



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A REALIDADE DE BELÉM-PA E CIDADES DE
BRASÍLIA-DF E SANTA MARIA-RS, QUANTO A DURABILIDADE DE
FACHADAS, SOB A AÇÃO DO CALOR, CHOQUE TÉRMICO E CHUVA
DIRIGIDA**

**Tonio Marcio Neri
Maylon Almeida**

**Belém - PA
Julho/2023**

**TONIO MARCIO NERI
MAYLON ALMEIDA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A REALIDADE DE BELÉM-PA E CIDADES DE
BRASÍLIA-DF E SANTA MARIA-RS, QUANTO A DURABILIDADE DE
FACHADAS, SOB A AÇÃO DO CALOR, CHOQUE TÉRMICO E CHUVA
DIRIGIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientadora: Dr^a. Taiza Naiana da Silva Ferreira

**Belém - PA
Julho/2023**

**TONIO MARCIO NERI
MAYLON ALMEIDA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A REALIDADE DE BELÉM-PA E CIDADES DE
BRASÍLIA-DF E SANTA MARIA-RS, QUANTO A DURABILIDADE DE
FACHADAS, SOB A AÇÃO DO CALOR, CHOQUE TÉRMICO E CHUVA
DIRIGIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Belém, ____ / ____ / ____

Examinadores

Professora Dra. Taiza Naiana da Silva Ferreira
Universidade Federal do Pará | UFPA
Orientadora

Membro da banca

Membro da banca

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em memória de Wanda das Mercês Neri e Leida Vallinoto Klautau. Duas fontes inestimáveis de inspiração e sabedoria. A presença de ambas, será eternamente sentida e lembrada.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos primeiramente à Deus, que clareou nossos caminhos, encheu nossas mentes de resiliência, tranquilidade e sabedoria. Agradecemos um ao outro, pela parceria, pelo comprometimento e pela dedicação ao enfrentar os desafios juntos.

Agradecemos a nossa orientadora Dr^a Taiza Naiana da Silva Ferreira, por sua valiosa orientação, conhecimento especializado, disponibilidade e engajamento ao longo deste processo.

Também queremos estender nossos agradecimentos aos professores e funcionários da Universidade Federal do Pará-UFGPA-Campus Belém/ Faculdade de Engenharia Civil-FEC, pela oportunidade de realizar este estudo e todo o conhecimento agregado ao longo dessa jornada.

Não poderíamos deixar de mencionar nossas famílias e amigos, pelo suporte incondicional, palavras de incentivo e compreensão durante as horas dedicadas a este projeto.

Por fim, expressamos nossa gratidão a todos os autores e pesquisadores cujos trabalhos foram citados neste TCC, pois eles foram fundamentais para o embasamento teórico e enriquecimento de nossas ideias.

Sem dúvida, este trabalho não seria possível sem a contribuição de cada uma dessas pessoas, onde, somos extremamente gratos por todo apoio e incentivo que recebemos ao longo dessa jornada.

*“Como a chuva e o sol, o vento e a temperatura moldam
nosso planeta, transformando-o em um delicado equilíbrio de vida para a biosfera”
(Carlos Nobre- cientista brasileiro especialista em aquecimento global)*

RESUMO

NERI, T. M. & ALMEIDA, M. “*Estudo Comparativo entre a Realidade de Belém-PA e Cidades de Brasília-DF e Santa Maria-RS, quanto a Durabilidade de Fachadas, sob à Ação do Calor, Choque Térmico e Chuva Dirigida*”2023. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

Este trabalho trata, principalmente, de uma revisão acerca da produção acadêmica científica sobre a análise quanto ao desempenho das fachadas, expostas às ações climáticas, situadas em 03 diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. Tal estudo comparativo, consiste em verificar os níveis de exposição e os agentes de degradação correspondente a cada uma dessas regiões, bem como a análise dos materiais que compõem estas fachadas. O trabalho foi realizado com base em pesquisa bibliográfica, onde obteve um resultado de 32 artigos relacionados, no entanto, apenas 07 artigos apresentaram similitude com o tema. Como resultado da pesquisa, foi identificado dentre as cidades de Belém-PA, Brasília-DF e Santa Maria-RS, a zona mais crítica (Z2) e a mais amena (Z8), quanto ao grau de exposição e surgimento de agentes de degradação, na qual atuam como marcadores ao mapeamento de possíveis patologias prediais.

Palavras-chave: fachadas; degradação; chuva dirigida; zonas bioclimáticas; materiais em fachadas.

ABSTRACT

NERI, T. M. & ALMEIDA, M. “*Comparative Study between the Reality of Belém-PA and Cities of Brasília-DF and Santa Maria-RS, regarding the Durability of Facades, Under the Action of Heat, Thermal Shock and Directed Rain*” 2023. Diploma Work (Graduation in Civil Engineering) – Faculty of Civil Engineering, Federal University of Pará, Belém.

This work deals mainly with a review of the scientific academic production on the analysis of the performance of facades, exposed to climate actions, located in 03 different Brazilian bioclimatic zones. This comparative study consists of verifying the levels of exposure and the agents of degradation corresponding to each of these regions, as well as the analysis of the materials that make up these facades. The work was carried out based on bibliographical research, which obtained a result of 32 related articles, however, only 07 articles were similar to the theme. As a result of the research, it was identified among the cities of Belém -PA, Brasília -DF and Santa Maria -RS, the most critical zone (Z2) and the mildest (Z8), regarding the degree of exposure and appearance of degradation agents, in which they act as markers for mapping possible building pathologies.

Key words: facades; degradation, directed rain; bioclimatic zones; materials in facades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Radiação total acumulada e amplitude térmica máxima em um ano de simulação.....	25
Figura 2: Temperatura superficial máxima e mínima absolutas em um ano de simulação para cada zona bioclimática.....	26
Figura 3: Frequência de ocorrência de choque térmico pleno para um ano de simulação...	26
Figura 4: Frequência de ocorrência de choque térmico atenuado para um ano de simulação.....	27
Figura 5: Valores de chuva dirigida acumulada para um ano de simulação em todas as zonas bioclimáticas.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cidade, Estado e Zonas Bioclimáticas.....	24
Tabela 2: Resumo das propriedades dos materiais.....	25
Tabela 3: Número de eventos de choque térmico pleno mensal ao longo de um ano de simulação.....	27
Tabela 4: Números de eventos de choque térmico atenuado mensal ao longo de um ano de simulação.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ALCONPAT– Revista de La Asociacion Latinoamericana de

Ap. ou Apud – citado por segundo

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers

CAPES– Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Cap. – capítulo

Coord. – coordenador

COP– 30– Conferência das Partes/ edição n° 30

ed. – editor

et al. – e outros

ICD – Indicativo das Condições de Exposição do Edifício

ISO – International Organization Standardization

NBR – Norma Brasileira

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

org. – organizador

SciELO – Brasil Scientific Eletronic Library Online

SiNAT – Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais

WUFI – Warme Und Feuchte transport Instationar

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	QUESTÕES CLIMÁTICAS.....	10
1.2	MATERIAIS UTILIZADOS EM FACHADAS.....	11
1.2.1	Classificação das Argamassas de Revestimento Cerâmico.....	12
1.2.2	Revestimento Cerâmico.....	13
1.3	SUSTENTABILIDADE (ODS-ONU).....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	MATERIAS.....	15
2.2	AGENTES DE DEGRADAÇÃO.....	15
2.3	PATOLOGIAS.....	16
3	OBJETIVOS	18
3.1	OBJETIVO GERAL.....	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4	METODOLOGIA	19
5	RESULTADO	20
6	DISCURSSÃO	29
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
7.1	CONCLUSÃO.....	32
7.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	33
8	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Faz-se de suma importância um estudo de análise quanto ao desempenho das construções em relação a durabilidade dos itens, seja dos materiais utilizados, dos elementos constituintes e, principalmente, dos sistemas construtivos. Na qual, segundo OLIVEIRA et al. (2014) pode destacar a fachada como parte primordial destes sistemas, haja vista que, trata-se de um elemento construtivo de proteção da edificação em relação ao ambiente externo, que atua de forma permanente a determinados fatores climáticos como; temperatura, choque térmico e chuva dirigida. A longevidade pode ser genericamente compreendida como o período em que o produto preserva as suas características ou funções atribuídas, cumprindo o desempenho esperado durante toda a sua vida útil, no entanto, esta exposição permanente pode gerar fatores de degradação de vários tipos, que, geralmente atuam concomitantemente para o processo degenerativo, ocasionando o surgimento de diversas patologias prediais, comprometendo a integridade, funcionalidade e aparência estética das fachadas. Segundo PADILHA Jr et al. (2007), os revestimentos da fachada devem apresentar as propriedades para os fins a que se destinam, que é a proteção e vedação da edificação contra a ação de agentes externos agressivos, quanto ao efeito estético e de valorização patrimonial, compatíveis com a nobreza e o custo do material.

