O impacto das mudanças climáticas no patrimônio cultural material: Uma análise da produção científica entre os anos 2014-2024

The impact of climate change on material cultural heritage: an analysis of scientific production between the years 2014-2024

Bruna Dal Agnol, doutoranda UFSC/PósARQ

bruna.dal.agnol@posgrad.ufsc.br

Lisiane Ilha Librelotto, UFSC/PósARQ/Grupo de Pesquisa Virtuhab

lisiane.librelotto@gmail.com

Resumo

Eventos climáticos extremos como inundações e secas causam danos e perdas a bens patrimoniais, impactando diretamente a identidade e memória das comunidades. Diante desse cenário, a pesquisa busca identificar e analisar estudos sobre os impactos das mudanças climáticas no patrimônio edificado no Brasil e no mundo, além das ações de adaptação em curso. Foi realizada uma busca estruturada nas bases de dados *Scielo*, *Web of Science* e *Scopus*, que resultou na seleção de 14 artigos publicados entre 2014 e 2024. A pesquisa revela uma escassez de estudos sobre o tema na América Latina, especialmente no Brasil. Os estudos analisados demonstram a variedade de impactos das mudanças climáticas no patrimônio edificado, incluindo danos físicos à estrutura dos bens, deterioração de materiais e perda de valor cultural. Em relação às estratégias de adaptação, observou-se basicamente três caminhos a serem seguidos, considerando o nível de exposição e de vulnerabilidade: a) manutenção da edificação no local, com intervenções que promovam a sua adaptação e proteção; b) realocação das edificações mais expostas; e c) registro e documentação das estruturas que inevitavelmente serão perdidas.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; patrimônio cultural material; adaptação; revisão de literatura sistemática.

Abstract

Extreme climate events such as floods and droughts cause damage and losses to heritage assets, directly impacting the identity and memory of communities. Given this scenario, the research seeks to identify and analyze studies on the impacts of climate change on built heritage in Brazil and worldwide, in addition to ongoing adaptation actions. A structured search was conducted in the Scielo, Web of Science and Scopus databases, which resulted in the selection of 14 articles published between 2014 and 2024. The research reveals a scarcity of studies on the subject in Latin America, especially in Brazil. The studies analyzed demonstrate the variety of impacts of climate change on built heritage, including physical damage to the structure of assets, deterioration of materials and loss of cultural value. Regarding adaptation strategies, the studies show that there are basically three paths to be followed, considering the level of exposure and vulnerability: a) maintenance of the building in place, with interventions that promote its adaptation and protection; b) relocation of the most exposed buildings; and c) recording and documenting structures that will inevitably be lost.

Keywords: *Climate change; material cultural heritage; adaptation; systematic literature review.*

1. Introdução

O fenômeno das alterações climáticas representa não apenas uma ameaça aos ecossistemas, mas também uma séria implicação para a integridade do patrimônio material e imaterial das comunidades (UNESCO, 2015). Os eventos extremos registrados em 2023 e na primeira metade de 2024, como a enchente que assolou a histórica cidade de Derna, na Líbia, e as inundações causadas pelo grande volume de chuva no estado do Rio Grande do Sul nos meses de abril e maio de 2024, mostram que as cidades tem um grande desafio de gestão que tenha como estratégia a adaptação aos riscos climáticos e mitigação dos danos aos seus bens patrimoniais.

A experiência acumulada pela Unesco mediante a análise de estudos de caso revela que a preservação do patrimônio cultural contribui de forma positiva para a redução dos riscos de desastre, dada a sua inerente resiliência, derivada do acervo de conhecimento tradicional acumulado ao longo de séculos, bem como do papel fundamental que desempenha ao fornecer um refúgio psicológico às comunidades impactadas (UNESCO, 2015). Este contexto se funda na premissa de que a paisagem urbana encerra elementos que, por sua própria natureza, constituem documentos vivos que narram a trajetória dos indivíduos que a habitaram e habitam, expressando, por conseguinte, o *modus vivendi* de uma determinada comunidade. Neste âmbito, as perdas e danos infligidos à paisagem cultural, abarcando tanto seu patrimônio tangível quanto intangível, representam um trauma significativo não apenas para as comunidades afetadas, mas também para a própria tessitura cultural local (ICOMOS, 2022). Por isso, a preservação do patrimônio diante do desafio global das mudanças climáticas exige uma compreensão aprofundada dos impactos envolvidos, a fim de formular respostas adequadas e eficazes.

