, 2009).

O termo sustentabilidade dentro da construção civil ganhou ênfase e foi discutido de maneira pública, devido a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável abordado no Relatório Brundtland, no encontro da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (CMMAD) (CORRÊA, 2009).

Segundo Mendonça (2010), podemos citar algumas práticas da indústria da construção que geram impactos negativos ao meio ambiente, como: extração de matérias primas da natureza, ocupação de terras, transporte de materiais, geração de uma grande quantidade de resíduos sólidos, entre outras.

De acordo o Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis, as indústrias da construção são responsáveis por consumir quase 75% dos recursos naturais extraídos do planeta e pela geração de 30% do lixo sólido. Anualmente, são geradas 80 toneladas de resíduos pelo setor.

Por outro lado, ainda assim, em 2018 o Brasil ocupou o 5º lugar no ranking mundial de construções sustentáveis certificadas pela ferramenta internacional Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Os dados foram divulgados pelo US Green Building Council (USGBC).

A tabela 1, refere-se aos 10 primeiros colocados no ranking de países ou regiões com maior número de projetos certificados pela LEED.

Tabela 1 – Países com maior número de projetos certificados pela LEED

Ranking	País/Região	Número de projetos	m² brutos
1	Estados Unidos	33632	441,6
2	China	1494	68,83
3	Canadá	3254	46,81
4	Índia	899	24,81
5	Brasil	531	16,74
6	Coreia do Sul	143	12,15
7	Turquia	337	10,9
8	Alemanha	327	8,47
9	México	370	8,41
10	Taiwan	144	7,3

Fonte: USGBC (2024)

Já que atualmente há uma maior preocupação e a discussão a respeito da sustentabilidade na construção civil vem ganhando mais importância, todo esse debate envolvendo novas práticas acaba se tornando uma demanda que envolve tanto questões ambientais e econômicas, como também do interesse do cliente final.

4.3.1 Materiais e tecnologias

Corrêa (2009, p. 29) afirma que “o primeiro passo para a sustentabilidade na construção é o compromisso das empresas da cadeia produtiva a criarem as bases para o desenvolvimento de projetos efetivamente sustentáveis”.

Dessa forma, percebe-se a necessidade de adotar práticas que auxiliem no alcance do desenvolvimento sustentável do setor da construção civil. Essas práticas incluem a utilização de materiais e tecnologias que sejam economicamente viáveis e ecologicamente corretas.

Com relação aos materiais que serão utilizados, segundo Corrêa (2009), é essencial que a escolha dos fornecedores seja feita de maneira responsável e cautelosa, fiscalizando a procedência e também priorizando a qualidade dos mesmos, para que então sejam gerados benefícios tanto ao homem, como também ao meio ambiente.

Ainda de acordo com o autor, com relação ao uso de tecnologias:

Utilizar novas tecnologias, quando possível é adequado. Caso inviável, buscar soluções criativas respeitando o contexto. É importante que as empresas tenham relações estreitas com agentes promotores de inovação na cadeia produtiva, tanto na oferta de novos materiais e equipamentos, quanto na capacitação da mão-de-obra (CORRÊA, 2009, p.29).

Alguns exemplos de materiais sustentáveis que podem ser utilizados são:

- Telhas ecológicas:

Gritti e Landini (2010) definem as telhas ecológicas como sendo telhas que possuem matéria-prima reciclada na sua composição, podendo ser fabricadas a partir de placas de fibras naturais ou fibras de papel prensadas. Além de possuírem uma boa resistência mecânica, as telhas ecológicas são mais leves e não prejudicam o meio ambiente, pois reduz a geração de resíduos e a emissão de gases poluentes.

A Figura 5 mostra um exemplo de telha ecológica feita a partir de embalagens Tetra Pak (embalagens cartonadas), que possui alta resistência a flexão e ao fogo, são leves e tem um eficiente isolamento térmico.

