

Arquitetura bioclimática regional: táticas construtivas e materiais alternativos

Regional bioclimatic architecture: Constructive tactics and alternative materials

Ana Carolina Ruivo Reis^{1*}, Rosecélia Moreira da Silva Castro²

RESUMO

A construção civil está entre os setores mais importantes da economia brasileira e o crescimento traz toda cadeia de empresas ligadas a produção dos insumos e serviços. Consequentemente seu macro setor é responsável por um grande consumo de materiais, emissão de gases, uso de energia e água. Esse impacto reflete a necessidade de novos modelos de construção que fomentem a redução do consumo de energia, uso adequado da água, tratamento correto dos resíduos sólidos e uma menor utilização dos insumos naturais, sem deixar de lado o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas. Atitudes sustentáveis devem ser tomadas em todo o tempo de vida útil da obra, desde a preocupação com a preservação do canteiro e gestão de resíduos da construção, ao uso de materiais de maior vida útil e extraídos regionalmente, visando minimizar a energia inclusa em seu transporte. A adoção de empreendimentos imobiliários que preserve o meio ambiente acaba por ser uma necessidade populacional, tendo como desafio engajar o setor público em políticas de incentivo e fazer com que os agentes econômicos e a sociedade conheçam os benefícios das construções sustentáveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Empreendimentos; Arquitetura.

ABSTRACT

Civil construction is among the most important sectors of the Brazilian economy and growth brings the entire chain of companies linked to the production of inputs and services. Consequently, its macro sector is responsible for a large consumption of materials, gas emissions, energy and water use. This impact reflects the need for new construction models that encourage reduced energy consumption, proper use of water, correct treatment of solid waste and less use of natural inputs, without neglecting well-being and quality of life of people. Sustainable attitudes must be taken throughout the life of the work, from the concern with the preservation of the construction site and management of construction waste, to the use of materials with a longer useful life and extracted regionally, in order to minimize the energy included in their transport. The adoption of real estate projects that preserve the environment turns out to be a population need, with the challenge of engaging the public sector in incentive policies and making economic agents and society aware of the benefits of sustainable construction.

Keywords: Sustainability; Enterprises; Architecture.

¹ MBA em Gestão de Negócios na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo

*E-mail: carolinaruivoo@hotmail.com

² Universidade da Amazônia.

INTRODUÇÃO

A construção civil é hoje um dos mais importantes setores da economia brasileira e seu crescimento traz consigo toda uma cadeia de empresas ligadas a produção dos insumos e serviços. Consequentemente seu macro setor é responsável por um grande consumo de materiais, emissão de gases, uso de energia e água. A construção civil encontra-se como responsável por 38% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂), segundo relatório de situação global de 2020, feita pela ONU. (CBIC, 2022)

Esse impacto reflete a necessidade de novos modelos de construção que fomentem a redução do consumo de energia, uso adequado da água, tratamento correto dos resíduos sólidos e uma menor utilização dos insumos naturais, sem deixar de lado o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas. (CBIC, 2022)

A sociedade e o indivíduo vivem um momento em que se temem riscos relacionados à ação do homem e às mudanças climáticas que podem gerar grandes fomes, distúrbios sociais, migrações em massa, dentre outros. É neste contexto que emergem preocupações com a sustentabilidade econômica, ambiental e social um pensamento de longo prazo se tornou cada vez mais necessário (NOVAES, 2012). Em resposta a este panorama, cresce a construção sustentável, que determina uma revisão de toda cadeia de produção, a fim de torná-la menos prejudicial ao meio ambiente e mais eficiente, tanto no âmbito social quanto no econômico.

Os modelos habitacionais atuais, em sua maioria desconsideram o contexto ambiental, criando modelos de habitação que independem de suas características físico-climáticas, não sendo considerado o aproveitamento adequado da ventilação, insolação, e condicionantes topográficas do local (SOARES *et al.*, 2003). No Estado do Pará pode ser observado na construção civil a maior valorização da arquitetura de outros estados, em estilo e materiais construtivos, materiais esses que em sua maioria não são adequados para o clima de Belém, podendo causar desconforto térmico, o aumento da conta de energia, desvalorização da arquitetura e comércio local, dentre outros.

