ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Impacto das condições ambientais da Amazônia na deterioração de revestimentos com blocos de solo-cimento

Impact of Amazon Environmental Conditions on the Deterioration of Soil-Cement Block Coatings

Bruno Lôbo de Almeida
Universidade Federal do Pará - UFPA | Belém | Brasil | brunolobo003@gmail.com
Samuel Oliveira de Queiroz
Universidade Federal do Pará - UFPA | Belém | Brasil | samueloliver1010@gmail.com
Isaura Nazaré Lobato Paes
Universidade Federal do Pará - UFPA | Belém | Brasil | isaurapaes@ufpa.br
Luciana de Nazaré Pinheiro Cordeiro
Universidade Federal do Pará - UFPA | Belém | Brasil | lupcordeiroo@gmail.com

Resumo

O déficit habitacional no Brasil, especialmente na Amazônia e na região metropolitana de Belém, destaca a moradia como um dos maiores desafios urbanos, principalmente em áreas menos desenvolvidas como a Amazônia e o Nordeste, que apresentam os piores indicadores de desenvolvimento humano. Para enfrentar essa situação, é urgente implementar tecnologias construtivas de baixo custo que possibilitem habitações populares com qualidade e conformidade com as normas técnicas. Este estudo avalia a degradação de um conjunto residencial multifamiliar na região metropolitana de Belém, com 94 unidades construídas em blocos de solo-cimento, cinco anos após sua ocupação. As principais patologias identificadas foram infiltrações, eflorescências, desgaste, manchas na pintura e desplacamento de cerâmica. Esses problemas foram agravados pelas condições climáticas locais, com altas temperaturas, elevada umidade e forte radiação solar ao longo do ano, que afetam diretamente a durabilidade dos materiais. A falta de manutenção adequada também acelerou a degradação, comprometendo a qualidade e a durabilidade das edificações. Conclui-se que, além da escolha de técnicas construtivas adequadas, é essencial considerar a adaptação dos materiais ao clima local e a manutenção contínua para garantir a sustentabilidade das construções.

Palavras-chave: Bloco de solo-cimento. Manifestações Patológicas. Avaliação. Desempenho. Condições Climáticas.

Como citar:
ALMEIDA, B.L. et al. Impacto das Condições Ambientais da Amazônia na Deterioração de Revestimentos com Blocos de Solo-Cimento: Análise de Caso na Região Metropolitana de Belém. ENTAC 2024. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Abstract

The housing deficit in Brazil, particularly in the Amazon and the metropolitan region of Belém, highlights housing as one of the major urban challenges, especially in less developed areas such as the Amazon and the Northeast, which have the worst human development indicators. To address this situation, it is urgent to implement low-cost construction technologies that enable affordable housing with quality and compliance with technical standards. This study evaluates the degradation of a multifamily residential complex in the metropolitan region of Belém, consisting of 94 units built with soil-cement blocks, five years after their occupation. The main pathologies identified were infiltrations, efflorescence, wear, paint stains, and ceramic detachment. These issues were exacerbated by local climatic conditions, characterized by high temperatures, high humidity, and strong solar radiation throughout the year, which directly impact the durability of the materials. The lack of adequate maintenance also accelerated the degradation process, compromising the quality and durability of the buildings. It is concluded that, in addition to choosing appropriate construction techniques, it is essential to consider the adaptation of materials to the local climate and continuous maintenance to ensure the sustainability of the constructions.

Keywords: Soil-cement block. Pathological Manifestations. Evaluation. Performance. Climatic Conditions.

INTRODUÇÃO

Os blocos de terra compactada representam uma técnica de construção moderna e atual, porém, baseada em técnicas ancestrais oriunda de procedimentos construtivos de adobe e taipa, uma vez que, desde os primórdios da humanidade o solo vem sendo utilizado para construir abrigos eficientes contra as hostilidades do meio ambiente. Porém, nos últimos anos os blocos de terra, também conhecidos como blocos de solo-cimento ou blocos ecológicos, têm atraído atenção devido à sua sustentabilidade, facilidade de execução e baixo custo produtivo (CUNHA *et al*., 2022) [1].