Tendo como referencial de análise, três zonas bioclimáticas (a cidade de Belém-PA, Brasília-DF e a cidade de Santa Maria-RS) de localização geograficamente extrema e de características climáticas bem específicas. Possibilitando assim, uma abordagem prévia detalhada quanto aos níveis de exposição, bem como, a elaboração de um mapeamento para os propulsores de possíveis patologias prediais.

Desta forma, a hipótese desta pesquisa, consiste na suposição de que, o grau de exposição às intempéries, favorece a incidência significativa, de agentes de degradação para os componentes das fachadas localizadas nestas zonas bioclimáticas.

1.1 QUESTÕES CLIMÁTICAS

É notório que o aspecto que rege tal estudo é a relevância dos fatores climáticos associados a um determinado componente da construção civil, em que, faz-se necessário uma ampla abordagem das alterações climáticas e seus respectivos impactos em nosso planeta. Desta forma, tendo como referência a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC) e sua reunião anual intitulada de Conferência das Partes (COP), é

fundamental a inclusão desta organização internacional como parte da pesquisa. Por consequência de que, a ONU confirma Belém (PA) como sede da COP-30, a conferência para o clima. O presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, anunciou na data de 26 de maio de 2023 que o Brasil sediará a 30ª Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP-30), em novembro de 2025, em Belém (PA). Vale lembrar que essa conferência surgiu no contexto da ECO 92, sediado no País em 1992, na cidade do Rio de Janeiro, em que, líderes mundiais e as partes envolvidas discutiram soluções para desafios globais relacionados ao clima e ao meio ambiente (ONU, 2023).

De acordo com a instituição acima citada, alguns assuntos abordados nas edições anteriores desta conferência, colocam em pauta a necessidade coordenada para o efeito nocivo destas alterações climáticas sobre a estrutura urbana e seus habitantes. Pode citar como exemplo a COP 25 realizada em 2019 em Madri, onde, discutiu-se as consequências das mudanças climáticas para as populações urbanas, que são especialmente vulneráveis aos impactos negativos decorrentes do aumento da temperatura global, como; ondas de calor, aumento da poluição do ar, tempestades intensas e dentre outros intempéries.

1.2 MATERIAIS UTILIZADOS EM FACHADAS

De acordo com TAKEDA et al. (2007), as questões climáticas têm um impacto significativo nas edificações, implicando principalmente na durabilidade, causando danos aos materiais. Para CARASEK (2017), nos revestimentos cerâmicos, os tipos de argamassa usados são: Argamassa de assentamento de peças cerâmicas colantes e Argamassa de rejuntamento.

A autora acima cita que o edifício como um todo, é formado por um conjunto de elementos que exercem funções distintas com o princípio básico de protegê-lo, para que esse possa exercer ao longo de sua vida útil um bom desempenho. O sistema de vedação vertical é composto por camadas de revestimento, que além de função estética, protegem a edificação contra os agentes externos e internos causadores de sua degradação.

Segundo a ABNT NBR 13529 (2013), o sistema de revestimento apresenta-se como o conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, de acordo com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto.

De acordo com CARASEK (2017), o revestimento externo de uma edificação é um dos principais serviços da obra, pois além de contribuir para o aspecto visual, também protege a edificação como um todo, proporcionando maior durabilidade à construção. Ele deve apresentar um conjunto de propriedades que irão ajudar a conquistar o adequado comportamento das vedações.

Já a argamassa para revestimento é definida pela ABNT NBR 13529 (2013), como sendo um composto homogêneo de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento.

De acordo com uma consulta feita a partir de; SINDUSCON-PA, SINDUSCON-DF e SINDUSCON-RS, os materiais utilizados nestas três cidades são os mesmos, bem como os métodos tradicionais de elaboração das argamassas, produzidos no próprio canteiro de obras, no entanto, nota-se que a construção civil na cidade de Brasília vem apresentando, ao longo dessa década, uma crescente adesão na aquisição das argamassas por projeção mecânica em comparação com as outras duas cidades.

1.2.1 Classificação das Argamassas de Revestimento Cerâmico.

À medida que uma construção está em andamento, várias argamassas são empregadas, cada uma com um propósito específico. No caso do revestimento de fachadas, a escolha da argamassa adequada depende do tipo de acabamento desejado.

Segundo CARASEK (2017), quando se trata de revestimentos externos, as argamassas mais comumente empregadas são:

- Argamassas de revestimento: é utilizada em tetos, paredes e muros como revestimento de camada única, ou para chapisco, emboço e reboco. Esse tipo de argamassa apresenta funções específicas, tais como: Unir as unidades de alvenaria e auxiliar a resistir aos esforços naturais; distribuir as cargas uniformemente na parede por toda a área resistente dos blocos; absorver deformações naturais a que a alvenaria estiver sujeita e selar as juntas.
- Argamassa colante: utilizada para o assentamento de peças cerâmicas e de pedras de revestimento, tem a função de absorver as deformações naturais as quais o sistema de revestimento cerâmico estiver submetido e, “colar” a placa cerâmica ao substrato.

- Argamassa de rejuntamento: composto destinado a preencher as juntas de assentamento de placas cerâmicas, proporcionando a vedação das juntas, o ajuste dos defeitos de alinhamento, a absorção de pequenas deformações do sistema e ainda a substituição das peças cerâmicas.

1.2.2 Revestimento Cerâmico.

A ABNT NBR 13818 (1997) classifica as cerâmicas de acordo com seu processo de fabricação, mercado, absorção de água e módulo de ruptura.

De acordo com MEDEIROS e SABBATINI (1999), o revestimento cerâmico de fachada aderido é o conjunto monolítico de camadas, aderidas à base portanto da fachada do edifício, cuja capa exterior é formada de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou outro material adesivo.

1.3 Sustentabilidade (ODS- ONU)

De acordo com a Geógrafa Grazi Carvalho (2022), o país encontra-se num grande desafio em transformar as cidades brasileiras em lugares com mais qualidade de vida. Segundo a matéria a solução está na criação das cidades inteligentes, que se baseia nos quatro pilares; cidade humana, eficiente, sustentável e inteligente, em que, o desenvolvimento sustentável aparece como agente transformador e primordial para tal ação.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (ONU) (2023). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresentam-se como uma série de 17 metas estabelecidas pelas Nações Unidas como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Tais metas foram adotadas em setembro de 2015 por todos os Estados-Membros da ONU, onde, têm como objetivo abordar os principais desafios sociais, econômicos e ambientais enfrentados pelo mundo.

Conforme o órgão acima citado, esses objetivos abrangem uma ampla gama de questões, incluindo erradicação da pobreza, igualdade de gênero, acesso à educação de qualidade, conservação de recursos naturais, redução das desigualdades, entre outros.

