

# SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM REGIÕES DE CLIMA TROPICAL

## *SUSTAINABLE SOLUTIONS IN CIVIL CONSTRUCTION IN TROPICAL CLIMATE REGIONS*

---

Carini Soraia Pereira Lima 1

Aymara Gracielly N. Colen 2

---

**Resumo:** O uso de tecnologias sustentáveis para o avanço do setor da construção civil é necessário para a atualização da sociedade. Com isso, essa pesquisa tem por objetivo apresentar soluções mais sustentáveis para aplicação em regiões de clima tropical, foram pesquisadas o Tijolo ecológico, a Energia Solar, uso do Bambu, Bioconcreto e a aplicação do conceito de cidade esponja, reconhecendo as que já são utilizadas e verificando o potencial que pode e deve ser empregado em regiões de clima tropical, levando em consideração regiões com materiais e métodos construtivos semelhantes, nas alvenarias de vedação, favorece a economia e extração de materiais. A energia solar contribui de forma significativa para que a energia chegue em todos os locais. O bambu, bem como a fabricação de tijolos ecológicos é interessante devido sua variabilidade de utilização, até mesmo na parte estrutural das obras. O Bioconcreto, por sua vez, é capaz de reduzir o uso do concreto convencional e promover a redução de poluentes, além de expressiva extração de matéria prima. O uso de materiais com este caráter reduz impactos ambientais em toda a cadeia produtiva do setor e implica na construção de forma saudável para um ambiente com mais formas práticas que atenderiam a todos, além de beneficiar a construções em regiões mais carentes. A aplicação do conceito de cidade esponja é fundamental para o aprimoramento da drenagem dos municípios. A pesquisa resultou no compilado de tecnologias favoráveis ao meio ambiente e que competem em alternativas a serem aplicadas na construção civil futuramente.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento. Qualidade Ambiental. Materiais Renováveis.

**Abstract:** The use of sustainable technologies for the advancement of the civil construction sector is necessary for the upgrading of society. With this, this research aims to present more sustainable solutions for application in tropical climate regions, the ecological brick, solar energy, use of Bamboo, Bioconcrete and the application of the concept of sponge city were researched, recognizing those already used and verifying the potential that can and should be employed in tropical climate regions, taking into consideration regions with similar materials and construction methods, in masonry sealing, favors the economy and extraction of materials. Solar energy contributes significantly to the fact that energy can reach everywhere. Bamboo, as well as the manufacture of ecological bricks is interesting due to its variability of use, even in the structural part of the works. Bioconcrete, in turn, is able to reduce the use of conventional concrete and promote the reduction of pollutants, besides the expressive extraction of raw materials. The use of materials with this character reduces environmental impacts throughout the sector's productive chain and implies building in a healthy way for an environment with more practical forms that would serve everyone, besides benefiting buildings in needier regions. The application of the sponge city concept is fundamental for the improvement of municipalities' drainage. The research resulted in the compilation of environmentally-friendly technologies that compete in alternatives to be applied in civil construction in the future.

**Keywords:** Development. Environmental Quality. Renewable Materials.

---

1- Discente do curso de Engenharia Civil Faculdade ITOP. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5028470723025658>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8525-0778>. E-mail: [carinisoraiia00@gmail.com](mailto:carinisoraiia00@gmail.com)

2- Mestre em Recursos Energéticos Renováveis, Eng. Ambiental, Especialista Inovação Tecnológica, Professora e Pesquisadora do Curso de Eng. Civil, Faculdade ITOP. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1142902896675039>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7173-4680>. E-mail: [eng.colen@gmail.com](mailto:eng.colen@gmail.com)

## Introdução

A sustentabilidade vem sendo procurada e definida ao longo do tempo, ganhando destaque sobretudo nos anos 90, uma definição mais comum e que tomou notoriedade foi “assegurar os recursos suficientes para as gerações futuras terem qualidade de vida similar à nossa”, dita pela antiga Primeiro-ministro da Noruega H. Brundtland, sendo reconhecido como meta na Conferência Mundial sobre o meio ambiente do planeta – Rio 1992 como alvo a ser atingido pelo Mundo.