Figura 5 – Telha de Tetra Pak



Fonte: Autossustentável, 2017

- Superadobe:

Segundo Silva *et al.* (2017), o superadobe é um material fabricado a partir de terra argilosa e sacos de polipropileno. Depois de passar por um processo de compressão, serve para a construção de paredes e se torna até mais prático seu uso naquelas em formatos não padronizados. O superadobe possui resistência altíssima, ótimo isolamento térmico e proporciona uma maior rapidez na construção.

A Figura 6 mostra uma parede construída com esse material já na fase de execução do reboco.

Figura 6 – Execução do reboco de uma parede feita com superadobe



Fonte: Portal VirtuHab, 2013

- Bambu:

Gritti e Landini (2010) destacam que o bambu é um material renovável composto por fibras vegetais, que pode substituir a madeira. Ele é um grande aliado

a preservação do meio ambiente, pois diminui o corte e desmatamento de árvores que exercem funções importantes na garantia do equilíbrio ambiental. Ademais, é abundante (se reproduz e pode ser colhido anualmente), pode ser cultivado em solos com propriedades ruins e é muito resistente.

Silva *et al.* (2017) cita como aplicação desse material o piso feito de bambu. O mesmo apresenta vantagens como: boa estética, fácil instalação, pouca necessidade de manutenção e grande durabilidade e resistência.

A Figura 7 se refere a um determinado ambiente que possui seu piso feito de bambu.

Figura 7 – Piso de bambu



Fonte: Doce Obra, 2022

- Tinta mineral natural:

Conforme Silva *et al.* (2017) explica, esse material é ecológico e produzido através da junção de terra crua com emulsão aquosa. A tinta mineral natural não agride o meio ambiente, pois o resíduo produzido não é poluente e não há emissões tóxicas. Ela é vendida em embalagens recicláveis, são duráveis, laváveis, não descascam e ajudam a manter o controle da umidade relativa do ar.

- Tijolos solo cimento:

De acordo com Gritti e Landini (2010), o solo cimento é composto pela mistura homogênea de solo, cimento e água. Esse material pode ser utilizado na

confeção de tijolos que são chamados também de tijolos ecológicos. Durante o processo de fabricação, não há processo de queima e nem utilização de fonte de energia oriunda de degradação do ambiente. Como não há queima, não há a utilização de madeira e assim consequentemente também é evitado o desmatamento.

A Figura 8 mostra paredes construídas através da utilização de tijolos solo cimento.

Figura 8 – Alvenaria feita de tijolos solo cimento



Fonte: Revista Digital AdNormas, 2019

Já como exemplos de tecnologias sustentáveis que podem ser utilizados, podem-se citar:

- Telhado verde:

Segundo Silva *et al.* (2017), os telhados verdes são construções em que a vegetação substitui as coberturas de telhas. Isso traz benefícios, pois melhora a qualidade do ar, já que as plantas absorvem gases do efeito estufa. Além disso, o telhado verde acaba se tornando uma moradia para pássaros e também, por ser permeável, absorve parte da água das chuvas, evitando assim possíveis alagamentos.

Gritti e Landini (2010) destacam também a fácil instalação desse sistema (podendo ser implantados em telhados já existentes), ajuda a manter a umidade relativa do ar e promove a melhoria das condições térmicas e acústicas devido ao seu poder de isolamento.

A Figura 9 refere-se a uma casa localizada na cidade de Porto Feliz, no estado de São Paulo, que possui um grande telhado verde.

Figura 9 – Casa com telhado verde



Fonte: SustentArqui, 2018

- Placas de energia solar:

Silva *et al.* (2017) explica que a energia elétrica é gerada pelo painel solar quando a luz do sol é refletida nele. Essa energia passa por um inversor que alterna a corrente contínua para corrente alternada. Saindo do inversor, a energia é conectada na rede da edificação e assim é utilizada. O autor destaca também que apesar de ter um custo elevado, os painéis possuem baixo valor de manutenção e alto tempo de duração, ou seja, o valor compensa com relação ao que é economizado nos gastos com energia.