Diante disso, faz-se necessário e importante o debate e estudos acerca da sustentabilidade nas construções, assim como do estudo da climatologia, a fim de gerar conforto para seus residentes, através do maior conforto térmico e ambiental, e o barateamento das edificações. Segundo Pacheco (2013), o adequado sombreamento pode atenuar a transmitância térmica das envoltórias das edificações, melhorando o conforto

térmico dos ambientes de uma edificação, uma vez que em Belém, ao longo de todo o ano, há uma alta transmitância de calor do exterior para o interior, causando desconforto térmico e um maior consumo de energia elétrica a noite, pela maior necessidade de utilização de ar-condicionado e ventilador.

É de interesse geral que uma edificação promova: economia de energia à população residente; benefícios à saúde; baixo ou igual valor de construção, retorno de investimento a longo prazo; melhora do comércio local; dentre outros. Com isto, este trabalho tem como objetivo avaliar os tipos de materiais e táticas construtivas para uso em uma arquitetura bioclimática regional.

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Este trabalho foi realizado através de levantamento bibliográfico, onde foram coletadas informações a respeito de construções sustentáveis e materiais para torná-las mais eficientes. O levantamento da pesquisa foi feito através de leituras em periódicos e livros científicos em bibliotecas, arquivos públicos e sites profissionais das áreas das ciências ambientais, construção civil e arquitetura, afim de levantar os dados climáticos da zona metropolitana de Belém, e assim sugerir materiais em potencial para o bioclima da cidade.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido na zona metropolitana de Belém, que apresenta uma área terrestre, que corresponde à região continental de Belém e Icoaraci, e compreende uma área de 173,2 Km², e uma área insular, composta por 39 ilhas, as quais totalizam uma área de 343,2 Km². A topografia de Belém contém apenas pequenas variações de altitude, com mudança máxima de 44 metros e altitude média de 5 metros acima do nível do mar.

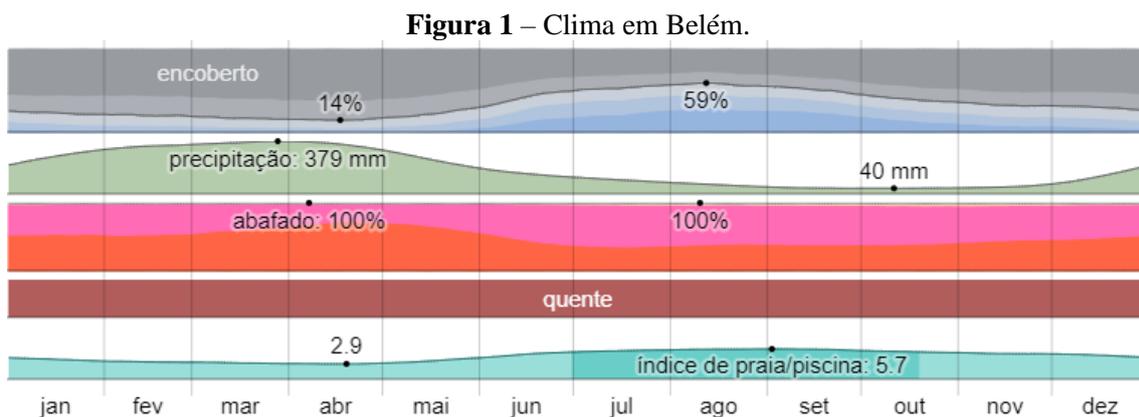
DADOS CLIMATOLÓGICOS DA ZONA METROPOLITANA DE BELÉM

A área de estudo apresenta uma pequena variabilidade anual na temperatura média do ar, sendo que o máximo valor ocorre no mês de outubro e o mínimo no mês de março, com 27,9 °C e 25,7 °C, respectivamente (COSTA *et al.*, 2013). Os meses de maior e

menor pluviosidade são março e novembro, com uma precipitação pluviométrica média de 436 mm e 112 mm, respectivamente.

A umidade relativa do ar apresenta um valor médio anual elevado, e com uma média de 91%, a evaporação média anual é elevada e da ordem de 771 mm. O brilho solar também sofre grandes variações médias mensais nessa região, oscilando entre um mínimo de 99 horas para o mês de fevereiro, quando predomina grande nebulosidade, até um valor máximo de 256 horas, para o mês de agosto. Nos meses mais chuvosos a nebulosidade média chega a alcançar valores da ordem de 8/10 (LUZ *et al.* 2013; SILVA JUNIOR *et al.*, 2012).