Para a ONU (2023), a contribuição ao enriquecimento do conteúdo abordado na pesquisa, vale destacar os itens; 9 (indústria, inovação e infraestrutura), 11 (cidades e comunidades sustentáveis) e 13 (ação contra a mudança global do clima). Neste contexto, a abordagem

destes três itens está diretamente interligada com a indústria da construção civil, sendo constatada a seguir: ODS 9- a indústria da construção desempenha um papel fundamental na promoção do desenvolvimento sustentável, pois está ligado à infraestrutura, ao uso eficiente de recursos e a adoção de práticas sustentáveis. Numa análise mais aprofundada, tem como exemplo a gestão de resíduos para a quantidade significativa que produz, promovendo a reutilização, reciclagem e redução destes resíduos. O outro exemplo enfatiza a construção de infraestruturas resilientes ao clima e a eventos extremos, como peça fundamental para enfrentar os desafios das mudanças climáticas. ODS 11- está diretamente relacionado ao desenvolvimento e planejamento de áreas urbanas, almejando um desenvolvimento urbano sustentável.

O planejamento urbano sustentável envolve o uso eficiente de recursos, a promoção do transporte público, o projeto de áreas verdes e a construção de edifícios verdes, em que, este último consiste na adequação de práticas sustentáveis como o uso de materiais de construção de baixa pegada de carbono, sistema de energia renovável e de infraestrutura acessível para a inclusão e equidade. ODS 13 está diretamente relacionado com o tema em questão, onde refere-se a medidas emergenciais a serem tomadas para os impactos das mudanças climáticas. Dentre estas medidas, pode destacar a eficiência energética nos edifícios, como; isolamento térmico, iluminação eficiente, sistemas de aquecimento e resfriamento de baixo consumo energético, entre outros. Também podemos destacar, a adoção de técnicas construtivas com menor impacto ambiental e de planejamento adequado dos edifícios em relação à ventilação e iluminação natural, ajudando assim, na redução de emissões de gases do efeito estufa associados à construção civil (ONU, 2023).

Levando em consideração as abordagens da NBR e da ONU viu-se a importância de realizar um estudo comparativo dos intempéries climáticos e suas consequências, ocorridos entre; a cidade de Belém-PA e as cidades de Brasília-DF e Santa Maria-RS, com o intuito de esclarecer as características e problemática correspondente à cada uma dessas regiões, além de expor o fator comum entre estas três cidades de que, as fachadas são elementos visíveis e vitais para a imagem das edificações, afetando diretamente a qualidade de vida dos usuários e a valorização imobiliária dos imóveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MATERIAIS

Para Carasek (2017), em seu livro “Materiais de construção civil e princípios de ciências e engenharia de materiais”, apresenta em um dos capítulos o estudo sobre argamassas, tratando-se sobre a classificação, as funções, os requisitos e as propriedades mais importantes das argamassas. São abordadas as argamassas inorgânicas, principalmente argamassas à base de cimento Portland e cal ou de cimento Portland e aditivos, com função de assentamento de alvenaria e de revestimento de paredes. O capítulo apresenta também alguns aspectos sobre manifestações patológicas de revestimentos de argamassa, relatando que a deterioração prematura dos revestimentos de argamassa é decorrente de diferentes formas de ataque, as quais podem ser classificadas em físicas, mecânicas, químicas e biológicas.

A tese de Medeiros, J. S.; Sabbatini, F. H. “tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachada de edifícios”: 1999. (Doutorado) – Escola politécnica, Universidade de São Paulo. Trata da tecnologia de produção e do projeto dos revestimentos cerâmicos destinados às fachadas de edifícios, São discutidos os principais fatores que afetam a qualidade dos revestimentos, seus requisitos funcionais e as diretrizes e parâmetros necessários à elaboração do projeto. Apresentam-se também os principais conceitos sobre o assunto, analisando-se a tecnologia dos materiais, métodos construtivos e a normalização nacional e estrangeira relativa ao assunto. Somando assim, ao requerido estudo a importância do projeto para produção dos revestimentos cerâmicos de fachada, que é um elemento-chave para a obtenção de resultados favoráveis. Sua implantação permite evitar uma série de problemas que podem conduzir a falhas nos revestimentos e facilitar as ações de controle e melhoria de qualidade da produção.

2.2 AGENTES DE DEGRADAÇÃO

A pesquisa (“estudo da ação de agentes de degradação de fachadas associadas à temperatura e à chuva dirigida em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras”) cita autores relevantes e pesquisadores da área que são referências na abordagem do tema em questão. Estes autores, se analisados isoladamente, relatam suas experiências e conhecimentos que estão descritos na obra, porém, tal pesquisa agrega e alinha num mesmo foco o senso crítico destes, proporcionando um material específico, mas rico no detalhamento dos agentes de degradação.

O estudo apresentado inclui três frentes de análise (efeitos da chuva dirigida, variação térmica superficial e revestimento cerâmico) que discutem a degradação de fachadas de edifícios em diferentes zonas climáticas no Brasil. Entre as referências utilizadas, destacam-se os trabalhos de FREITAS et al. (2011) e NASCIMENTO (2016), que investigam os efeitos da chuva dirigida para os componentes materiais das fachadas, enquanto SARAIVA (1998) e DORNELLES, et al. (2007) enfocam a degradação de revestimentos cerâmicos das fachadas. Foi utilizado o software WUFI Pro 6.5 para obtenção de dados sobre radiação solar, temperatura da superfície e chuva dirigida nas fachadas voltadas para o norte de um edifício modelo. Os autores, embasados pelo estudo proposto por ZANONI (2015) e SILVA (2000), selecionaram oito cidades representativas de cada uma das oito zonas bioclimáticas do Brasil, utilizando os dados da simulação para identificar as zonas de estado mais crítico de degradação. Estes dados também foram utilizados para análise do grau de desprendimento dos revestimentos cerâmicos.

UCHÔA et al. (2016) e BAUER et al. (2018) enfatizam a importância de considerar as condições climáticas locais no contexto construtivo das edificações. O estudo sugere que o desprendimento dos revestimentos cerâmicos pode ser evitado, caso seja selecionado materiais apropriados e projetando os revestimentos para suportar as condições climáticas locais. No geral, esta pesquisa fornece informações e dados importantes das zonas climáticas estudadas e destaca o papel relevante das condições climáticas locais, para contribuição e auxílio nos projetos construtivos, na prevenção e manutenção dos edifícios no Brasil.

2.3 PATOLOGIAS

Conforme OLIVEIRA (2003) as fachadas por estarem mais expostas ao meio ambiente e a ações atmosféricas têm uma probabilidade maior de degradação, prejudicando a vida útil da edificação. O uso de revestimentos cerâmicos em fachadas é comum e está associado a um processo de degradação específico caracterizado principalmente pelo descolamento (BAUER et al., 2015; PACHECO e VIEIRA, 2017) além da fissuração, falta de adesão cerâmica-substrato e pela expansão de substratos devido à umidade ou variações térmicas (BEZERRA et al., 2018). Assim, entre os casos mais comuns de manifestações em fachadas pode citar: descolamentos de pastilhas, fissuração dos revestimentos, degradação de pinturas, presença de eflorescência e bolor, entre outros.