O bloco de solo-cimento é um material decorrente da mistura de solo, cimento e água que sofre um processo físico-químico de estabilização, no qual as consequências decorrem de uma estruturação resultante da reorientação das partículas sólidas do solo com a deposição de substancias cimentícias (cimento/cal) nos contatos intergranulares alternando, portanto, a quantidade relativa de cada uma das três fases (sólido, água e ar) que constituem o solo (ABNT NBR 10834, 2012) [2]. A porcentagem de cimento nesses blocos varia de 5% a 10% da massa do solo utilizado e que com esses percentuais não é necessário o processo de queima da matéria-prima, o que representa um aspecto ambientalmente interessante. Além disso, os blocos de solo-cimento possuem furos que permitem a passagem de tubulações, reduzindo a quantidade de resíduos gerados no corte (Teixeira *et al*., 2021)[3].

Além disso, vários autores têm desenvolvido estudos em blocos de argila estabilizados com cimento Portland enfatizando a sua eficácia e benefícios ambientais (OTI e KINUTHIA, 2012 e MORELL *et al*.,2017)[4][5]. Ressalta-se que algumas investigações têm sido desenvolvidas com o objetivo de avaliar as propriedades térmicas dos materiais de construção com base em terra, tendo como foco o impacto da densidade nas propriedades higrotérmicas voltadas à isolação/renovação térmica e melhoria do equilíbrio higrotérmico das edificações e, assim, auxiliando para a prevenção de manifestações patológicas nos sistemas construtivos a fim de garantir a integridade e a vida útil das edificações (NIANG *et al*., 2018 e COLINART *et al*., 2020)[6][7].

Neste sentido, Lopes e Farias (2020)[8] ressaltam que, quando ocorrem manifestações patológicas em habitações é necessário realizar investigações para identificar suas causas de modo a adotar estratégias adequadas para sua resolução e que é comum atribuir a introdução de novos materiais como possível causa dessas anomalias, no entanto, somente com análises minuciosas e técnicas é possível verificar se esses materiais estão realmente envolvidos nos mecanismos de degradação.
Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação quantitativa das características físicas dos blocos de solo-cimento, utilizados em um estudo de caso em um conjunto residencial na região metropolitana de Belém/PA. Além disso, busca-se avaliar possíveis correlações entre as características dos blocos com algumas das manifestações patológicas precoces observadas nas edificações. Um outro fator que se levou em consideração em relação aos danos observados foram as condições ambientais da região Amazônica, uma vez que: manchas, bolores, eflorescências e formação de biofilme foram anomalias recorrentes e que, possivelmente, estão atrelados ao clima local.

MÉTODO

O objeto de estudo compreende um conjunto residencial composto por 94 residências do tipo sobrado, distribuídas em 6 blocos e seu sistema construtivo é em elementos estruturais em concreto armado, alvenaria de vedação em blocos de solo-cimento e revestimento externo em argamassa e pintura. Foram realizadas vistorias minuciosas em diversos apartamentos com abrangência de áreas internas e externas ao condomínio a fim de avaliar o desempenho dos blocos de solo-cimento como parte do sistema de revestimento e detectar manifestações patológicas presentes, correlacionando-as com suas possíveis causas de origem.

Em um primeiro momento foi realizada a busca e coleta de amostras dos blocos de solo-cimento utilizados no processo executivo das alvenarias, conforme imagem da Figura 1. Em seguida, estes foram limpos e secos (estufa à 100 °C) a fim de serem ensaiados quanto as seguintes características, a saber: Dimensões Geométricas (ABNT NBR 10836, 2013)[9], absorção de água (ABNT NBR 10836, 2012)[9] e resistência à compressão (ABNT NBR 10836, 2013)[9]. A Figura a seguir mostra a configuração de um dos blocos coletados em obra, antes e após sua limpeza e secagem.

Figura 1: Imagem de amostras de blocos de solo-cimento retirados do local das edificações.



Fonte: o autor.