Em novembro de 1994 ocorreu a Primeira Conferência Mundial sobre Construção Sustentável, onde foram definidos seis princípios básicos para se garantir um futuro sustentável: minimizar o consumo de recursos; maximizar a reutilização dos recursos; utilizar recursos renováveis e recicláveis; proteger o ambiente natural; criar um ambiente saudável e não tóxico e fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído (PINHEIRO, 2003).

Atualmente, as conferências que ocorrem normalmente a cada 5 anos, mas também possuem encontros anuais que buscam promover acordos em que os países possam assinar e se comprometer com o avanço do desenvolvimento sustentável e exigências para que os países que não estejam fazendo sua parte sejam devidamente cobrados, no ano de 2021 ocorreram dois encontros, o encontro da cúpula do clima e a COP26 (IBERDROLA, 2021).

As construções humanas buscam a criação de espaços que satisfaçam determinadas necessidades, satisfazendo algumas funções determinadas pelas atividades domésticas, sociais, econômicas etc. realizadas com a proteção das ações do meio ambiente. Dessa forma surgem as habitações na busca eterna do homem pela proteção das intempéries, ao longo do tempo, pela transmissão do conhecimento, padronização de técnicas e materiais, delineando um meio artificial na busca de um refúgio, que propiciasse resguardo, domínio territorial e habitacional, se tornando essencial para isso o conhecimento que torne viável a utilização de recursos oferecidos pelo meio ambiente local, desenvolvimento de programas e técnicas construtivas, desenvolvidas através do conhecimento de diversas culturas e que mais se adequem ao meio em que está inserido, originando um invólucro seletivo e corretivo das manifestações climáticas, e que lhe ofereça as mais diversas formas de proteção (CIANCIARDI, 2014).

As edificações mais sustentáveis consistem em desenvolver um sistema construtivo que atenda às necessidades do usuário, preservando o meio ambiente e propiciando qualidade de vida ao mesmo tempo que procura reduzir os impactos ambientais. Esse modelo deve utilizar materiais naturais, reciclados ou não, que preservem o meio ambiente e que busca soluções para os problemas gerados por ela mesmo, dessa forma tem-se o início na concepção projetual, que utiliza os recursos naturais de forma consciente, se apropriando de estudos da insolação e do (bio)clima regional, aumentando a eficiência energética e garantindo conforto ambiental para a construção. Se atenta obviamente ainda à escolha dos materiais que tenham baixa agressividade ao meio e sejam duráveis, levando em consideração o ciclo de vida do empreendimento e dos materiais e técnicas utilizadas.

Destarte, o objetivo desse estudo é investigar tecnologias que possam ser utilizadas com materiais de construção mais sustentáveis para atuar de maneira eficiente e contributiva em regiões de clima tropical.

## Referencial Teórico

### Cidades Sustentáveis

O conceito de cidade sustentável tem como ponto principal o desenvolvimento sustentável considerando as variantes da sociedade, sabendo que por muito tempo o desenvolvimento das grandes cidades sempre foi atrelado às questões de degradação ambiental e maneiras nada sustentáveis para a sua evolução.

A Conferência conhecida como RIO 92, foi um marco para o início da busca por um

desenvolvimento sustentável, foi a partir dessa conferência que foi criada a Agenda 21 e a Carta da Terra, que são basicamente diretrizes para o tão cobiçado desenvolvimento sustentável e outras medidas para que os países assumam responsabilidade sobre sua emissão de poluentes.

A agenda 21 não é uma agenda ambiental. É uma agenda para o desenvolvimento sustentável, cujo o objetivo final é a promoção de um novo modelo de desenvolvimento (GADOTTI, 2002).

Em 2021 foi realizado a cúpula do clima, onde mais de 40 países se reuniram para discutir medidas para a diminuição dos gases poluentes e medidas para o desenvolvimento sustentável (CAPPI, 2021). Ainda em 2021, ocorreu a COP26, que é a conferência das partes, onde foram reunidos 196 países para discutirem os resultados do acordo de Paris e analisarem as mudanças que foram feitas desde a COP25, em Madri, e estabelecerem novas metas para a redução dos impactos ambientais (BBC 2021).