De acordo com CASSOTTI (2017), o objetivo da pesquisa é compreender as causas e fatores que dão origem a essas fissuras, a fim de minimizar as dificuldades enfrentadas pelos profissionais da construção civil. Tanto VERÇOZA (1991) quanto THOMAZ (1989), enfatizam o comportamento térmico dos materiais utilizados no processo de construção das fachadas, buscando uma melhor compreensão das características físicas desses componentes. Foram analisados os tipos de fissuras e rachaduras em termos de espessura, origem e classificação da profundidade, com o objetivo de identificar quais destes exemplos são patológicos ou prejudiciais à estrutura, bem como a depreciação do imóvel. A pesquisa também aborda as causas destas patologias e a importância do procedimento de execução do serviço adequado dos materiais, mais especificamente da argamassa. BASSO & SABBATINI (1997), ROMANO (2011) e outros, dão ênfase à análise das propriedades físicas dos materiais e, conseqüentemente, à episódios de natureza mecânica, assim como as medidas preventivas que podem ser adotadas para evitar a ocorrência de futuras fissuras. Outro aspecto importante em pauta, são os danos que essas fissuras podem causar no revestimento e na estrutura das edificações, incluindo o comprometimento do substrato, a penetração de água e a formação de microrganismos.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho, é a realização de um levantamento comparativo por meio de revisão bibliográfica, sobre os efeitos de agentes de degradação, provocados pela excessiva exposição das fachadas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relacionar diretamente o grau de exposição e seus efeitos
- Investigar a gravidade e a extensão das ações dos agentes de degradação
- Identificar padrões dos agentes de degradação
- Instigar o questionamento de que, a degradação e o comprometimento da vida útil das fachadas nestas zonas estudadas, podem derivar de outras possíveis causas, além da exposição de intempéries

4 METODOLOGIA

Este trabalho, na forma de revisão bibliográfica, foi conduzido para investigar o processo de degradação de fachadas prediais devido às ações climáticas, em três zonas bioclimáticas brasileiras. Para realizar essa revisão, foi adotado o processo de pesquisa de acordo com a metodologia de Lakatos & Marconi (2021). De acordo com estas autoras, a revisão bibliográfica é o momento em que o autor faz uso de diferentes trabalhos publicados, para que sirva como base das suas análises e afirmações.

Para a confecção deste trabalho, foi utilizado diversas fontes de conhecimento relevantes sobre o assunto, na qual, ficou pautada em; coleta do conteúdo, critérios de avaliação e informações técnicas adicionais. Inicialmente, por meio das duas plataformas acadêmicas SciELO e CAPES. Foram utilizadas as palavras-chave: “fachadas”, “degradação”, “chuva dirigida”, “zonas bioclimáticas”, “materiais em fachadas” , onde, obteve um resultado de 32 artigos relacionados. Para o processo de avaliação deste material coletado, foram adotados os seguintes critérios:

a) Critérios de seleção dos artigos;

- Somente artigos publicados em periódicos Qualis A1, A2, A3, B1, B2 e B3.

- Recorte temporal para seleção de artigos publicados entre 2014 e 2022

- Artigos elencados ao máximo número das palavras-chave

b) Critérios de exclusão dos artigos;

- Artigos de revestimento externo para fachada ventilada, fachada em pele de vidro ou fachada em ACM

- Artigos fora da classificação periódica Qualis A1, A2, A3, B1, B2 e B3.

5 RESULTADO

Foram analisados 32 artigos e desta amostra excluiu-se 25, que não atendiam ao critério de inclusão, resultando um quantitativo de 07 artigos. Após o levantamento de todas as referências, procedeu-se à análise para dar corpo à síntese da referência bibliográfica e posteriormente os fechamentos. Para esta etapa, foram acrescentados alguns elementos como normas técnicas e sites governamentais, contendo dados e informações específicas para dar respaldo técnico, bem como presidir tal estudo (QUADRO)

QUADRO: Resultados dos artigos selecionados

ARTIGO 1	
TÍTULO	“Avaliação de Métodos para Quantificação de Chuva Dirigida nas Fachadas das Edificações”
TIPO DE ESTUDO	Estudo qualitativo de revisão bibliográfica
INSTITUIÇÃO:	Universidade de Campinas-Unicamp
PERIÓDICO:	PARC-Pesquisa em Arquitetura e Construção
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICO:	A2
AUTOR/ANO	V. A. G. Zanoni, J. M. M. Sanchez, E. Bauer (2018)
SÍNTESE DO ESTUDO	<p>Os resultados obtidos por meio desses métodos variam em decorrência do coeficiente de chuva dirigida α que corresponde ao conjunto de parâmetros e constantes adotados para ajustar as condições urbanas e as características da edificação. Os estudos descritivos e analíticos aplicados para o contexto urbano da cidade de Brasília-DF, permitiram avaliar três métodos semi-empíricos para quantificação da intensidade de chuva dirigida projetada na fachada. Por meio da comparação, foi possível constatar diferenças significativas nos resultados obtidos. A aplicação dos três principais métodos semi-empíricos (ISO 15927-3:2009, ASHRAE 160:2009 e WUFI Pro 5.3:2013) permitiu quantificar a intensidade de água de chuva que é projetada na fachada em cada mês do ano, identificando qual orientação de fachada é mais exposta à umidificação pela ação da chuva dirigida.</p> <p>Os resultados mensais apresentados mostram que a maior intensidade de chuva dirigida ocorreu no mês de dezembro, seguido pelos meses de janeiro, novembro, fevereiro, março e outubro (meses do período chuvoso). No período seco (abril a setembro), a</p>

	intensidade de chuva dirigida é bastante baixa, principalmente nos meses de maio, junho, julho e agosto.
ARTIGO 2	
TÍTULO	“Materiais de construção civil e princípios de ciências e engenharia de materiais”
TIPO DE ESTUDO	Estudo qualitativo de pesquisa de campo
INSTITUIÇÃO:	Universidade Federal de Goiás
PERIÓDICO:	Revista IBRACON de Estrutura e de Materiais
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICO:	A3
AUTOR/ANO	Helena Carasek (2017)
SÍNTESE DO ESTUDO	O estudo apresenta a classificação, as funções, os requisitos e as propriedades mais importantes das argamassas, associando tais propriedades com alguns métodos de ensaio disponíveis para sua determinação. São discutidos também aspectos da dosagem e preparo das argamassas. Discute mais detalhadamente a influência dos materiais na durabilidade dos revestimentos de argamassa. Assim, foram abordados os aspectos ligados à influência dos materiais constituintes das argamassas de emboço ou camada única: cimento, cal, agregados, adições, aditivos e água, na durabilidade dos revestimentos.
ARTIGO 3	
TÍTULO	“Durabilidade de fachadas: método de ensaio para verificação da resistência à ação de calor e choque térmico”
TIPO DE ESTUDO	Estudo quantitativo de revisão bibliográfica
INSTITUIÇÃO:	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
PERIÓDICO:	Revista Ambiente Construído
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICO:	A3
AUTOR/ANO	L. A. Oliveira, J. H. Fontenelle, C. V. M. Filho (2014)
SÍNTESE DO ESTUDO	Um trecho da parede 1 foi submetido ao ensaio de choque térmico, com 1,20m de comprimento e altura do pé-direito, sem restrição nas laterais, sendo o resultado do ensaio considerado satisfatório, uma

	<p>vez que não surgiram falhas que pudessem comprometer o desempenho. Porém, o protótipo construído em campo apresentou falhas nas paredes em menos de 6 meses após sua construção. Uma modificação do sistema de placas e de juntas foi introduzida na parede 1, resultando na parede 2, sendo novos ensaios realizados. O ensaio no trecho de parede 2 foi realizado com 2,40m de comprimento, com restrição nas laterais, sendo seu resultado considerado satisfatório. No protótipo construído com a parede 2 não foram observadas falhas nas inspeções feitas após 6 meses e após 1 ano de sua construção. Tais resultados indicam que o ensaio na parede 1 não conseguiu reproduzir as solicitações existentes em condições reais de exposição, uma vez que se verificou resultado satisfatório no laboratório, mas não satisfatório no campo.</p>
ARTIGO 4	
TÍTULO	“Estudo da ação de agentes de degradação de fachadas associados à temperatura e a chuva dirigida em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras”
TIPO DE ESTUDO	Estudo quantitativo de pesquisa de campo
INSTITUIÇÃO:	Universidade de Brasília, Brasil
PERIÓDICO:	Revista ALCONPAT
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICO:	B2
AUTOR/ANO	L. Ramos, E. Bauer (2022)
SÍNTESE DO ESTUDO	<p>O estudo fez a simulação higratérmica das 08 zonas bioclimáticas brasileiras, utilizando o programa WUFI Pro 6.5 para avaliar a ação dos agentes climáticos nas fachadas em cada cidade. Nota-se que os maiores valores de amplitude térmica ocorrem para a zona Z6 (38,15°C) seguido da zona Z2 (37,5°C) e Z1 (37,15°C), já o menor valor é verificado na Z8 (22,64°C) e as demais zonas apresentam valores intermediários. Quanto à incidência de radiação solar, a Z4 apresenta maior valor (1.014.409 W/m²) seguida da Z6 (995.347 W/m²), enquanto o Z8 apresenta o menor valor de incidência de radiação (743.527 W/m²). Ademais, observa-se que a incidência de radiação solar está associada ao ganho de temperatura em cada fachada principalmente no que se nota nas zonas Z8 e Z6, com exceção da zona Z4 a qual apresentou maior incidência de radiação e a terceira menor amplitude térmica.</p> <p>Em relação à radiação total, as zonas Z4 e Z6 são críticas e a Z8 apresenta condições de exposição mais amenas, apesar de ser representada pela cidade de Belém-PA localizada próximo a linha do equador.</p>