Diante disso, surgem os questionamentos que norteiam esta pesquisa: quais estudos estão sendo feitos no Brasil e no mundo sobre os impactos das mudanças climáticas no patrimônio edificado? Estão sendo realizadas ações de adaptação do patrimônio a esse cenário? Com o objetivo de responder a esses questionamentos e analisar o estado da arte da preservação do patrimônio cultural tangível perante as alterações do clima mundial, foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática, baseada no método *Systematic Search Flow* (SSF), proposto por Ferenhof e Fernandes (2016) e replicado por Reginato et. al. (2023). A intenção desse método é que a revisão feita seja rigorosamente sistemática e transparente, deixando claros os critérios de inclusão e exclusão das obras e os procedimentos pelos quais foi conduzida, e também abrangente, incluindo todo material relevante ao escopo do trabalho (Okoli, 2015). Dessa forma, foi realizada uma busca estruturada em três bases de dados, que resultou na seleção de 14 artigos publicados entre 2014 e 2024. Os documentos foram então sistematizados, proporcionando uma análise da produção cientifica atual e as lacunas neste campo de conhecimento.

O artigo é composto por uma sessão teórico-conceitual sobre a evolução do conceito de patrimônio cultural, bem como a sua situação no contexto das mudanças climáticas. Posteriormente é feita a exposição da metodologia utilizada na pesquisa e, finalmente, a apresentação e discussão dos resultados obtidos.

2. O patrimônio cultural e as mudanças climáticas

Desde o início do século XXI, o fenômeno das mudanças climáticas já era apontado como um dos grandes desafios do século (Thomas et.al., 2004). Os estudos apresentados pelo grupo de cientistas que compõe o Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima da ONU – IPCC – no Relatório de Síntese do Sexto Ciclo de Avaliação (AR6), indicam que a temperatura média do planeta Terra subiu 1,1 graus Celsius, em comparação aos níveis pré-industriais. Os eventos

climáticos extremos que vem acontecendo em diferentes regiões do planeta - como ondas de calor, secas, fortes precipitações, ciclones, furacões, entre outros -, estão diretamente relacionados ao aquecimento global, causado principalmente pela atividade humana, através das emissões sem precedentes de gases de efeito estufa, bem como do uso irracional de energia e do solo (IPCC, 2023).

No Brasil, segundo aponta o primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN1), lançado em 2013 pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), o clima ficará mais quente, com uma diminuição de precipitação nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, resultando em uma maior recorrência nos eventos extremos de seca e estiagem prolongada nessas regiões. Por outro lado, é previsto um aumento significativo das chuvas nas regiões Sul e Sudeste, com a consequente ocorrência de inundações e deslizamentos de terra. Em especial no Rio Grande do Sul, esse acréscimo no volume de precipitação pode chegar a 40% até o fim desse século (PBMC, 2013).

Segundo o AR6 (IPCC, 2023), em ambientes urbanos, as alterações climáticas têm causado impactos adversos sobre a saúde humana, sobre os meios de subsistência e sobre as infraestruturas essenciais, dado que nas cidades as ondas de calor são intensificadas e o escoamento das águas das chuvas é prejudicado, afetando o funcionamento de serviços e impactando no bem-estar dos cidadãos, com consequentes perdas econômicas, sociais e culturais. As perdas culturais relacionadas ao patrimônio material e imaterial ameaçam a capacidade adaptativa dos povos e prejudicam o sentimento de pertencimento ao lugar, de identidade e de lar, em especial das comunidades tradicionais, que dependem diretamente do meio ambiente para a sua subsistência (IPCC, 2023).