Sabendo que o homem sempre teve ligação direta com o meio ambiente, seu desenvolvimento deve ser cauteloso para que não seja prejudicial ao seu habitat natural, durante as grandes revoluções industriais sempre foi possível perceber que por acreditar que o meio seria uma fonte infinita de bens, o homem sempre atropelou qualquer modo ambientalmente correto para que se fosse construído tecnologias que atendessem suas expectativas acima de qualquer opção ambiental, porém com a constante evolução estudiosos conseguiram perceber que as ações desmedidas impactavam o meio biológico de maneira, por muitas vezes, irreversível.

As cidades sustentáveis são criadas a partir da aplicação da agenda e das cartilhas para desenvolvimento sustentável, são formadas com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável das metrópoles para que se tenham ambientes ambientalmente saudáveis e em harmonia. Atualmente no Brasil já existem cidades que podem ser classificadas como cidades sustentáveis, sendo elas Curitiba-PR, Paragominas – PA, João Pessoa – PB, são exemplos de algumas dessas cidades que em consenso com o Governo do Estado e o Governo federal, conseguiram, de certo modo implantar medidas de desenvolvimento que sigam o princípio da sustentabilidade. São cidades caracterizadas por uma boa arborização, transporte público eficiente, política de resíduos e diversos outros métodos (GREEN SÃO PAULO, 2020).

As normativas utilizadas como base para a construção dessas cidades seguem em desenvolvimento, atualmente existe a NBR ISO 37120:2017 que é a primeira normativa nesse ramo e consiste em determinar diretrizes para a construção de comunidades sustentáveis e apontar medidas a serem adotadas para cumprir esse objetivo. A norma traz no seu escopo uma sequência de medidas a serem adotadas em diversos campos de uma cidade, como educação, saúde, energia, controle de resíduos sólidos, saneamento e esgotamento, transporte, planejamento urbano e diversas outras áreas básicas (NBR ISO 37120, 2017).

No país atualmente há três certificações de suma importância para o desenvolvimento sustentável, sendo elas a certificação Leed, Aqua e o Selo Casa Azul. A certificação Leed, consiste em uma certificação criada em 1992 nos Estados Unidos, com o objetivo de fomentar as práticas sustentáveis, para obter a certificação é necessário cumprir os requisitos, que são: localização e transporte, terreno sustentável, uso da água, materiais e recursos, inovação e design, propriedades regionais, ambiente interno. Cada um dos requisitos é analisado e pontuado, e somente após isso é dada a certificação de acordo com a pontuação conquistada (CTE, 2019).

A certificação AQUA, foi criada em 1974 na França e veio para o Brasil em 2008, é uma das certificações mais importantes do mundo e é obtida por meio de auditorias presenciais, onde a Fundação Vanzolini, que é responsável pelas avaliações no Brasil e às executa de maneira presencial, a certificação é obtida nas etapas da obra, sendo no pré-projeto, projeto e execução, e requer a implantação do SGE, que é o sistema de gestão do empreendimento e também exige que atenda as categorias de qualidade ambiental do ambiente (CTE, 2019). O Selo casa azul + Caixa, se divide em duas certificações, de projetar e habitar, esse selo possibilita desconto nas taxas de juros tanto para construtores quanto para quem vai adquirir o imóvel, é uma

ferramenta de classificação ASG, Ambiental Social e Governança (CAIXA, 2021).

As certificações nas construções contribuem para que as cidades se desenvolvam de maneira consciente e sustentável, por isso o uso desses certificados fomenta e subsidia os construtores/empreiteiras de maneira ambientalmente corretas em obras e empreendimentos, reconhecendo as ações ambientais, para os usuários dos imóveis, podem ter resultados como economia de energia e água, além na redução de custos com condomínios, dentro outros (CTE, 2019).

## **Materiais de Construção em Países de Clima Tropical**

As regiões centrais do globo terrestre, onde está predominantemente marcada a zona tropical, possui como característica o clima mais seco e com estações climáticas bem definidas, nessas regiões as propriedades dos materiais utilizados para construção civil são bem semelhantes devido suas condições de aplicação.