ARTIGO 5	
TÍTULO	“Patologias em Fachadas Externas devido a Movimentações Higrotérmicas”
TIPO DE ESTUDO	Estudo quantitativo de revisão bibliográfica
INSTITUIÇÃO:	Universidade do Oeste de Santa Catarina-UNOESC
PERIÓDICO:	Revista científica TECNOLÓGICA
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICO:	B3
AUTOR/ANO	E. Ribeiro, F. J. Volkweis (2016)
SÍNTESE DO ESTUDO	A pesquisa buscou informar de forma geral as características e o comportamento dos materiais da construção civil quando expostos a agentes externos. Como esses materiais se comportam quanto à dilatação e a compressão, como os agentes externos influenciam no comportamento desses materiais (incidência solar, temperatura, chuvas). A pesquisa também aponta para alguns cuidados que devem ser tomados para elaboração da argamassa, a fim de conscientizar sobre a importância da confecção desta. É crucial o entendimento do conjunto desses fatores para que consigamos minimizar ao máximo as possíveis manifestações patológicas provocadas por movimentações higrotérmicas. No decorrer do trabalho foi possível observar que os autores alertam para situações que muitas vezes passam despercebidas na fase de execução da obra.
ARTIGO 6	
TÍTULO	“Degradação de Fachadas Revestidas em Argamassas, nos Edifícios de Brasília, Brasil”
TIPO DE ESTUDO	Estudo quantitativo de pesquisa de campo
INSTITUIÇÃO:	Universidade de Brasília-DF
PERIÓDICO:	Revista Ambiente Construído
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICO:	A3
AUTOR/ANO	E. Bauer, J. S. Souza, L. M. G. Mota (2021)
SÍNTESE DO ESTUDO	A pesquisa faz a relação entre; anomalias, agentes de degradação e mecanismos, com o intuito de fornecer subsídios para estudos de vida útil e desenvolvimento de materiais e elementos mais duráveis. Essa abordagem se baseia na inspeção de edifícios em uso, e para

	isso se emprega o Método de Mensuração da Degradação. O estudo elaborou um cronograma referente, na qual quantifica-se os mecanismos, agentes principais, agentes coadjuvantes e propagação destas anomalias.
ARTIGO 7	
TÍTULO	“Potencial da Análise Termográfica para avaliar manifestações patológicas em sistemas de revestimentos de fachadas”
TIPO DE ESTUDO	Estudo qualitativo de pesquisa de campo
INSTITUIÇÃO:	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
PERIÓDICO:	Revista ALCONPAT
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICO:	B2
AUTOR/ANO	O. T. Takeda, W. Mazer (2018)
SÍNTESE DO ESTUDO	A pesquisa o potencial da análise termográfica na avaliação de manifestações patológicas em fachadas de edifícios. Seu uso pode ajudar na identificação e no diagnóstico, reduzindo tempo e custos destas atividades. Para colocar em prática estas técnicas, foi realizado a calibração do sensor térmico e os ensaios foram realizados em dois períodos diferentes de luz solar. Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação da análise termográfica permite a identificação e medir a extensão de manifestações patológicas ocultas nas fachadas.

Fonte: Autores

Tabela 1: Cidade, Estado e Zonas bioclimáticas.

Z8	Z4	Z2
Belém - PA	Brasília - DF	Santa Maria – RS

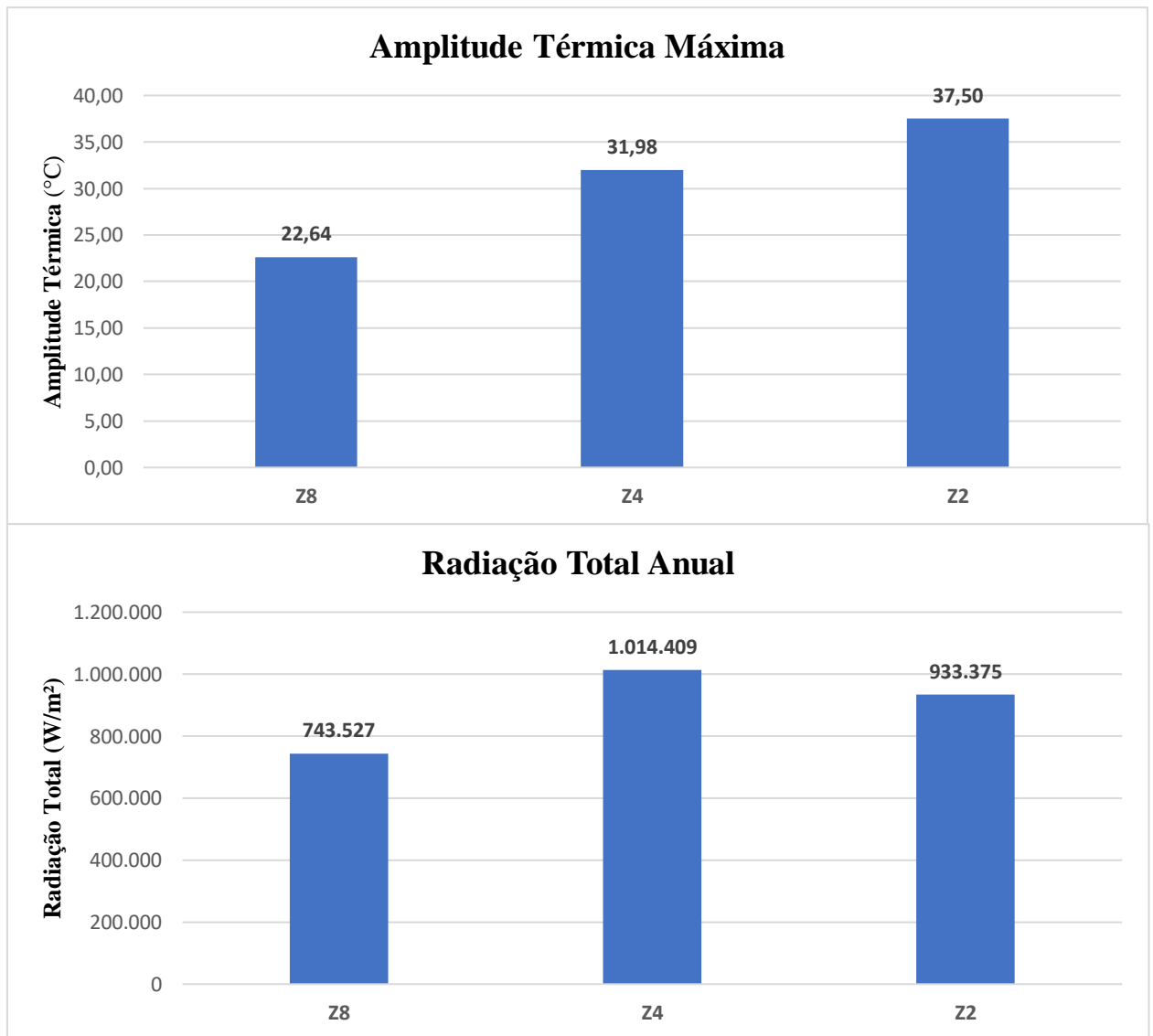
Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.251)