Localizada na região de confluência dos ventos Alísios, a região metropolitana de Belém apresenta direção predominante dos ventos de Norte e Nordeste, com baixas velocidades médias anuais, oscilando entre 1.0 m/s e 2,0 m/s, sendo que os menores valores ocorrem, geralmente, na estação chuvosa (SILVA JUNIOR *et al.*, 2012).



Fonte: weatherspark (2022)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

BIOCLIMA E ARQUITETURA

Dados de 2021 do USGBC (United States Green Building Council), criador do sistema LEED de classificação de edifícios sustentáveis, afirmam que o Brasil ocupa a 7ª posição no ranking mundial de sustentabilidade, do qual fazem parte 180 países. No Pará, já há duas edificações com certificação LEED, o primeiro shopping sustentável de Belém e primeiro LEED prata do Norte do país do Shopping Bosque Grão-Pará; e o primeiro prédio comercial sustentável da Amazônia, sede administrativa da Norsk Hydro em

Belém, Torre Infinito. Foi realizada visita a Torre Infinito, localizado na Avenida Gentil Bitencourt, no bairro de Nazaré (REIS, 2018).

O Governo do Pará terá o primeiro prédio público sustentável da Amazônia, que será lançado nos próximos anos. Estima-se que o Governo do Estado economizará, em média, R\$ 200 mil por ano de consumo de energia elétrica com o funcionamento do Centro de Controle Operacional (CCO), prédio onde concentrará a operacionalização do sistema integrado de transporte, do BRT Metropolitano. Isso porque o projeto atende aos critérios da certificação LEED, Liderança em Energia e Design Ambiental (GBCB, 2022).

Atualmente, há também um novo empreendimento com conceito de prédio verde, o residencial em lançamento Torre Noir, da construtora Leal Moreira (LEAL MOREIRA, 2022). Segundo levantamento inédito do Green Building, entidade que certifica os imóveis considerados sustentáveis, houve aumento de 22% nos projetos “verdes” na comparação entre os anos de 2021 e 2019. Esse número inclui os novos empreendimentos assim como os prédios que passam por reformas e adotam novos padrões (GBCB, 2022).

O cenário atual aponta para uma maior consciência do setor em relação a sua responsabilidade, no contexto da economia e do desenvolvimento humano, bem como dos próprios consumidores e sociedade no geral, que começam a exigir em suas escolhas de consumo a incorporação do conceito da sustentabilidade nas construções (CBIC, 2022). Atitudes sustentáveis devem ser tomadas em todo o tempo de vida útil da obra, desde a preocupação com a preservação do canteiro e gestão de resíduos da construção, ao uso de materiais de maior vida útil e extraídos regionalmente, visando minimizar a energia inclusa em seu transporte. (REIS, 2018)

A cultura de uma região, através de suas pessoas e sua identidade, tem potencial para alavancar o desenvolvimento local sem a necessidade de agredir os sistemas naturais ou aumentar as desigualdades sociais. Uma alternativa aos modelos econômicos atuais que visam somente o crescimento econômico e privilegiam as regiões industrializadas. (SOUZA, 2022).

Olgay (1973), definiu a expressão Projeto Bioclimático, que visa a adequação da arquitetura ao clima local, como forma de tirar partido das condições climáticas para criar

uma arquitetura com desempenho térmico adequado. Visto que o ser humano tem seu desempenho afetado quando submetido a condições de stress térmico, alterando sua capacidade de produção, e em alguns casos até mesmo sua saúde. Devido a isso, é de grande importância o projeto arquitetônico e materiais adequados, e de preferência adaptados para o clima da região.

A dificuldade de acesso a materiais sustentáveis ou a falta de informação sobre a existência deles, são fatores a serem analisado. No entanto, a rentabilidade dessas construções se apresenta a longo prazo. As diversas iniciativas presentes nelas podem diminuir a conta de energia elétrica, de água e dos valores de manutenção, além de valorizar o imóvel.

MADEIRA BIOSINTÉTICA

A madeira biossintética (MBS), segundo Camargo (2018), é produzida com o chamado Composto Biossintético Industrial (CBS), que é proveniente de qualquer detrito, como resíduos sólidos agrícolas, resíduos sólidos industriais, resíduos sólidos urbanos, resíduos minerais, lodos, matéria de aterros e até fibras animais (couro, pelos). É uma tecnologia nacional, que propõe transformar resíduos sólidos, em madeira biossintética reciclada e reciclável. Não possui adição de agentes e reagentes químicos, a não ser quando produzida com características antichamas (V0, V1). Nestes casos, exige formulação específica para tais características, com a adição ou não de outros componentes no processo.