Os materiais de construção civil são cruciais para a execução de qualquer obra, com isso é importante a análise do que é utilizado e quais as possíveis alterações, os materiais de construção afetam diretamente o meio ambiente desde o seu processo de extração e fabricação até o seu descarte, destinação ou disposição, após virar entulho, a substituição por materiais sustentáveis são medidas eficazes para a construção mais consciente e verde.

Regiões com clima tropical são caracterizadas por climas mais secos e diferenças térmicas no decorrer do dia, por possuir essa característica os materiais de construção utilizados nesses locais sofrem com a deterioração por causa da radiação intensa, a pintura, impermeabilização sofrem interferência por causa do calor, as estruturas sofrem com as dilatações devido as mudanças térmicas, e a vida útil dos materiais é reduzida devido a grande influência das altas temperaturas (RIBEIRO, 2013).

No Quadro a seguir é possível verificar alguns dos materiais mais utilizados no Brasil (América do sul), Moçambique (África), Austrália (Oceania), Cabo Verde (África).

**Quadro 1.** Materiais construtivos

<b>País</b>	<b>Métodos</b>
Brasil	- Alvenaria - Concreto Armado - Estrutura de aço
Moçambique	- Alvenaria - Concreto
Austrália	- Estrutura de madeira; - <i>Steel Frame</i>
Cabo Verde	- Construção com a utilização de pedra basalto.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

Percebe-se, portanto, que a construção nesses países muda de acordo com sua particularidade, o uso varia muito com os costumes de cada país, onde variam a disponibilidade, os avanços tecnológicos e a necessidade de cada local. Levando em consideração cada local, algumas tecnologias podem ser adotadas em prol da sustentabilidade no ambiente. Sendo elas, energia solar, tijolos ecológicos, o uso do bambu no concreto e nas construções além de métodos a serem aplicados como controle de resíduos e outros fatores, mas a construção sustentável ela vai muito além do uso apenas de tecnologias, vai desde o princípio no planejamento adequado da obra para definição dos melhores métodos a serem implantados.

## **Materiais e Tecnologias Sustentáveis**

### **Tijolo Ecológico**

O tijolo ecológico é uma das inovações em materiais de construção mais interessantes lançadas no mercado, consiste em um tijolo para alvenaria de vedação que é composto por argila e outros materiais reutilizáveis, como: resíduos sólidos de construção, lodo produzido nas estações de tratamento de água e esgoto, bagaço de cana-de-açúcar, coco babaçu e diversos outros materiais (PEREIRA, 2019).

O tijolo ecológico, assim também chamado, é uma alternativa para suprir uma carência habitacional devido ao baixo custo da construção, uma vez que busca valorizar os materiais naturais (MOTTA, 2014).

É um método muito usual e de fácil adaptação nos locais para execução das obras em que forem adotadas por eles, devido ao fato de a matéria prima ser de fácil acesso, pois a matéria prima principal é terra bruta. Esse material tem como vantagem:

- - Economia no período de execução da obra;
- - Economia de ferro e concreto;
- - Redução do uso de formas;
- - Qualidade Ambiental;
- - Redução no consumo energético e no consumo de água;
- - Alta durabilidade;
- - Facilidade.

E apresenta como desvantagem:

- - Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada;
- - Alto custo do milheiro

O tijolo ecológico possui como norma a ABNT NBR 10833:2012 e a NBR 8492:2012, que regulamentam a fabricação das peças de tijolo solo-cimento, e determinam seus padrões de resistência e da absorção da água. A padronização na fabricação dessas peças permite que sua utilização seja vistoriada com base no que se solicita, e garantem a segurança da utilização desse tipo de alvenaria.

Em regiões com clima predominantemente tropical, a utilização desse material permite que se tenha um controle térmico melhor e permite a redução da utilização de materiais fazendo com que a obra seja mais limpa e reduza a agressão ao meio biótico.

### **Energia Solar**

Quando se pensa em energia solar, conclui-se rapidamente que seria uma solução inviável para regiões carentes como, por exemplo, algumas regiões localizadas no Brasil e no continente africano, mas tendo como convicção que essa tecnologia pode ser utilizada de

diversas formas a fim de promover a independência energética de regiões mais necessitadas e de difícil acesso, é possível analisar formas para sua implantação.