Para Severiano (2021), o uso da energia solar é positivo tanto do ponto de vista ambiental (colaborando com a sustentabilidade), como também na questão econômica, pois agrega valor às construções que utilizam desse sistema.

A Figura 10 ilustra o uso de placas de energia solar, instaladas no telhado de uma residência, para a geração de energia elétrica.

Figura 10 – Placas de energia solar



Fonte: Blog Intelbras, 2023

- Blocos intertravados:

Silva *et al.* (2017) caracteriza os blocos intertravados como sendo blocos pré-fabricados de concreto, podendo ter várias formas e cores. Eles possuem vantagens funcionais, devido apresentar grande resistência e serem antiderrapantes, e também vantagens do ponto de vista da sustentabilidade, porque suas juntas permitem que o solo continue permeável, facilitando assim a drenagem da água e consequentemente evitando problemas de enchentes.

A Figura 11 mostra o uso dos blocos intertravados no piso.

Figura 11 – Piso de blocos intertravados



Fonte: Geoblocos, 2022

- Sensores de presença e automação:

De acordo com Gritti e Landini (2010) essa tecnologia é importante, pois evita que haja gastos de energia desnecessários. Os sensores são equipamentos eletrônicos que servem para detectar a presença de pessoas em um determinado

raio do ambiente, fazendo com que a luz acenda se houver indivíduos no local ou apague quando o mesmo estiver vazio.

A Figura 12 exemplifica o funcionamento de um sensor de presença que ocorre da maneira citada acima.

Figura 12 – Sensor de presença e seu funcionamento



Fonte: Blog Intelbras, 2019

- Equipamentos sanitários de baixo consumo e automáticos:

Gritti e Landini (2010) citam a existência de equipamentos sanitários (torneiras e vasos sanitários) fabricados com o intuito de evitar o desperdício de água, visto que eles são grandes responsáveis na ocorrência desse fato. Para diminuir o gasto desnecessário de água, algumas marcas possuem equipamentos que regulam esse consumo em excesso. Por exemplo, há torneiras com sensores de presença e há também vasos sanitários que possuem um sistema de duplo acionamento: meia vazão de descarga para líquidos ou vazão completa de descarga para sólidos.

4.4 Benefícios de construções sustentáveis

Para Florim e Quelhas (2004) é crescente o interesse que sejam reduzidos os impactos ambientais gerados pela construção civil tanto na fase de produção de materiais, quanto na construção, uso ou ainda demolição de uma edificação.

De acordo com Ribeiro e Cruz (2016), além de apresentar vantagens no processo de construção em si, construções sustentáveis apresentam vantagens

também durante a vida útil, como por exemplo a economia de energia, redução de insumos poluentes e reciclagem de materiais.

A adoção de práticas sustentáveis no setor da construção, destaca a necessidade de uma maior atenção no que diz respeito a preservação do meio ambiente, para que seja alcançado o desenvolvimento desse ramo, porém de uma maneira mais responsável.

Segundo Mendonça (2010), além de promover um melhor desempenho ecológico, é alcançado também benefícios econômicos em obras com baixo impacto ambiental. Ambas as vertentes devem estar alinhadas e serem viáveis. Insumos sustentáveis reduzem o desperdício e consequentemente os custos da obra também.

De acordo com Savitz e Weber (2007), a sustentabilidade também pode contribuir com a melhoria dos negócios e do crescimento de uma empresa de três maneiras:

- Operação da empresa: Como já citado anteriormente, a adoção de ações sustentáveis ajuda na redução de custos, o que gera uma maior rentabilidade do negócio.
- Proteção da empresa: Identifica e reduz riscos de danos e também as falhas na gestão mais cedo.
- Crescimento da empresa: Como a sustentabilidade é uma ferramenta poderosa no alcance da redução de custos (economia), isso faz com que haja um impulsionamento maior na busca por novas tecnologias, produtos e serviços para que a empresa alcance o acesso a novos mercados. Além disso, ações sustentáveis atrai clientes que consideram a sustentabilidade como um valor pessoal ou empresarial, melhorando a reputação da empresa.