Tabela 2: Resumo das propriedades dos materiais

Propriedades	Bloco Cerâmico	Placa cerâmica	Argamassa de emboço
Massa específica aparente (Kg/m ³)	578	1730	1830
Porosidade (-)	0,486	0,29	0,2604
Permeabilidade ao vapor de água (Kg/(m.s.Pa))	8,38.10 ⁻¹²	1,66.10 ⁻¹²	7,9.10 ⁻¹²
Coefficiente de absorção de água (Kg/m ² . √s)	0,09	0,001	0,089

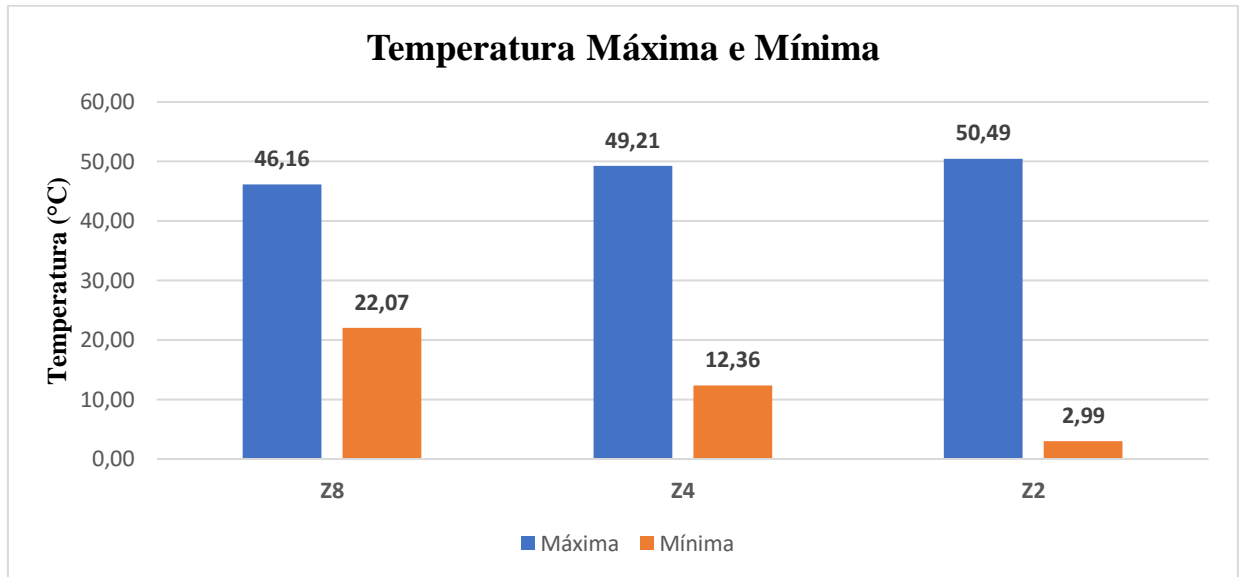
Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.252)

Figura 1: Radiação total acumulada e Amplitude térmica máxima em um ano de simulação.



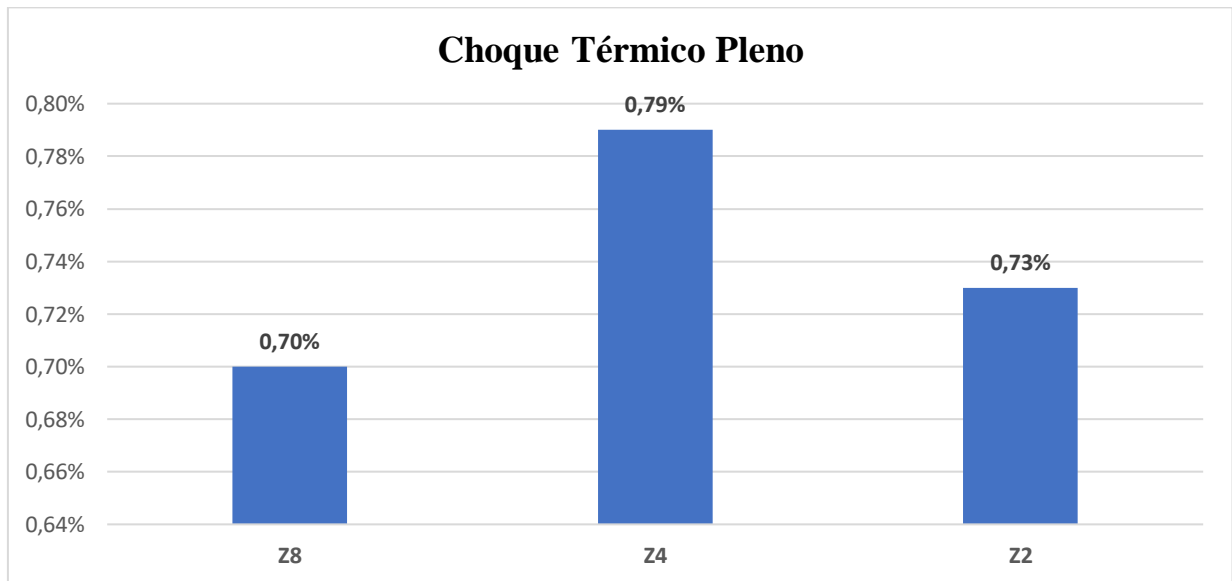
Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.255)

Figura 2: Temperatura superficial máxima e mínima absolutas em um ano de simulação para cada zona bioclimática.



Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.256)

Figura 3: Frequência de ocorrência de choque térmico pleno para um ano de simulação.



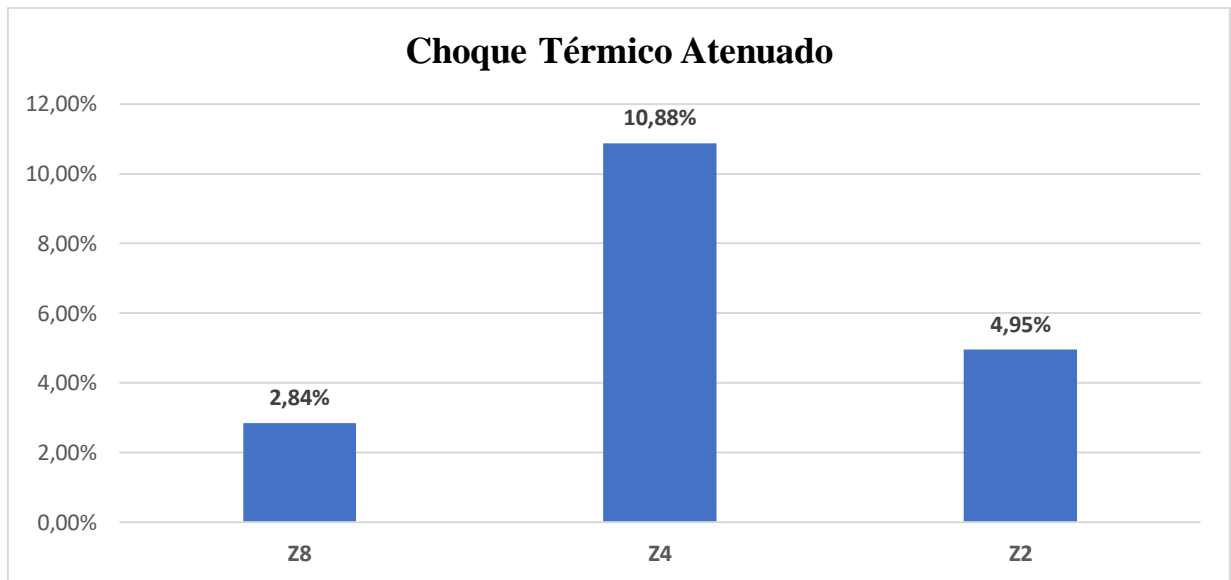
Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.256)

Tabela 3: Número de eventos de choque térmico pleno mensal ao longo de um ano de simulação.