Hoje os sistemas de energia solar podem ser utilizados na geração para energia em residências, podendo ser completamente independente com o uso de baterias, pode ser utilizado para a geração de energia para motores e bombas, geralmente utilizados em poços, aquecimento de água e diversos outros fatores.

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007).

O sistema de energia solar pode ser subdividido em fotovoltaica ou heliotérmica, onde a fotovoltaica consiste na conversão direta da radiação solar em energia elétrica, esse sistema é composto por módulos fotovoltaicos formados por células compostas geralmente por silício, onde a irradiação solar provoca a aceleração das células e assim gerando eletricidade, esse sistema geralmente é composto por um sistema de baterias para o armazenamento da eletricidade ou por um sistema de inversores (SOUSA, 2021)

Já a energia solar heliotérmica, é formada por uma placa que reflete a luz solar em um determinado ponto, e com isso provoca o aquecimento de um líquido disponível no sistema, que funciona como um dispositivo de armazenamento, e após isso é distribuído esse calor para os geradores (SOUSA, 2021).

A energia solar apresenta como vantagem:

- - Energia limpa
- - Silenciosa
- - Fácil e rápida instalação
- - Resistente à intempéries
- - Pode ser utilizado em áreas isoladas

Desvantagens:

- - Alto custo de aquisição
- - Não gera no período noturno.

O clima tropical é caracterizado por receber alta irradiação solar; com isso altas temperaturas, mas também é um fator positivo para a adoção dos sistemas de geração de energia solar; o clima tropical favorece a geração de energia solar, diferentemente dos outros climas, com isso a aplicação nessas regiões contribuiria com a redução da utilização de fontes de energia não renováveis (DOLLA, 2018).

## **Bambu**

O bambu é uma gramínea vegetal que consegue se adaptar bem em climas predominantemente tropical, portanto, é um material interessantíssimo para aplicação nas zonas de pesquisa, por ser considerado um material com boa resistência, leveza e durabilidade é uma ferramenta que está tomando espaço nas arquiteturas.

Para a aplicação desse material deve-se saber bem a finalidade do seu uso na obra para que se possa estudar o tipo correto para a finalidade desejada, o bambu possui duas ramificações, herbáceos e lenhosos, onde os lenhosos são os mais elevados e semelhantes as árvores e os herbáceos são mais semelhantes à arbustos (SOUZA, 2014).

O bambu pode ser utilizado na construção de maneira geral, decorativo e estrutural, assim como os outros materiais deve ser testado para que se obtenham os dados de resistência

à flexão, tração e cisalhamento, é uma peça promissora e que deve ter seu estudo melhorado. O bambu em seu estado natural possui uma vida útil bem reduzida, devido a isso é necessário que quando utilizado passe por processos químicos a fim de evitar ataques de insetos e ações das intempéries (MARQUES, 2020).

O bambu pode ser utilizado como pilares, desde que sua base não tenha contato direto com o solo, como vedação, em conjunto com a argamassa as ripas de bambu podem ser utilizadas para que se faça o levante das paredes de vedação, no telhado pode ser aplicado como telha, fazendo as devidas amarrações (SANTOS, 2021)

Possui como vantagens:

- - Boa resistência a tração e a compressão
- - Boa elasticidade
- - Bom isolante térmico e acústico
- - É um material econômico e renovável
- - Material leve e sustentável.

As desvantagens:

- - Não possui norma brasileira
- - A durabilidade varia, caso o bambu não tenha o tratamento ideal
- - Quando perde água é um material que apresenta um alto índice de encolhimento.

Em regiões de clima tropical, o bambu pode ser facilmente utilizado devido sua boa aplicação nesse tipo de clima, na Ásia, por exemplo, já é um material bastante utilizado nas construções e acabamentos de maneira geral. O Brasil não possui normatização relacionado ao seu uso, existem estudos que estão em busca na normatização desse material, que é um material que é implantado em diversas obras, na fabricação de tijolos ecológicos ou em pequenas estruturas, além de ser decorativo (SANTOS, 2021).