Possui sua vida útil estimada em mais de 100 anos, podendo ser usada para todos os fins que se emprega a madeira convencional, sendo o substituto perfeito. É resistente a rachaduras e trincas, não gera farpas, é resistente a pragas. Podem produzir materiais tanto da construção civil (Caibros, vigas, escadas, forros, telhados, casas pré-fabricadas) quanto da arquitetura (Decks, assoalhos, dry-wall, divisórias, pisos e revestimentos diversos).

O produto já é produzido nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais pela EKT Global. A produção de cada tonelada métrica de madeira biossintética evita o corte do equivalente a duas árvores adultas de mais de 12 anos, não gera passivos ambientais e nem qualquer tipo de poluição em sua fase fabril, além de que todo o material da cadeia produtiva poderá retornar ao processo quando necessário (CAMARGO, 2018).

PASTILHAS DE GARRAFAS PET

As pastilhas são revestimento decorativo feitas com 85% de garrafas PET recicladas. São fabricadas em um processo sustentável, que não utiliza água, não gera resíduo e demanda baixo consumo de energia elétrica. De acordo com seus criadores, cada m² das pastilhas evita a emissão de 3Kg de CO₂ na atmosfera e retira 66 garrafas PET do meio ambiente. É um produto nacional inovador, criado pela empresa paulistana Rivesti Revestimentos Ecológicos e já está patenteado na Europa, Ásia e Estados Unidos. Possui uma gama de 33 cores, efeito cromático e brilho.

Estima-se que as pastilhas Rivesti têm durabilidade de mais de 25 anos, não descolam nem estragam em contato com água e não amarelam com o tempo. Serve como revestimento de cozinhas, banheiros, lavabos, lavanderias e para outros ambientes de áreas secas e molhadas. Porém sua aplicação no chão é indicada apenas em ambientes de baixo tráfego residencial, como banheiros e lavabos. São antifúngicas e antiaderentes, repelem a gordura e a sujeira, sendo mais fáceis de limpar. São de fácil aplicação, sua instalação dispensa profissionais especializados, podendo ser feita sobre outros revestimentos ou diretamente na parede (RIVESTI, 2019).

As pastilhas Rivesti têm 0% de absorção de água e podem ser aplicadas em áreas molhadas e até mesmo submersas. Suas dimensões são de 33x33cm, com espessura 2,5mm. 9 placas revestem equivalente a 1 m² de área. Em média cada placa sai a um valor de R\$ 22,71 (RIVESTI, 2019).

CALÇADA SUSTENTÁVEL DE CAROÇOS DE AÇAÍ

Nesta proposta sustentável, os resíduos de caroço de açaí passam a poder ser destinados para a fabricação de concreto – que, além de prevenir enchentes, por ser permeável, ainda é até 20% mais barato do que o concreto comum. A economia está na substituição de um material de custo, por um coletado fácil e gratuitamente.

Como piloto, o concreto de açaí foi usado para pavimentar calçadas em uma comunidade carente do município de Ananindeua, uma das cidades mais populosas do Pará. A ideia é que, em breve, o material possa ser usado para pavimentar também grandes centros urbanos, como para pavimentação de calçamentos e pisos de estacionamento.

Apesar de já existir o concreto permeável, este em questão substitui o seixo por caroços de açaí, evitando o desperdício e minimizando a poluição gerada pelo mal

descarte, auxiliando no processo de desenvolvimento sustentável da cidade e no ramo civil, além de evitar alagamentos recorrentes em Belém.

O processo de fabricação do concreto permeável é bem simples, sendo o mesmo utilizado para a fabricação do concreto permeável tradicional. Durante o processamento parte do seixo da massa é retirado e colocado o caroço da fruta. Os primeiros resultados do projeto já foram apresentados em 2019, no 3º Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, realizado em Coimbra, Portugal. (CICLO VIVO, 2019)

COLETOR DE ÁGUA PLUVIOMÉTRICA

O sistema de captação da água da chuva, também chamado de cisterna, consiste em um reservatório que faz a captação e armazenamento da água proveniente das chuvas, reutilizando-a para fins domésticos como lavagem de carros, calçadas, irrigação. Segundo a Higitec, fornecedor especializado, este sistema é considerado uma das melhores e mais eficazes opções em relação à economia de água, especialmente se tratando do Pará, que possui alto nível pluviométrico.