Ainda segundo Savitz e Weber (2007), a sustentabilidade pode proporcionar, benefícios para as organizações como: alcance de satisfação por parte dos funcionários e dos clientes e também uma possibilidade maior dela ser considerada uma líder na sua indústria atuante. Isso se deve ao fato de que empresas que mostram preocupação com os impactos ambientais, acabam criando uma imagem positiva no mercado facilitando assim a venda de seus produtos.

4.5 Diretrizes para uma construção sustentável

“As edificações sustentáveis são novas construções com o intuito de prejudicar o mínimo possível o meio ambiente e as gerações futuras.” (Ribeiro; Cruz; Monteiro, 2016, p.15).

A partir disso, para Honda (2016), o setor da construção civil está passando por uma intensa mudança, com o intuito de fazer o uso de materiais e sistemas construtivos de maneira mais racional e eficiente ao mesmo tempo. Cada vez mais, visa a redução de impactos negativos e a potencialização dos impactos positivos, tanto para o meio ambiente como também para a sociedade.

Para Gritti e Landini (2010), existem algumas diretrizes a serem consideradas em 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;
- Uso racional de materiais;
- Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

4.5.1 Planejamento sustentável da obra

Na etapa inicial de uma obra (planejamento), são analisados fatores como condições climáticas, consumo de energia, gestão de água e resíduos, com o objetivo de promover qualidade de vida ao consumidor final, porém de uma maneira que os impactos ambientais sejam reduzidos ao máximo. Todas as escolhas de materiais que entram na obra devem ser feitas priorizando o uso de alternativas conscientes, que beneficiem o meio ambiente e para isso é primordial que se utilize de técnicas como reaproveitamento, reciclagem, entre outras. Além disso, os entulhos gerados, também devem ser destinados para um local adequado (CREDIDIO, 2008).

4.5.2 Aproveitamento passivo dos recursos naturais

Para Gritti e Landini (2010) é importante que todos os recursos naturais disponíveis sejam aproveitados. Por exemplo, através de uma análise na fase de projeto, é possível planejar de forma mais eficiente a distribuição dos ambientes de modo que seja possível aproveitar a iluminação natural. Outro exemplo que pode ser citado é também a busca pela máxima preservação do nível do terreno, pois assim serão evitados gastos de energia com movimentação de terra.

4.5.3 Eficiência energética

Para Gritti e Landini (2010, p.21), “eficiência energética é o consumo inteligente de energia, obtendo os mesmos resultados com menor gasto de energia”.

Ainda segundo Gritti e Landini (2010) um dos requisitos para que se alcance a sustentabilidade é a eficiência energética. Através da redução do consumo energético, os impactos ambientais são consideravelmente reduzidos também. Baseado no fato de que a energia é uma fonte esgotável, é preciso ter consciência e adotar atitudes de mudanças de hábitos para economizá-la. Como exemplo, pode-se destacar:

- Dar preferência às lâmpadas de LED;
- Desligar as lâmpadas quando não estão sendo utilizadas;
- Usar ao máximo a iluminação natural;
- Pintar as paredes internas da casa com cores claras, pois elas refletem melhor a luz;
- Manter portas e janelas fechadas ao utilizar o ar condicionado ou aquecedores;
- Utilizar a máquina de lavar roupas lavando a maior quantidade de uma só vez;
- Programar o monitor do computador para desligar automaticamente quando não estiver sendo utilizado;
- Dar preferência aos equipamentos com certificação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).

4.5.4 Gestão e economia da água

Barbosa (2021, p.298) afirma que “o consumo e a gestão eficiente da água são um dos requisitos mais importantes para o desenvolvimento de edifícios verdes, especialmente para aqueles que buscam a constatação de uma certificação sustentável”.