## **Bioconcreto**

O concreto, hoje, é o material mais utilizado em obras de construção civil, por sofrer diversas reações químicas no seu processo de cura é um material que solta muito dióxido de carbono na atmosfera, com isso, era necessário que alguma medida fosse elaborada para que essa substância tão utilizada pudesse se tornar ambientalmente mais correta.

Em 2006 o microbiologista, Dr. Henk Jonkers, iniciou seu estudo com bactérias vulcânicas que possibilitariam a regeneração de fissuras no concreto, essas bactérias foram selecionadas devido ao fato de sobreviverem sem oxigênio em altas temperaturas, essa tecnologia quando aplicada permite que fissuras de até 8mm se regenerem, diminuindo a necessidade de reparos e consequentemente diminuindo os gastos (ABREU, 2019).

O uso desse tipo de concreto contribuiria para a diminuição da emissão de gases poluentes na atmosfera, seria um material com vida útil prolongada, reduzindo assim as manutenções e os gastos, infelizmente por ser um material com descoberta recente, o bioconcreto ainda não possui normas ativas no Brasil, é um material que está em fase de testes, porém muito promissor.

## **Cidade Esponja**

Conforme o crescimento das cidades, cada ano que passa surgem mais problemas relacionados a sua estrutura e o seu impacto ambiental, as grandes cidades hoje enfrentam

problemas como inundações, altas temperaturas e a falta de estrutura para lidar com tudo isso.

Hoje, por ser um problema constante, pensar em medidas de drenagem são cruciais no desenvolvimento, o conceito das cidades esponjas é contribuir com o escoamento da água, com isso o uso de parques alagáveis, jardins verticais, telhados verdes, calçamento impermeável e outras medidas são formas de amenizar tais impactos (ARCHDAILY, 2022)

A aplicação desse conceito contribui para que a água seja armazenada e drenada de maneira correta, sem que interfira no sistema de esgotamento sanitário, fazendo com que a água siga seu curso correto e permita a sua reutilização (FOGEIRO, 2019)

Possui como vantagem:

- - Melhor qualidade de água
- - Redução do risco de inundação
- - Menor carga para o sistema de drenagem
- - Restaura a biodiversidade
- - Ajuda com o clima

## Metodologia

A metodologia utilizada para o levantamento desse trabalho é a revisão bibliográfica de artigos, normas, cartas cartográficas e livros, para investigar materiais sustentáveis que podem ser aplicados na construção civil localizadas em regiões tropicais.

As zonas climáticas são devidamente divididas no globo terrestre, a zona tropical, corta toda a região e entre os trópicos de câncer e capricórnio, nessa região conseguimos verificar que há países de diversos continentes, como: América do Sul, África, Ásia e Oceania. O englobamento dessas regiões faz com que essa zona seja formada por características climáticas semelhantes, que consistem em estações do ano marcadas por período chuvoso e período de seca.

Durante o processo da pesquisa, foram levantadas tecnologias aplicáveis na região de estudo e que tivessem fins ambientais, tais tecnologias foram levantadas levando em consideração a sua aplicação, por meio de pesquisas chegamos em algumas tecnologias como: Tijolo ecológico, uso do Bambu na construção, a implantação de energia solar e o bioconcreto. São tecnologias consideravelmente novas e por isso possuem poucas normas ativas.

## Resultados e Discussões

O uso de tecnologias para que se tenha cidades mais sustentáveis e ambientalmente corretas contribuem para o desenvolvimento sustentável global, com isso fez-se necessário um levantamento de tecnologias que se adaptem bem nas variações climáticas de regiões como as de clima tropical.

Deste modo, o uso das três tecnologias apontadas na pesquisa possuem a função de levar sustentabilidade em locais de clima tropical e a inovação para que se garanta qualidade de vida e novos modelos de construção, o uso dos tijolos ecológicos fomentariam na troca do uso de tijolos cerâmicos ou de concreto para alvenaria de fundação, levando em consideração que esses materiais possuem um gasto maior de matéria prima na sua produção, o tijolo ecológico de acordo com os estudos apresenta resistência média de 2 MPA, sendo até mesmo superior aos materiais mais usuais de vedação.