O funcionamento da cisterna se dá a partir da água da chuva, que passa pelas calhas e é levado a um filtro, no intuito de eliminar as impurezas como terra, folhas, galhos, insetos. Por ser proveniente da chuva, a água obtida não pode ser considerada potável, pois pode conter partículas de poeira, fuligem, sulfato, nitrato. (TELLES, 2014) O funcionamento da cisterna é ilustrado na Figura 2.



Fonte: Ecycle (2019)

A cisterna atende a todos os padrões da norma ABNT NBR 15.527:2007, destinada ao aproveitamento da água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins

não potáveis (ECYCLE, 2019). Algumas vantagens na coleta de água pluvial são o aproveitamento de uma nova fonte de água, livre de cobrança, consumo energético muito menor, baixo impacto ambiental, reserva de água para emergências ou interrupção do abastecimento público e baixos custos de operação e manutenção (TELLES, 2014).

TELHADO DE SOLO CIMENTO

O tijolo de solo cimento é considerado ecológico principalmente por eliminar menos CO₂ durante sua produção, quando comparado com o tijolo tradicional. Sua produção varia dos objetivos de sua utilização, existindo as opções de resistências mecânica, resistência à abrasão, impermeabilidade, durabilidade, exigências estéticas (PISANI, 2005), podendo ser utilizados tanto aparente, quanto para serem revestidos.

Segundo a mesma autora supracitada, os tijolos possuem como característica dois furos que objetivam o encaixe uns sobre os outros, facilitando assim o assentamento e diminuindo o tempo de execução e a quantidade de argamassa ou cola empregadas, a diminuição do peso das alvenarias, o que implica diretamente em diminuir o dimensionamento das fundações e outras estruturas e o aumento do isolamento termoacústico, pois os furos compõem câmaras de ar no âmago das alvenarias.

FACHADAS VENTILADAS

A Fachada Ventilada é considerada uma solução construtiva sustentável que alia inovação e eficiência energética auxiliando na melhoria do conforto térmico, já que é capaz de reduzir entre 30% a 50% do consumo de energia de um edifício (MATERIALS, 2015). Outro diferencial do sistema é que, no caso das fachadas ventiladas da empresa Hunter Douglas Brasil os materiais utilizados em sua composição são 100% recicláveis, já que a argila, com a qual os painéis e pisos cerâmicos são fabricados, é um material natural.

O sistema funciona através da criação de uma espécie de segunda pele em relação à fachada principal do edifício a fim de protegê-la. Seu revestimento é fixado a uma armação de alumínio ou de aço inoxidável que é ancorada na estrutura da edificação, mantendo a fachada afastada da alvenaria de vedação, cerca de 10 e 15 centímetros, podendo ser maior, que é a responsável por gerar o efeito chaminé. O efeito chaminé acontece quando o ar mais quente sobe e, pela diferença de pressão, suga para dentro da cavidade o ar mais fresco.

Suas vantagens vão desde auxiliar na eficiência energética do edifício e colaborar com o conforto ambiental dos ambientes internos, a redução considerável do prazo de obra (DOCEOBRA, 2019). As fachadas ventiladas podem ser de vidro, porcelanato, cerâmica, madeira ou metálicas, alguns dos exemplos ilustradas nas Figuras 3.1 e 3.2.

Figura 0.1 – Fachada Ventilada de Madeira.



Fonte: DoceObra (2019)

Figura 0.2 – Fachada Ventilada de Cerâmica.



Fonte: DoceObra (2019)

PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

A energia solar fotovoltaica é aquela na qual a irradiação solar é transformada diretamente em energia elétrica. O sistema funciona através de células fotovoltaicas, que são feitas a partir de materiais semicondutores. A energia solar é considerada uma fonte de energia limpa, renovável e inesgotável. Segundo STAL engenharia elétrica (2019), o incentivo à energia solar no Brasil é justificado pelo potencial do país, que possui grandes áreas com radiação solar incidente, por estar próximo à linha do Equador.

O tempo de retorno energético – uma das principais preocupações dos seus adquirentes – especificamente dos painéis solares elétricos típicos em condições

standard (Condições Padrão de Temperatura e Pressão) de iluminação acontece de 2 ou 3 anos. Considerando o tempo média de vida deste tipo de painel, que é de pelo menos 30 anos, o mesmo produzira cerca de dez vezes mais energia do que aquela que foi gasta no seu fabrico (BRITO; SILVA, 2006).