Posteriormente, se realizou o levantamento de informações das moradias, como: sistema estrutural e construtivo, características arquitetônicas, orientação das fachadas e existência, ou não, de manutenções de reparo. As inspeções visuais e o mapeamento consistiram na identificação das manifestações patológicas presentes utilizando ferramentas auxiliares de inspeção (binóculos, câmera digital, trena a laser e bússola) a fim de servirem de acervo técnico para avaliação dos danos perante a influência das condições climáticas locais.

ESTUDO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

A Cidade de Belém, capital do estado do Pará, possui uma área territorial de 1.065 km² em que estão compreendidas 39 ilhas e está sob a influência direta do regime de marés, visto que, faz divisas a oeste com a Baía do Guajará, ao sul com o rio Guamá, ao norte com a Baía de Santo Antônio e a Leste com o município de Ananindeua. A cidade possui uma altitude média de 10 metros acima do nível médio do mar, porém, como seu relevo é predominantemente plano, cerca de 60 % de sua área está acima da cota de 4 metros em relação ao nível supracitado. O clima em Belém, segundo a classificação de Köppen (1900-1936) é do tipo Am, ou seja, clima tropical chuvoso de monção. A média anual climatológica da temperatura do ar é de 26,0 ± 0,4ºC, com máximas e mínimas variando de 31,5 ± 0,7 a 22,0 ± 0,3ºC, respectivamente. A pluviosidade média anual, uma das maiores do Brasil, é de 2.858,7 ± 76,6 mm/ano com maior volume no período chuvoso (dezembro a maio: inverno amazônico), correspondendo a 71,2% do total anual, enquanto que os 28,8% restantes são distribuídos nos meses de junho a novembro, no verão amazônico (SILVA JUNIOR et al., 2022)[10].

Em virtude das características citadas anteriormente, a região amazônica se destaca por suas temperaturas diárias altas e regulares, com elevada umidade, chuvas regulares, ventos fracos e incidência solar forte e direta o ano todo. Além disso, a combinação da chuva com o vento, que gera a chamada chuva dirigida, torna-se uma fonte intensa de umidade desencadeadora de agentes degradantes em edificações, pois, afetam diretamente processos de transporte de água nos materiais porosos e perda da estanqueidade dos constituintes da fachada (COSTA, 2011; PACHÊCO, 2021)[11][12].

Desse modo, ao se analisar a durabilidade do sistema de revestimento externo das edificações, fatores como: temperatura, umidade, quantidade de precipitações que ocorrem no local devem ser consideradas para fins de manutenção e para análise da longevidade da vida útil dos materiais empregados. Neste sentido, diversas pesquisas, tais como, Castello (2022) e Chen *et al*. (2021) [13][14] evidenciam a relação das condições ambientais no desempenho de revestimentos externos expostos, com ênfase na análise da temperatura, umidade e chuvas dirigidas.

RESULTADOS

Uma das hipóteses aventadas para o surgimento precoce das anomalias presentes nas edificações foi o uso dos blocos de solo-cimento, que foram feitos diretamente no canteiro de obra no momento de sua execução por, talvez, estes não terem atendido

as características físico-mecânicas exigidas normativamente e, desta forma, potencializado muitas das manifestações patológicas, em especial, as relacionadas à estanqueidade das edificações, como: manchas, bolores e eflorescências, que são comumente observadas em avaliações de manifestações patológicas na região Amazônica (CAMPOS *et al*.; 2018 e Do VALE *et al*.; 2022)[15][16].

Porém, os valores apresentados na Tabela 1 mostram que este não seria o fator decisivo para que os processos de degradação estivessem ocorrendo de forma intensa, especialmente, no que tange as características de absorção de água e resistência à compressão axial, que possuem relação direta uma com a outra. Cabe destacar que, para verificar a homogeneidade da amostragem, se empregou o tratamento estatístico com o teste ANOVA One-Way, paralelamente ao teste de Levene. Como parâmetro utilizou-se média aritmética ± desvio padrão considerando diferenças significativas com $P<0,05$, o que demonstrou a homocedasticidade dos blocos.