A energia solar, sempre foi uma maneira eficiente e limpa de geração de energia, diferentemente dos outros modos de geração que necessitam de um alto investimento para sua construção e distribuição, a energia solar por ser individualizada se torna mais adaptável

nos locais de instalação, outro grande benefício é sua longevidade de vida útil na geração, visto que os fabricantes garantem 80% da geração das placas por 25 anos, garantindo assim energia limpa por vários anos

O bambu como material para construção só comprova como o avanço tecnológico pode contribuir; o bambu pode ser utilizado em diversas áreas, desde a fabricação dos tijolos ecológicos, peças decorativas à peças estruturais, por ser uma planta com crescimento acelerado contribui mais ainda para que seja uma construção ambientalmente saudável.

A utilização do bioconcreto nos aponta como a evolução da ciência pode melhorar de maneira exuberante a vida urbana e ambiental. Pode permitir a redução no uso do concreto convencional, diminuindo a emissão de gases poluentes e facilitando as manutenções em locais mais complicados, devido sua regeneração.

Por fim, a aplicação do conceito de cidade esponja, contribuiria para o manejo das águas pluviais e o processo de drenagem das cidades, aliado a regiões de clima tropical favoreceria com o controle do clima, visto que, as cidades se tornariam locais mais arborizados e assim permitiriam um melhor controle de humidade.

## Considerações Finais

Em síntese, a utilização de tecnologias verdes nas construções é uma maneira eficiente de promover o desenvolvimento sustentável das cidades, a ideia de utilizar tecnologias verdes com o intuito de adaptação em climas tropicais induz enxergar por um novo ponto de vista essa região, visto que as oscilações de temperatura influenciam fortemente as construções, utilizar tecnologias que promovam o bem estar e sejam limpas.

A aplicação de tecnologias ambientalmente corretas promoveria o desenvolvimento limpo e sustentável das cidades, a promoção desses incentivos faz com que a sociedade também se conscientize de que as medidas sustentáveis são a melhor saída para o desenvolvimento. Ano após ano a ciência consegue evoluir maneiras que promovam a construção civil de forma sustentável, a aplicação desses métodos pode contribuir de maneira decisiva no cumprimento dos acordos estabelecidos nas conferências mundiais do meio ambiente.

O uso dessas tecnologias em região tropical é uma das formas de amenizar os efeitos causados pelas altas temperaturas e o clima seco, são formas de conectar o cuidado ambiental com a construção, a implantação dessas tecnologias serve como abertura para a adesão de ideias ambientais como as casas biológicas, onde são casas construídas com tecnologias sustentáveis e meios autossuficientes. A apresentação dessas tecnologias é focada principalmente na apresentação dos estudos como ponto de partida para que se tenha maneiras de construir com métodos menos degradantes ao meio ambiente.

## Referências

**ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR ISO 37120:2017.** Desenvolvimento sustentável de comunidades – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Rio de Janeiro, p.87.2017.

**ABREU, Brendon Garcia et al.** Bioconcreto. *Diálogos Interdisciplinares*, v. 8, n. 2, p. 45-55, 2019.

**ARCHDAILY TEAM.** “O que é uma cidade-esponja e como ela funciona?” 17 Abr 2022. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/979435/o-que-e-uma-cidade-esponja-e-como-ela-funciona>. ISSN 0719-8906

**BBC NEWS.** COP26 Quais as grandes metas da ONU para limitar as mudanças climáticas?. Notícia. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/bbc/2021/08/09/cop26-quais-as-grandes-metas-da-onu-para-limitar-as-mudancas-climaticas.htm>. 2021

**CAPPI, Lis.** Cúpula do clima: entenda o que é e quais serão os impactos no Brasil. Disponível em: <https://www.sbtnews.com.br/noticia/mundo/166222-cupula-do-clima-entenda-o-que-e-e-quais-serao-os-impactos-no-brasil>. 2021

**CEF. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL.** Selo casa azul + Caixa. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>. 2021

**CTE. CENTRO DE TECNOLOGIAS E EDIFICAÇÕES. LEED:** O que é e qual sua importância?. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/sustentabilidade/certificacao-leed/>. 2019