Segundo Gritti e Landini (2010), a água é essencial para a vida e sua gestão responsável se dá através da redução do seu consumo e da redução na perda de água infiltrada. Em uma construção sustentável, uma das formas de preservar esse recurso é fazendo o reuso da água da chuva. Para que isso ocorra, é necessário que se faça um estudo para verificar o volume pluviométrico da região. A água proveniente da chuva, é armazenada e submetida a um tratamento primário, podendo assim ser utilizada em descargas, lavagens de pisos e até na irrigação de jardins, por exemplo.

4.5.5 Gestão dos resíduos na edificação

De acordo com Gritti e Landini (2010, p.27), “o objetivo principal da Gestão de resíduos é prevenir, separar e reciclar qualquer tipo de lixo, seja ele resultante da construção de um empreendimento, seja resultante do uso doméstico”.

Para que os resíduos consigam ser reciclados e reutilizados, é necessário disponibilizar caixotes de lixo que permitam a separação dos mesmos. A Figura 13 traz uma ilustração de como seria essa separação.

Figura 13 – Resíduos sólidos separados por categoria



Fonte: Thórus Engenharia, 2020

4.5.6 Uso racional de materiais

Gritti e Landini (2010, p. 29) afirmam os materiais devem ser analisados com base na sustentabilidade, para que sua escolha seja feita de maneira que resulte na geração mínima possível de impactos ambientais. Isso envolve a análise das suas especificidades, procedência, produção, transporte, ciclo de vida, entre outros.

Para Conceição e Santos (2021), essa análise juntamente com um bom projeto, resulta em benefícios ambientais e sociais, seguindo a viabilidade econômica.

A Figura 14, ilustra alguns exemplos de produtos e materiais sustentáveis que podem ser utilizados na construção civil.

Figura 14 – Produtos e materiais sustentáveis



Fonte: SustentArqui, 2014

4.5.7 Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis

Os autores Gritti e Landini (2010) destacam que um dos princípios de uma construção sustentável é o uso de materiais ecológicos. Os produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis devem atender aos quesitos de ecologia, economia, saúde e responsabilidade social.

No que se refere ao quesito da ecologia, deve ser comprovado o desempenho sustentável de produtos e tecnologias utilizadas, quanto as suas especificações.

Já com relação ao quesito da economia, é importante fazer o uso de produtos e tecnologias que estejam dentro da realidade financeira do cliente.

A respeito do quesito da saúde, é importante que se avalie a biocompatibilidade dos produtos para que se obtenha um ambiente de qualidade e saudável.

Por fim, o quesito de responsabilidade social também é indispensável. Devem-se utilizar materiais que estejam normatizados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma construção dita sustentável segue princípios de responsabilidade ambiental e fornece a população construções que garantirão uma melhor qualidade de vida, uma vez que a adoção de medidas sustentáveis implicará nisso.

As práticas sustentáveis, aplicadas corretamente, na construção civil geram conforto ao homem e também preservam a natureza de forma global.

A urbanização é necessária, isso faz parte do desenvolvimento de um país. O mundo contemporâneo está repensando, na área da construção civil, uma nova forma de se “construir”, com isso as práticas sustentáveis estão sendo adotadas, possibilitando a realização de construções sustentáveis, tornando-as ecológicas, obedecendo todas as diretrizes ambientais.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Larissa Duarte Alves. **Sustentabilidade na construção civil: Reuso da água.** *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 7, n. 7, p. 296-301, jul. 2021. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1685/678>. Acesso em: 01 abr. 2024.

BRUNDTLAND, G. H. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**, 1987. Disponível em: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2024.

CARVALHO, Gláucia Oliveira. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: Uma visão contemporânea.** *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 779-792, mar. 2019. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6707/4348. Acesso em: 26 fev. 2024.