Tabela 1: Resultados dos ensaios realizados nos blocos de solo-cimento empregados nas edificações e valores limites especificados pela NBR 10834.

Ensaios	Mínimo	Máximo	Obtido	Desvio Padrão	Resultado
Absorção de água, média das amostras - NBR 10834 (ABNT, 2012)	-	20%	15%	2,16 %	Aceito
Absorção de água, mínimo individual - NBR 10834 (ABNT, 2012)	-	22%	19%		Aceito
Resistência à compressão, média das amostras - NBR 10834 (ABNT, 2012)	2,0 MPa	-	3,35 MPa	0,93 MPa	Aceito
Resistência à compressão, mínimo individual - NBR 10834 (ABNT, 2012)	1,7 MPa	-	2,59 MPa		Aceito

Fonte: o autor.

Segundo o estudo de GIORGI *et al.* (2018)[17], um sistema de vedação vertical com aplicação de blocos de solo-cimento é plenamente capaz de atender os limites normativos em questão relativa de estanqueidade à água da chuva, ação de calor e choque térmico. Deste modo, é ressaltado que o uso alternativo de alvenaria com este tipo de bloco pode atuar com desempenho aceitável quanto aos valores da norma frente aos agentes supracitados.

Em paralelo às determinações das características normativas realizadas na amostragem dos blocos de solo-cimento, foram realizadas visitas técnicas ao local, que possibilitaram o mapeamento detalhado e a identificação de diversas manifestações patológicas, tais como: proliferação de fungos e bolhas nos acabamentos, infiltrações, eflorescências, manchas e desgaste na pintura (parte externa) e destacamentos de cerâmica (parte interna: cozinha e banheiro), conforme ilustra a Figura 3. A análise in loco reforça a importância de um monitoramento contínuo e de estratégias de manutenção planejadas para evitar a progressão dessas manifestações, bem como a revisão de práticas construtivas para melhor adaptação ao clima local e às condições de uso.

Figura 3: Conjunto de manifestações patológicas encontradas no residencial



Fonte: o autor.

Percebeu-se que as degradações eram provenientes de diversos fatores, alguns amplamente discutidos na literatura, mas que, o meio técnico persiste em suas repetições, como: falhas de projetos, especificações incorretas de materiais e erros executivos e que, neste caso, as consequências foram visivelmente potencializadas pelas condições climáticas locais, ou seja, a interação dos revestimentos de fachada com fenômenos climatológicos deve ser considerada para a garantia da durabilidade do sistema. Neste sentido, atualmente, pesquisas vêm sendo realizadas com a finalidade de delinear tais fatores que desencadeiam e aceleram os fenômenos de deterioração, em especial, no que tange as condições singulares que envolve a região Amazônica (CARDENAL, 2017; SANTOS *et al*., 2019; BORGES *et al*., 2023; NETTO *et al*., 2023)[18][19][20][21].

Neste sentido, há pesquisas (BARBOSA *et al*., 2015 e NETT0, 2019)[22][23] que mostram que a amplitude térmica na cidade de Belém não é elevada, porém, a incidência direta do calor nas fachadas, agravada neste caso, pela falta de detalhes construtivos que a protegessem da radiação solar intensa, pode ter provocado variações dimensionais nos revestimentos que potencializaram o surgimento de um grande número de fissuras. Estas fissuras, isoladamente, não seriam tão prejudiciais se não fossem os mecanismos de deterioração que podem ter sido originadas a partir delas, pois, através das mesmas há penetração de água na microestrutura porosa dos materiais e provoca, também, outros problemas para as edificações e suas partes, como as manchas brancas características de eflorescências e manchas escuras oriundas da proliferação de micro-organismos.

Ainda nesta vertente, um outro fator climático que também pode ter contribuído para o elevado número de fissuras nas argamassas de revestimento é a ocorrência de ciclos de molhagem e secagem provenientes da exposição à chuva e insolação, pois, há expansão e retração da argamassa que, em conjunto com a restrição à esta movimentação higroscópica, gera fissuração. Logo, torna-se essencial o conhecimento a respeito dos mecanismos de transporte de calor e umidade em materiais porosos, pois, os problemas relacionados a estes fenômenos são diversos.