Figura 4.1 – Painel Fotovoltaico.



Fonte: Portal Energia (2019)

Segundo o Portal Solar (2018), de acordo com uma pesquisa feita junto às 4.500 empresas cadastradas no Portal, os preços já incluindo a instalação, projeto, homologação e o equipamento completo, são os definidos na tabela a seguir:

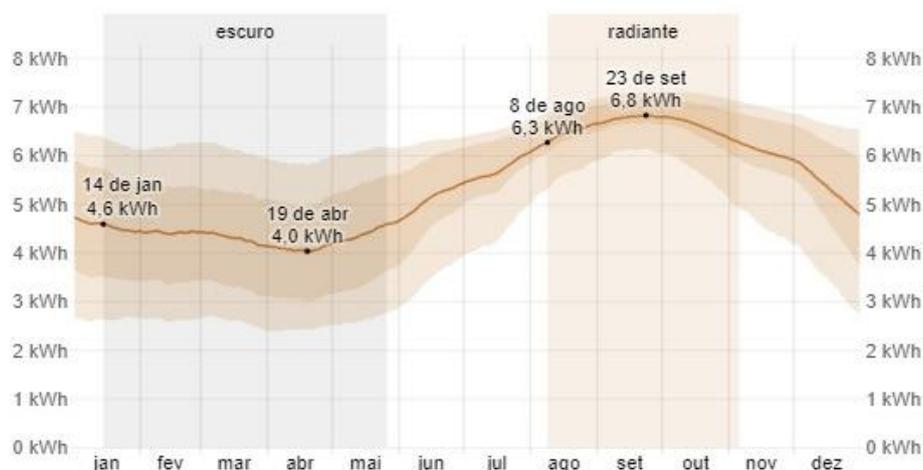
Tabela 1 – Valores e potências variantes de acordo com a necessidade energética das residências.

Tamanho da Residência	Modelo do Sistema	Preço Médio
Casa pequena, com 2 pessoas	Sistema de 1,32Kwp	R\$ 10.673,36
Casa média, com 3 ou 4 pessoas	Sistema de 2,64Kwp	R\$ 17.570,00
Casa média, com 4 pessoas	Sistema de 3,3Kwp	R\$ 20.320,00
Casa grande, com 4 ou 5 pessoas	Sistema de 4,62Kwp	R\$ 25.695,00
Casa grande, com 5 pessoas	Sistema de 6,6Kwp	R\$ 32.410,00
Mansão, com mais de 5 pessoas	Sistemas de até 10,56Kwp	R\$ 52.240,00

Fonte: Portal Solar (2019)

A energia solar de ondas curtas incidente diária média passa por variações sazonais moderadas ao longo do ano. O período mais radiante do ano dura 2,9 meses, de 8 de agosto a 5 de novembro, com média diária de energia de ondas curtas incidente por metro quadrado acima de 6,3 kWh. O mês mais radiante do ano em Belém é setembro, com média de 6,8 kWh (WEATHERSPARK, 2022). O período mais escuro do ano dura 4,4 meses, de 14 de janeiro a 26 de maio, com média diária de energia de ondas curtas incidente por metro quadrado abaixo de 4,6 kWh. O mês mais escuro do ano em Belém é abril, com média de 4,1 kWh (WEATHERSPARK, 2022).

Figura 4.2 – Média diária de energia solar de ondas curtas incidentes em Belém.



Fonte: weatherspark (2022)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade na construção civil ainda é relativamente nova no Brasil. Em se tratando de Amazônia e, principalmente na periferia das grandes cidades. Este trabalho mostra a viabilidade e funcionalidade de construções projetadas de forma sustentável, seja pelos materiais empregados durante a obra, ou pelas táticas construtivas utilizadas, visto que sustentabilidade independe as vias de classes social e econômica.

Existe uma tipologia arquitetônica que alcança o objetivo de habitação com eficiência energética, o que diverge das convencionais habitações atuais, isto através da empregabilidade de materiais sustentáveis, com especificações adequadas que agregam ao clima da região e preferencialmente fabricados no Pará e no Brasil, visando a valorização do comércio regional e nacional. A adoção de empreendimentos imobiliários que preserve o meio ambiente acaba por ser uma necessidade populacional, tendo como desafio engajar o setor público em políticas de incentivo e fazer com que os agentes econômicos e a sociedade conheçam os benefícios das construções sustentáveis.