Choque Térmico Pleno													
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	TOTAL
Z8	5	5	6	7	10	5	2	3	1	4	5	8	61
Z4	1	1	0	4	17	23	19	0	0	1	0	3	69
Z2	0	1	0	4	21	10	7	12	7	0	0	2	64

Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.257)

Figura 4: Frequência de ocorrência de choque térmico atenuado para um ano de simulação.



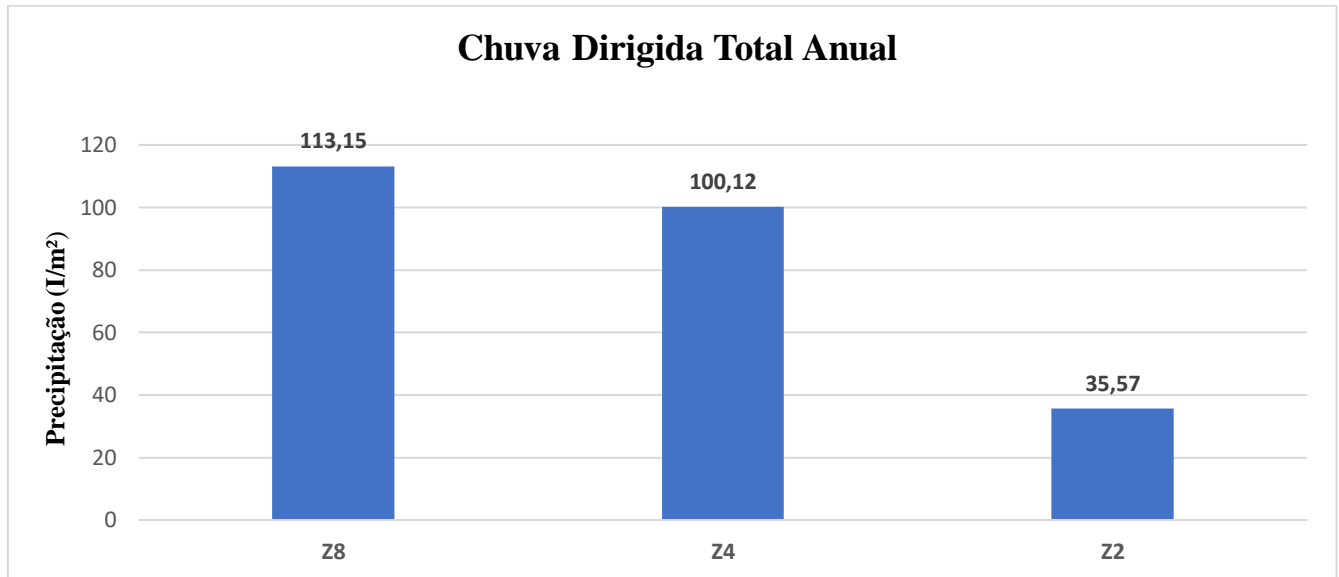
Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.257)

Tabela 4: Número de eventos de choque térmico atenuado mensal ao longo de um ano de simulação.

Choque Térmico Atenuado													
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	TOTAL
Z8	18	15	22	29	32	20	29	19	12	18	14	21	249
Z4	6	18	52	120	148	182	177	143	71	16	10	10	953
Z2	6	14	39	65	85	38	50	62	44	27	1	3	434

Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.258)

Figura 5: Valores de chuva dirigida acumulada para um ano de simulação em todas as zonas bioclimática.



Fonte: (Revista ALCONPAT, 12 (2), 2022: p.259)

6 DISCUSSÃO

Atualmente, o entendimento das ações e consequências dos efeitos climáticos, sobre as estruturas que compõem as fachadas prediais, mostra-se de grande importância devido à gama em distintos aspectos a serem abordados, porém, em algumas vezes convergem na mesma convicção. O tema desta revisão bibliográfica; “*Estudo Comparativo entre a Realidade de Belém-PA e Cidades de Brasília-DF e Santa Maria-RS, quanto a Durabilidade de Fachadas, sob à Ação do Calor, Choque Térmico e Chuva Dirigida*”, faz uma compreensão dos efeitos específicos dentro deste contexto.

No primeiro estudo analisado, ZANONI et al. (2018) fazem a mensuração da intensidade da água da chuva registrada em cada mês do ano, utilizando como ferramenta os três principais métodos semiempíricos (ISO 15927-3:2009, ASHRAE 160:2009 e WUFI Pro 5.3:2013), dentre tais ferramentas, é válido para esta revisão a utilização dos dados obtidos pelo software WUFI Pro, haja vista que este é o de mesmo padrão utilizado no estudo “Estudo da ação de agentes de degradação de fachadas associados à temperatura e a chuva dirigida em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras” de RAMOS & BAUER (2022), assim como a cidade de Brasília, que aparece como amostra em ambas as pesquisas. Em seus estudos, ZANONI et al (2018) afirmam que a superfície predial que mais sofre com níveis de exposição ao fluxo pluvial é a fachada, mais especificamente, mensurado pelo índice indicativo das condições de exposição do edifício - ICD, aqui verificados por meio do software WUFI Pro 5.3, para determinação dos coeficientes de transferência à superfície. Desta forma, todo o sistema que compõe esta superfície, principalmente a argamassa do revestimento, ficam sujeitos às ações dos agentes de degradação.

No estudo de H. CARASEK (2017), é detalhado as funções deste material contra a ação do intemperismo; a regularização da superfície dos elementos de vedação, integração dos sistemas de vedação, bem como os indicativos das propriedades de isolamento térmico, acústico, estanqueidade, segurança ao fogo e resistência ao desgaste (TABELA 2).

O estudo de RIBEIRO & VOLKWEIS (2016) também contribui para a análise quanto ao comportamento dos materiais devido à dilatação e a compressão, e como os agentes externos influenciam no desempenho desses materiais (incidência solar, temperatura, chuvas), no entanto, o estudo limitou-se apenas em abordar a influência mecânica provocado por eventos higrotérmicos, excluindo uma análise mais ampla a resistência e estrutura molecular destes materiais. Corroborando com a análise do isolamento térmico, o estudo “Durabilidade de

fachadas: método de ensaio para verificação da resistência à ação de calor e choque térmico” de OLIVEIRA et al (2014), faz a análise de laboratório em corpos de prova, submetidos aos ensaios de choque térmico e ação de calor, no entanto, houve incompatibilidade entre os resultados encontrados no laboratório e os em campo, necessitando assim, de estudos mais detalhados para enriquecer o grau de fidedignidade do estudo proposto.

Vale ressaltar que este estudo se propõe em desvendar o grau de exposição e seus efeitos, das fachadas localizadas nas 03 cidades escolhidas (TABELA 1), provocando alterações de natureza física e química nas estruturas dos componentes destas fachadas, resultando na degradação, bem como propiciando ao provável surgimento de patologias prediais.