Os detalhamentos construtivos, que deveriam vir dispostos nos projetos e que são responsáveis pela harmonização dos materiais para o processo executivo, facilitando a compatibilidade dos elementos que formam as fachadas, não devem permitir as omissões construtivas dos acabamentos como pingadeira, calha em beirais, rufos e algeroz que são primordiais para aumentar a durabilidade dos componentes por direcionarem o escoamento das águas em contato com a edificação. No entanto, as vistorias mostraram, que em alguns casos, a falta desses componentes como, por exemplo, beirais adequados a proteção térmica das edificações que estão sob forte incidência dos raios solares, assim como, a ausência de pingadeiras com a função de "quebrar" a linha d'água evitando que a mesma escorresse diretamente pelas fachadas. Assim, as águas provenientes das chuvas podem fluir livremente pela superfície dos panos de revestimento, percorrendo toda a altura das edificações e depositando sujeira e manchando nas fachadas.

Além da chuva, percebeu-se que o vento e material particulado em suspensão no ar advindos dos processos de urbanização expunham as fachadas das residências a situação desfavorável, pois, além da sujidade e formação de micro-organismos havia intensa deterioração do acabamento decorativo em pintura (de tonalidade branca). A especificação da tinta era, visivelmente, de baixa qualidade e com acabamento fosco, ou seja, não resistente ao intenso contato com a água da chuva.

Pelo exposto, vê-se quão importante é melhorar a características de estanqueidade à penetração de água no interior das edificações. Porém, o sistema de impermeabilização, na maioria das vezes é negligenciados em obra, em especial as de cunha popular, como foi observado nesse estudo de caso. Não havia qualquer projeto e/ou anotações técnicas que "jogasse luz" sobre quais locais haviam sido, efetivamente, impermeabilizados e qual(is) produto(s) e técnica(s) empregada(s). Nesse viés várias pesquisas têm sido realizadas com o uso de produtos hidrofugantes adicionados a argamassa fresca ou aplicados como barreira de proteção superficial sobre os blocos que compõem a alvenaria ou diretamente sobre os revestimentos em argamassa (PAES *et al*., 2020; ALMEIDA *et al*., 2023; SOUZA *et al*., 2023)[24][25][26].

Com relação ao destacamento dos revestimentos cerâmicos, aplicados nas áreas molhadas internas dos apartamentos, era inequívoca a especificação incorreta e de baixa qualidade da argamassa colante utilizada para a colagem das placas cerâmicas, bem como, as falhas executivas no assentamento das mesmas. A argamassa colante parentava um grau de esfarelamento característicos de produtos com excesso de agregado miúdo em sua composição e, ainda, com os cordões das argamassas sem terem sido "esmagados", fato característico de assentamento com o *tempo em aberto* da argamassa colante "vencido".

Pelo exposto, fora observado que apesar dos avanços inegáveis da indústria da construção civil, um outro cenário também é vislumbrado, em especial, no campo dos empreendimentos que envolvem o público de baixa renda e que tem suas moradias executadas por financiamentos de programas governamentais que visam diminuir o déficit habitacional dessa população. As empresas mostram deficiências técnicas e certa "insensibilidade" com a necessidade de desenvolver e de aplicar projetos específicos voltados a realidade da tipologia da arquitetura, em especial, da

região Amazônica e suas condições climatológicas, principalmente, no que concerne aos projetos de fachada. Vê-se que há uma tendência em pensar que o sistema de revestimento externo como um produto decorativo e não da técnica da engenharia e, assim, se executa a obra sem planejamento e controle de qualidade compatível com a complexidade do problema e sem um plano de manutenção que envolva os "atores" dessa cadeia.

CONCLUSÃO

É importante compreender a necessidade de se estudar as manifestações patológicas, no sentido de evitar o seu aparecimento e se prevenindo problemas futuros. No entanto, o que comumente se observa é que os profissionais que pensam o espaço construído e a urbanização da cidade de Belém não levam em consideração o comportamento do sol e as condições climáticas o que faz com que as edificações tenham seu desempenho, principalmente, quanto a estanqueidade e conforto térmico comprometidos negativamente, o que acarreta por afetar, também, a qualidade de vida dos habitantes locais.