Sabe-se historicamente que as novidades de inovação no início possuem valores mais elevados, porém com o avançar das pesquisas, aperfeiçoamentos, demanda por maior número de procura, as tendências são os preços ficarem mais baixos. As inovações e pesquisa de novos materiais estão em fase propícia. A Amazônia é um celeiro de biodiversidade e entre esta pode haver novos materiais possíveis de se utilizar, reciclável na construção civil. O conhecimento tradicional dos povos indígenas, quilombolas,

ribeirinhos, também devem ser levados em consideração, valorizando a cultura e bens da região.

REFERÊNCIAS

- BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade. *O instalador*, v. 25, n. 676, p. 07, 2006.
- CAMARGO, Suzana. Tecnologia brasileira transforma lixo em madeira biossintética. 2018. Disponível em: <http://conexaoplaneta.com.br/blog/tecnologia-brasileira-transforma-lixo-em-madeira-biossintetica/>. Acesso em: 02 de nov. 2019.
- COSTA et al. Distribuição geoespacial e horária da temperatura do ar na cidade de Belém/PA. **Brazilian Geographical Journal**, (4): 2013, 150-168p.
- COSTA, A.C. L; Silva, A. J.; Cunha, A. C.; Feitosa, J. R. P.; Takesh, Bruno; Portela, T.; Silva, G. G. C.; Costa, R. F. 2013. Índices de conforto térmico e suas variações sazonais em cidades de diferentes dimensões na Região Amazônica. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 06,n. 03. p. 478-487.
- Ciclo Vivo. Caroço de açaí vira concreto permeável em Belém. 2019. Disponível em: [https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/caroco-de-acai-concreto-permeavel-belem/#:~:text=O%20concreto%20foi%20desenvolvido%20por,seja%20depositado%20como%20lixo%20urbano](https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/caroco-de-acai-concreto-permeavel-belem/#:~:text=O%20concreto%20foi%20desenvolvido%20por,seja%20depositado%20como%20lixo%20urbano.). Acesso em: 5 de jun. 2022
- DOCEOBRA. Fachada Ventilada: O que é, como funciona, vantagens e 30 fotos. Disponível em: <https://casaconstrucao.org/projetos/fachada-ventilada/>. Acesso em: 30 de jun. 2019.
- CBIC. **Construções verdes: os desafios e vantagens das construções sustentáveis**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2022, e-book disponível em <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/05/v6ebook-construcoes-verdes-cbic-ifc-senai-edge3-1.pdf>, acesso em 8 de mar. 2022
- ECYCLE. Captação de água da chuva: conheça as vantagens e cuidados necessários para o uso da cisterna. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/3301-captacao-de-agua-da-chuva-aproveitamento-sistema-cisternas-como-captar-armazenar-coletar-para-aproveitar-vantagens-coletor-modelos-cisterna-ecologica-aproveitando-coleta-pluvial-armazenamento-caseiro-residencial-como-onde-encontrar-comprar>. Acesso em: 08 de jun. 2019.
- GBCB. Valor Econômico - Construção ‘verde’ cresce em meio à pandemia. 2022. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/evento/valor-economico-construcao-verde-cresce-em-meio-a-pandemia/#:~:text=Segundo%20levantamento%20in%20C3%A9dito%20do%20Green,reformas%20e%20adotam%20novos%20padr%C3%B5es>. Acesso em: 10 de jul. 2022.

GBCB. Agência Pará - Governo do Pará terá o primeiro prédio público sustentável da Amazônia. 2022. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/evento/agencia-para-governo-do-para-tera-o-primeiro-predio-publico-sustentavel-da-amazonia/#:~:text=As%20edifica%C3%A7%C3%B5es%20t%C3%AAm%20mais%20facilidade,rede%20privada%2C%20localizadas%20em%20Bel%C3%A9m>. Acesso em: 10. Jul 2022.

HIGITEC. Como funciona um sistema de captação de água da chuva. 2017. Disponível em: <https://www.higitec.com.br/blog/como-funciona-um-sistema-de-captacao-de-agua-da-chuva/>. Acesso em: 28 de jun. 2022.

Leal Moreira. Torre Noir. 2022. Disponível em: <https://www.lealmoreira.com.br/empreendimento/torre-noir>. Acesso em 20 de jul. 2022.