O estudo de RAMOS & BAUER (2022) foi designado como o principal referencial conceitual, devido à riqueza de dados interligados com o tema deste trabalho. A abordagem consistiu na escolha das cidades de Belém-PA, Brasília-DF e Santa Maria-RS, situadas respectivamente nas zonas bioclimáticas; Z8, Z4 e Z2 (TABELA 1), foi feito o confronto de dados entre estas, tal como explicitar as características específicas de cada uma. Além disso, a localização geográfica dessas cidades, evidenciam para o questionamento da real ligação entre intempéries, degradação e patologias prediais. Na comparação de dados, verificou-se que os maiores valores de amplitude térmica ocorrem para a zona Z2 (37,5°C) e o menor valor é verificado na Z8 (22,64°C) (FIGURA 1). No entanto, esmiuçando parte do resultado de RAMOS & BAUER (2022), cabe ressaltar que num primeiro momento, tal informação nos induz a pensar que a zona Z2 sofreu um elevado pico de exposição de temperatura em relação às outras duas, mas na realidade, está apenas expressando a zona que obteve maior oscilação térmica, ou seja, foi a que apresentou a maior diferença numérica entre os valores máximo e mínimo de temperatura registrada. O levantamento termográfico também aponta para a incidência de radiação solar, em que a Z4 apresenta maior valor (1.014.409 W/m²), enquanto o Z8 apresenta o menor valor de incidência de radiação (743.527 W/m²). Em relação à radiação total, a zona Z4 apresenta como a mais crítica entre as três, enquanto a Z8 apresenta condições de exposição mais amenas, apesar de ser representada pela cidade de Belém-PA localizada próximo a linha do equador. Ainda que a cidade de Belém-PA apresente 113,15 L/m² no período de um ano (FIGURA 5), sendo a zona de maior índice de chuva dirigida, tal fato não demonstra grande relevância quanto ao choque térmico, devido à influência direta do alto grau de umidade relativa do ar nesta zona, não havendo assim, variação brusca de temperatura. Ademais, tal resultado está relacionado com a radiação solar incidente nas fachadas, por representar apenas uma parcela dos feixes da radiação solar global horizontal

(constituída pelas componentes direta, difusa e refletida) dependente, portanto, da orientação vetorial e inclinação da fachada.

No estudo de BAUER et al (2021) é possível constatar uma projeção entre; mecanismos, agentes e propagação destes efeitos nas fachadas, sendo os agentes classificados em; mecânicos, eletromagnéticos, térmicos, químicos e biológicos, bem como as anomalias descritas como descolamento, fissura, pulverulência, eflorescência, machas e descolamentos. Dessa forma, é possível o mapeamento da evolução destas anomalias associado com a análise higrotérmica, anteriormente citada por RAMOS & BAUER (2022).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 CONCLUSÃO

Tal pesquisa, propôs-se em realizar um levantamento comparativo, por meio de revisão bibliográfica, a respeito dos efeitos dentre os agentes de degradação, provocados pela excessiva exposição das fachadas sob a ação da temperatura, da chuva dirigida e do choque térmico. Tendo como referencial de análise, as três zonas bioclimáticas; Z8, Z4 e Z2 respectivamente (a cidade de Belém-PA, Brasília-DF e a cidade de Santa Maria-RS), apresentando localização geograficamente extrema e características climáticas bem específicas.

Ademais, foi necessário a abordagem referente aos materiais que constituem essas fachadas, bem como suas propriedades (coeficientes de dilatação térmica, módulo de elasticidade, condutividade térmica, dentre outros), à medida que, também estão inclusos no processo de exposição permanente, ocasionando diversos fatores de degradação e direcionando-os ao processo degenerativo, onde, conseqüentemente, ocorre o surgimento de prováveis patologias prediais. Essa sequência de eventos atrelados, afetam diretamente a vida útil da edificação, comprometendo a integridade, funcionalidade e aparência estética das fachadas.

Uma abordagem prévia e detalhada para os níveis de exposição e a composição de um mapeamento dos propulsores de possíveis patologias prediais, foram de extrema importância, pois atuam como indicadores destinados à descrição e monitoramento das condições na qual encontra-se o estado físico e funcional da estrutura destas fachadas. Vale ressaltar que os níveis de exposição, podem apresentar efeitos distintos em cada camada do sistema de revestimento das fachadas como; a fissuração, a falta de adesão cerâmica-substrato ou pela expansão de substratos devido à umidade ou variações térmicas.

A hipótese de que, o grau de exposição das ações climáticas (FIGURA 1); calor (FIGURA 2), choque térmico (FIGURA 3 e 4) e chuva dirigida (FIGURA 5) nas fachadas situadas nas zonas bioclimáticas; Z8, Z4 e Z2, favorece a incidência de agentes de degradação é verdadeira, pois, foi constatado um padrão que relaciona proporcionalmente os níveis da temperatura superficial, a amplitude térmica na superfície e variação higrotérmica com a frequência dos indicadores destes agentes. Quanto à comparação entre os marcadores registrados nas três cidades, verificou-se que a zona crítica dentre estas é a zona Z2 (Santa Maria-SC), seguido da zona Z4 (Brasília-DF) que, apesar de ter apresentado maior incidência

da radiação solar, apresentou estabilidade para os outros marcadores, enquanto a zona Z8 (Belém-PA), aparece como a zona mais amena, devido ter apresentado menor amplitude térmica e menor incidência da radiação solar (FIGURA 2).

Este trabalho teve papel relevante na área científica da engenharia civil, devido analisar um elemento construtivo e a interação mediante aos agentes climáticos, bem como suas consequências. Enquanto, para uma relevância social, partindo do pressuposto que a conservação das fachadas reflete ao elemento de proteção das edificações, influenciando diretamente na qualidade de vida dos usuários e na valorização imobiliária dos imóveis.

7.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Faz-se necessário o aprofundamento de mais estudos detalhados para a correlação entre; ações climáticas, agentes de degradação e patologias prediais, haja vista que, analisar somente a ação dos intempéries e a ciência destes materiais, provoca certa inconsistência desta proposição, além disso, abre um precedente ao questionamento de que, a incidência de patologias prediais nas fachadas pode ter maior relação com episódios de procedimentos de execução de serviços negligenciados ou até mesmo a utilização de materiais de baixa qualidade, do que, com o problema abordado. Podendo assim, outros trabalhos darem continuidade e contribuição para esta linha de pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

BAUER, E. et al. Degradação de fachadas revestidas em argamassas nos edifícios de Brasília, Brasil. *Ambiente construído*, Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 23-43, out/dez. 2021.

CARASEK, H. Argamassa. In *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3ª ed. São Paulo: **IBRACON**, 2017, v.2, p. 885-936.

Confederação das partes (COP 30). <https://brasil.un.org/pt-br>.

Desenvolvimento sustentável no brasil. Nações unidas brasil, 2013. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>.

LAKATOS, E. M. Fundamentos científica. 5ª ed., São Paulo: Atlas 2003.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachada de edifícios**: 1999. 457p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.]

____NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimento – especificação e metodologia de ensaio. Rio de Janeiro, abril 1997.

____NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

____NBR 15575-1: edificações habitacionais - desempenho parte 1: edifícios gerais. Rio de Janeiro, 2013.

____NBR 15575-4: edificações habitacionais - desempenho parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, L. A. et al. Durabilidade de fachadas: método de ensaio para verificação da resistência à ação de calor e choque térmico. **Ambiente Construtivo**, Porto Alegre, v. 14, n.4, p. 53-67, out./dez. 2014.

RAMOS, L. A. et al. Estudo da ação de agentes de degradação de fachadas associados à temperatura e a chuva dirigida em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. **ALCONPAT**. v. 12, n 2, p. 248-262, maio/agosto 2022.

Revista CREA-SP. A engenharia e as cidades inteligentes. Disponível em <<https://www.creasp.org.br/>>. Acesso em: 08 jul. 2023.

RIBEIRO, E. et al. Patologia em fachadas externas devido a movimentações higrotérmicas. **TECNOLÓGIA**. v. 5, n. 2. 2016

SIDUSCON- RS. Controle de Materiais. Disponível em <https://sinduscon-rs.com.br/>. Acesso em: 08 jul. 2023.

SIDUSCON-DF. Controle de Materiais. Disponível em <https://sinduscondf.org.br/>. Acesso em: 08 jul. 2023.

SIDUSCON-Pa. Controle de Materiais. Disponível em <https://www.sindusconpa.org.br/>. Acesso em: 08 jul. 2023.

TAKEDA, O. T., MAZER, W. Potencial da análise termográfica para avaliar manifestações patológicas em sistemas de revestimentos de fachada, **ALCONPAT**. V. 8, n 1, p. 38 – 50, abril 2018.