Com base nos resultados apresentados e na análise detalhada realizada, conclui-se que os blocos de solo-cimento utilizados nas residências do conjunto habitacional em questão atendem aos requisitos normativos tanto em termos de absorção de água quanto de resistência à compressão, de maneira a ser possibilitado o descarte da tese de influência dos blocos no surgimento das anomalias. As inspeções no local revelaram diversas manifestações patológicas, incluindo fissuração, eflorescências, desgaste e manchas na pintura, além de desplacamentos de cerâmica. Essas manifestações estão majoritariamente associadas a problemas de falta ou deficiência de detalhes construtivos que minimizem a ação da umidade, radiação térmica, especificação incorreta de materiais e falhas construtivas.

A abordagem integrativa e preventiva é vital para a longevidade das construções e a satisfação dos usuários, ressaltando a importância de um planejamento cuidadoso e de intervenções técnicas adequadas para a manutenção do desempenho e da vida útil da edificação.

REFERÊNCIAS

[1] CUNHA, Sandra; CAMPOS, André; AGUIAR, José; MARTINS, Francisco. Blocos de Terra Compactada aditivados com Material de Mudança de Fase. **Revista Matéria**. V. 27. N.02. ISSN 1517-7076 artigos e13221, 2022.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10834**: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Especificação. Rio de Janeiro, 2012.

[3] TEIXEIRA, F. P. et al. Propriedades tecnológicas do tijolo solo-cimento vazado de 2 furos. **Tecnol. Metal**. Mater. Min., vol.18, e 2147, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.4322/2176-1523.20212147.

[4] OTI, J.E., KINUTHIA, J.M., "Stabilised unfired clay bricks for environmental and sustainable use", **Applied Clay Science**, v. 58, pp. 52–59, Abr. 2012.

[5] MORELL, J., PKLA, A., WALKER, P., “Compressive strength testing of compressed earth blocks”, **Construction and Building Materials**, v. 21, pp. 303–309, Feb. 2017.

[6] NIANG, I., MAALOUF, C., MOUSSA, T., et al., “Hygrothermal performance of various Typha–clay composite”, **Journal of Building Physics**, v. 42, pp. 316–335, 2018.

[7] COLINART, T., VINCESLAS, T., LENORMAND, H., et al., “Hygrothermal properties of light-earth building mate rials”, **Journal of Building Engineering**, v. 29, e101134, Maio 2020.

[8] LOPES, R. E. M.; FARIAS, A. A.; Manifestações Patológicas em Residências causadas pela Capilaridade de Sais em Paredes de Alvenaria Estrutural de Tijolo Cerâmico. Id on Line **Rev. Mult. Psic**., v.14, n.51, p. 1031-1044, julho/2020. ISSN 1981-1179. DOI: 10.14295/idonline.v14i51.2656.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10836**: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

[10] SILVA JUNIOR, João de Athayde; DA COSTA, Antonio Carlos Lôla; PEZZUTI, Juarez Carlos Brito; COSTA, Rafael Ferreira; GALBRAITH, David. Análise da Distribuição Espacial do Conforto Térmico na Cidade de Belém, PA no Período Menos Chuvoso. **Revista Brasileira de Geografia Física 02** (2022). P. 218-232.

[11] COSTA, S. R. G. D. Desempenho térmico e habitação: Uma avaliação comparativa no contexto climático da zona bioclimática 8. **Dissertação (mestrado)**. Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. 2011.

[12] PACHÊCO, NILZA ARAÚJO. **Boletim Meteorológico para Belém**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, Pará. 2021.

[13] CASTELLO, ANA JÚLIA PILON. Desempenho termo-óptico de revestimentos na mitigação do aquecimento de fachadas urbanas. **Dissertação (Mestrado).** PUC-CAMPINAS. 2022.

[14] CHEN, F.; QUY, N.X.; KIM, J.; HAMA, Y. Investigation on Aesthetic and Water Permeability of Surface Protective Material under Accelerated Weathering. **Materials.** 2021.