LUZ, L.M. et al. Atlas geográfico escolar do Estado do Pará. **GAPTA/UFPA**. Belém, 2013

MAIA, M. E., GAIA, A. Impactos ambientais causados pelos resíduos de construção civil no município de Belém-Pa. 2012. 58 p. **Trabalho de conclusão de curso** (graduação em engenharia civil). Universidade da Amazônia. Belém-Pa. 2012.

MANEIRA SUSTENTÁVEL. **Repositório de Trabalhos de Conclusão de Curso**, 2021.

MATERIALS. Conheça as vantagens das fachadas ventiladas. 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/775512/conheca-as-vantagens-das-fachadas-ventiladas>. Acesso em: 10 de jun. 2019.

MORAES, Bergson Cavalcanti de.; COSTA, José Maria Nogueira da; COSTA, Antônio Carlos Lôla da.; COSTA, Marcos Heil. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. *Acta Amazonica*, Manaus. v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005.

NOVAES, Marcos Bidart Carneiro de et al. A discussão sobre sustentabilidade e o desenvolvimento de competências gerenciais nas organizações: investigando de forma cooperativa atores, estruturas, discursos e ações. 2012.

NUDEL, M. Um edifício sustentável é mais caro? Descubra a verdade sobre o assunto.

Liga Blog, 2018. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/quanto-custa-a-sustentabilidade-de-uma-edificacao/>. Acesso em: 6 abr 2020

OLGYAY, V. (1973). *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*. 4 a ed. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

PACHECO, Miguel Teixeira Gomes. Ventilação natural e climatização artificial: Crítica ao modelo superisolado para residência de energia zero em Belém e Curitiba. 2013. 320f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2013.

PISANI, Maria Augusta Justi. Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento. *Sinergia*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 53-59, 2005.

PORTAL SOLAR S.A. Pannel Solar: Preços e Tipos. 2019. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-a-energia-solar-fotovoltaica.html>. Acesso em: 30 de jun. 2022.

- Porta Energia. Os 5 painéis solares fotovoltaicos mais potentes do mercado. 2019. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/5-paineis-solares-fotovoltaicos-potentes-147950/>. Acesso em: 22 de jun. 2022.
- Revista Buildings. O custo da construção sustentável. 2018. Disponível em: <https://revista.buildings.com.br/o-custa-da-construcao-sustentavel/>. Acesso em: 5 de jul. 2022.
- REIS, Ana Carolina Ruivo; CASTRO, Rosecelia Moreira; COSTA, Antonio Carlos Lola. Integração do ambiente, do conforto térmico e uso de materiais para uma arquitetura sustentável no município de Belém. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 9, n. 2, p. 135-142, 2018.
- RIVESTI – Revestimentos Ecológico. Pastilhas Rivesti Quadradas. Disponível em: <https://rivesti.com.br/loja-online-pastilhas-rivesti/pastilhas-rivesti-quadradas-amarelo-ipe-33-x-33-cm/>. Acesso em: 10 de jun. 2022.
- SOUZA, Pedro Henrique Marciano de. As contribuições da economia e indústria criativa para o desenvolvimento sustentável. 2022.
- STAL Engenharia Elétrica. Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes. 2019 Disponível em: <https://www.stalengenharia.com.br/PDf-fotovoltaico.pdf>. Acesso em: 05 de jun. 2022.
- SOARES, Glyvani Rubim., FERREIRA, Gislaine Zanon., WOELFFEL, Anderson Buss., ALVAREZ, Cristina Engel de. Modelos de habitação sustentável para população de baixa renda no Município de Vitória-ES. 2003. Disponível em: http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/2003_artigo_065.pdf. Acesso em: 02 de nov. 2022.
- SILVA JÚNIOR, J. A. et al. Análise da distribuição espacial do conforto térmico na cidade de Belém, PA no período menos chuvoso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, (2): 2012, 218-232p.
- TELLES, Charles Roberto. Orientações para coleta de água de chuva. Curitiba: SEED – Pr., 2014. 50 p.
- USGBC. USGBC announces Top 10 Countries and Regions for LEED in 2021. Disponível em: <https://www.usgbc.org/articles/usgbc-announces-top-10-countries-and-regions-leed-2021>. Acesso em: 19 de jul. 2022.
- Weather Spark. Clima e condições meteorológicas médias em Belém no ano todo. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30136/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Bel%C3%A9m-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 10 de jul. 2022.

Recebido em: 05/07/2022

Aprovado em: 08/08/2022

Publicado em: 12/08/2022