CONCEIÇÃO, Jansen Ferreira da; SANTOS, Mischelle Paiva dos. **Construção Sustentável. Engenharia na Prática: Construção e inovação**, [s. l], v. 3, p. 426-458, 30 jul. 2021. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/194/158>. Acesso em: 31 mar. 2024.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/34341904/MONOGRAFIA_SUSTENTABILIDADE_NA_CONSTRU%C3%87%C3%83O_CIVIL. Acesso em: 03 mar. 2024.

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: 02 mar. 2024.

ELKINGTON, J. **Partnerships from Cannibals with Forks: The Triple Bottom line of 21st Century Business**. Autumn, 1998. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5578099/mod_resource/content/1/Elkington_Triple_Bottom_Line.pdf. Acesso em: 26 fev. 2024.

FERNANDES, André Luiz Genelhú. **Sustentabilidade das Construções: Construções para um futuro melhor - reaproveitamento da água**. 2009. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://www.aemengenharia.com.br/site/wp-content/uploads/2016/03/Monografia-André-Luiz-2009.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2024.

FGV - CES Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/>. Acesso em: 27 fev. 2024.

FLORIM, Leila Chagas; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. **Contribuição para a construção sustentável: Características de um projeto habitacional eco-**

eficiente. **Engevista**, v. 6, n. 3, p. 121-132, dez. 2004. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/8776>. Acesso em: 26 fev. 2024.

GRITTI, Giovana Cássia Marinelli; LANDINI, Marcelo Camargo. **Construção Sustentável: Uma opção racional**. 2010. 88 f. TCC (Graduação) - Universidade São Francisco, Itatiba, 2010. Disponível em: <https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1977.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2024.

HONDA, Wilson Saburo. **Certificação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Corporativos no Brasil**. 2016. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-24062016-144055/publico/WilsonSaburoHondaPPGECcorr2016.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2024.

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: 01 mar. 2024.

LIMA, Sérgio Ferraz de. **Introdução ao conceito de sustentabilidade aplicabilidade e limites**. **Cadernos da Escola de Negócios**, v. 4, n. 4, p. 14-27, jul. 2006. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernosnegocios/article/view/2150>. Acesso em: 26 fev. 2024.

MENDONÇA, Monalisa Martins. **Sustentabilidade na Construção Civil: Realidade ou utopia?**. 2010. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9K9H7L/1/sustentabilidade_na_constru_o_civil_realidade_ou_utopia.pdf. Acesso em: 02 mar. 2024.

RIBEIRO, Marina Almeida; CRUZ, Matheus Bruno Dias; MONTEIRO, Isabella Pearce de Carvalho. **O desafio da sustentabilidade na construção civil: Aspectos legais e jurisprudenciais**. **Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, v. 1, n. 5, p. 1-19, 2016. Disponível em: https://sou.undb.edu.br/public/publicacoes/o_desafio_da_sustentabilidade_na_construcao_civil_-_aspectos_legais_e_jurisprudenciais_-_marina_almeida_e_matheus_bruno_cruz.pdf. Acesso em: 10 mar. 2024.

SAVITZ, Andrew W.; WEBER, Karl. **A empresa sustentável: O verdadeiro sucesso é lucro com responsabilidade social e ambiental**. Elsevier, 2007.

SEVERIANO JUNIOR, Wagner Oliveira. **Construção verde: emprego de recursos renováveis na construção civil**. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 7, n. 7, p. 792-807, jul. 2021. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1719/708>. Acesso em: 28 mar. 2024.

SILVA, D. da, C. C., **Sc: Sustentabilidade Corporativa**. In: Anais VI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT, Resende, RJ, 2009. Disponível em:

https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/31_cons%20teor%20bacha.pdf.

Acesso em: 22 fev. 2024.

SILVA, Diogo Hilário da et al. **Construção sustentável na engenharia civil. Cadernos de Graduação:** Ciências exatas e tecnológicas, Alagoas, v. 4, n. 2, p. 89-100, nov. 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/5204/2559>. Acesso em: 31 mar. 2024.