**CTE. CENTRO DE TECNOLOGIAS E EDIFICAÇÕES.** O que é a certificação AQUA e qual sua importância. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/sustentabilidade/certificacao-aqua/>. 2019

**DOLLA, Ruany.** Comparação de desempenho de um sistema fotovoltaico composto por seis tecnologias em clima tropical e subtropical. Disponível em: [https://fotovoltica.ufsc.br/artigos\\_em\\_anais/CBENS\\_Ruany\\_Helena\\_Ricardo.pdf](https://fotovoltica.ufsc.br/artigos_em_anais/CBENS_Ruany_Helena_Ricardo.pdf). 2018

**FIAS, Bruna Barbosa; DE SOUZA, Daniel Sarto.** Construção sustentável com tijolo ecológico. Revista Engenharia em Ação UniToledo, v. 2, n. 1, 2017.

**FOGEIRO, Jéssica Simões.** Cidade Esponja-Aplicação do Conceito e Métodos no Bairro Marechal Gomes da Costa, Porto. 2019.

**GADOTTI, Moacir; BORN, R. H.** Agenda 21 Global e a Carta da Terra. Diálogos entre as esferas global e local: contribuições de organizações não-governamentais e movimentos sociais brasileiros para a sustentabilidade, equidade e democracia planetária, p. 49-66, 2002.

**GREEN SÃO PAULO.** As cidades mais sustentáveis do Brasil. Notícia. Disponível em: <https://greensaopaulo.com.br/as-cidades-mais-sustentaveis-do-brasil/>. 2020

**JÚNIOR, Jaldo Maciel Marinho et al.** PRODUÇÃO DE BLOCOS SUSTENTÁVEIS COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS PARA APLICAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS. *Multidebates*, v. 4, n. 6, p. 101-115, 2020.

**LANA, Luana Teixeira Costa et al.** Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. *Engenharias On-line*, v. 1, n. 2, p. 21-33, 2015.

**MARINELLI, G. C. G; LANDINI, M. C..** Construção sustentável: uma opção racional, Adilson Franco Penteado, 2010, 88 fls., Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade São Francisco, Itatiba 2010, disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2149.pdf>, acesso em: 09/07/2021.

**MARQUES, Sara Corrêa; LUIZ, Gabriel Andrade; DA SILVA, Thalles Gumieri.** Emprego do bambu na construção civil. *Epitaya E-books*, v. 1, n. 12, p. 72-81, 2020.

**MARÇAL, Vitor Hugo Silva;** AMBIENTAL, CIVIL E. Uso do bambu na construção civil. Projeto final em Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

Brasília, 2008.

**MOTTA, Jessica Campos Soares Silva et al.** Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. *E-xacta*, v. 7, n. 1, p. 13-26, 2014.

**MOTTELSON, Johan.** Residência Compacta nos Assentamentos Informais de Maputo / Casas Melhoradas” [Compact Housing in the Informal Settlements of Maputo / Casas Melhoradas] 01 Ago 2018. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/899219/residencia-compacta-nos-assentamentos-informais-de-maputo-casas-melhoradas>> ISSN 0719-8906

**PEREIRA, Caio.** Tijolo ecológico: o que é, tipos, vantagens e desvantagens. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tijolo-ecologico/>. 2019

**PINHEIRO, M. D..** Construção Sustentável – Mito ou Realidade? In: *VII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente*, Lisboa, 6 e 7 de novembro de 2003.

**SANTOS, Carlos Rogério Boa Esperança dos.** Potencialidade do bambu como material de construção civil. 2021. 61 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

**SOUSA, Rafaela.** “Energia Solar”, Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-solar.htm> 2021.

**SOUZA, Andressa Martinelli de.** Os diversos usos do bambu na construção civil. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**VIEIRA, Juliana de Souza Reis.** Cidades Sustentáveis/Sustainable Cities. *Revista de Direito da Cidade*, v. 4, n. 2, p. 1-39, 2012.

NAIME, Roberto. *Uso de bambu na construção civil*. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2019/07/04/uso-de-bambu-na-construcao-civil-artigo-de-roberto-naime/>. 2019

Recebido em 30 de julho de 2022.

Aceito em 30 de agosto de 2022.