[15] CAMPOS, T. L. O. B.; MOTA, M. A. S. Mota; SANTOS, S. R. Q. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. **Rev. Ambient. Água** vol. 10 n. 1 Taubaté – Jan. / Mar. 2015

[16] DO VALE, B. S.; GAIA, S.; BATISTA, L. L. S.; SILVA, A. I. M. Estimativa da degradação de fachadas por fatores ambientais: um estudo de caso no prédio do programa de pós graduação em Letras. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, 2022.

[17] GIORGI, P.; GRIGOLETTI, G.C.; LIMA, R.C.A., et al. Avaliação de sustentabilidade e habitabilidade de blocos de solo-cimento segundo a norma ABNT NBR 15575. **Revista Matéria**, v.23, n.3, 2018.

[18] CARDENAL, MARÍA ESTHER CORRALES. Metodologia para avaliação do desempenho térmico em edificações: Estudo de Caso aplicado a Edifício Habitacional na cidade de Belém do Pará. **Dissertação (Mestrado).** Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará. 2017.

[19] SANTOS, Josiane Sarmento; ROCHA, Edson José Paulino; José SOUZA JUNIOR, Augusto; SANTOS, Jaqueline Sarmento, SANTOS, Flávio Augusto Altieri. Climatologia da Amazônia Oriental: Uso de prognósticos climáticos como ferramenta de prevenção de ameaças naturais. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.12, n.05 (2019).

[20] BORGES, Larissa dos Santos; NOBRE, Jean Carlos de Almeida; SOUSA, David Lohan Pereira; ANDRADE, Luiz Claudio Fialho. Construction of a new solar radiation profile and air temperature from known weather patterns for the city of Belém-PA. **The Journal of Engineering and Exact Sciences** – jCEC, Vol. 09 N. 02 (2023).

[21] NETTO, Alemar Dias Rodrigues; ALENCAR, Antonio Fabricio Rodrigues; JUNIOR, Franz Gernot Quirxtner; LIMA, Maylon Almeida; SANTOS, Miqueias da Conceição; NERI, Tonio Marcio. Estudo comparativo entre a realidade de Belém-PA e cidades de Brasília-DF e Santa Maria-RS, quanto a durabilidade de fachadas, sob á ação do calor, choque térmico e chuva dirigida. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.9, n.9, p. 26739-26753, sep., 2023.

[22] BARBOSA, Paulo Henrique Dias; COSTA, Antônio Carlos Lôla da; CUNHA, Alan Cavalcanti da; SILVA JUNIOR, João de Athaydes. Variabilidade de elementos meteorológicos e de conforto térmico em diferentes ambientes na amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 11 – Vol. 17 – JUL/DEZ 2015.

[23] NETTO, C. J. S. Análise quantitativa da degradação de fachadas em revestimento cerâmico: Estudo de caso em edifícios de Belém - PA.. **Dissertação (Mestrado).** Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. 2019.

[24] PAES, I.; OLIVEIRA, E.; CORREA, E. Desempenho de hidrofugante de superfície em habitação de interesse popular: estudo de caso. *In*:. **Anais**. Brasília-DF, 28 e 29 de maio, 2020.

[25] ALMEIDA, BRUNO L.; BRYAN S. C. MELO, ANTHONY F. N. P. ALEIXO, LUCAS DE S. FARIAS, ISAURA N. L. PAES. Impermeabilidade de argamassas de revestimento com hidrofugantes adicionados à mistura e como proteção superficial. In: **XIV Simpósio Brasileira de Tecnologia das Argamassas (SBTA).** João Pessoa/PB. 2023.

[26] SOUZA, A. H. F.; GONÇALVES, N. A. A.; MONTEIRO, V. I.; SANTOS, C. Q.; PAES. I, N. L. PAES. Avaliação da absorção capilar de água de diferentes argamassas e sua relação com a microestrutura. In: **XIV Simpósio Brasileira de Tecnologia das Argamassas (SBTA).** João Pessoa/PB. 2023.