A questão dos impactos das alterações climáticas aos bens patrimoniais foi inicialmente levada à atenção do Comitê do Patrimônio Mundial da Unesco em 2005. Em 2006, a Unesco preparou um relatório acerca da gestão dos efeitos das alterações climáticas sobre o Patrimônio Mundial, que foi seguido por uma compilação de estudos de caso relacionados ao tema (UNESCO, 2005, 2006). Este processo levou à adoção, em 2007, do chamado *Policy Document* e, desde então, um número importante de relatórios sobre o estado de conservação do patrimônio afetado pelas alterações climáticas foi apresentado ao Comitê do Patrimônio Mundial (UNESCO, 2007). Paralelamente, uma série de acordos globais entre nações firmaram compromissos internacionais de ação, incluindo a Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável e o Acordo de Paris da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, 2015).

A vulnerabilidade das cidades e de seu patrimônio aos impactos das alterações climáticas está diretamente relacionado à sua exposição e sensibilidade, bem como da sua capacidade de adaptação (ICOMOS, 2022). Tal adaptação se refere a um conjunto de ações realizados nas cidades a fim de antecipar os efeitos das mudanças climáticas, preparando as comunidades e reduzindo a vulnerabilidade perante os riscos (IPCC, 2007). O artigo 7.5 do Acordo de Paris estabelece que as ações de adaptação devem ser orientadas não só pelo conhecimento científico, mas também pelo conhecimento tradicional dos povos locais e indígenas (UNFCCC, 2015), o que demonstra que o patrimônio cultural pode contribuir significativamente para a adaptação da sociedade às alterações climáticas (ICOMOS, 2022).

3. Procedimentos Metodológicos

Segundo Okoli (2015), para que uma revisão de literatura autônoma seja rigorosa, é necessário que siga uma abordagem metodológica que seja abrangente e que inclua todo

material de relevância sobre o assunto, bem como explique de forma clara os procedimentos utilizados na sua condução, tornando-a reprodutível por outros pesquisadores. Nesse sentido, a revisão sistemática de literatura emerge como um método rigoroso, abrangente e explícito de investigação científica, realizada com planejamento por meio de estratégias que abrangem toda a bibliografia produzida e ao mesmo tempo limitam a busca por trabalhos que mais se aproximam do assunto pesquisado, evitando vieses e analises tendenciosas.

Neste trabalho, segue-se o método SSF (*Systematic Search Flow*), desenvolvido por Ferenhof e Fernandes (2016), baseado nos seis princípios de revisão sistemática propostos por Jesson,Matheson e Lacey (2011): estratégia; consulta em base de dados; organização das bibliografias e padronização na seleção de artigos; composição de portfólio de artigos e consolidação dos dados; síntese e elaboração dos relatórios; e por fim, a redação do trabalho.

O método SSF é composto por oito atividades distribuídas em quatro fases, conforme Quadro 1:

Quadro 1: Método SSF

FASE		**ATIVIDADE**	
I.	Protocolo de pesquisa	1.	Estratégia de busca
		2.	Consulta em base de dados
		3.	Gestão de documentos
		4.	Padronização e seleção dos documentos
		5.	Composição do portfólio de documentos
II.	Análise	6.	Consolidação dos dados
III.	Síntese	7.	Elaboração de relatórios
IV.	Escrever	8.	Redação dos resultados obtidos

Fonte: Autora, com base em Ferenhof e Fernandes (2016)

4.1. Fase I: Protocolo de Pesquisa

Nesta fase é elaborado um conjunto de parâmetros de configuração do processo de investigação, que se inicia pela definição do mecanismo de pesquisa, realizada na Atividade 1: Estratégia de busca. Nesta etapa, foram escolhidas três bases de dados consideradas relevantes e criteriosas, com abrangência internacional: *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo.*

Em seguida foi definido o *string* de busca, com a escolha de cinco palavras-chave, que após alguns testes nas bases de dados, se mostraram mais eficientes na busca de trabalhos dentro do no escopo da temática. Foram utilizados os operadores lógicos *AND* e *OR* para que o retorno da busca fosse mais assertivo, resultando no seguinte *string*: "Mudanças climáticas" *AND* "edifícios históricos" *AND* "impactos" *OR* "ameaças" *AND* “patrimônio cultural material”. Nas bases de dados, foram utilizados filtros para a delimitação da busca. Delimitou-se o tipo de documento em “artigos”, o idioma em “inglês, espanhol e português” e o intervalo temporal nos últimos dez anos (2014 – 2024). A busca foi realizada com as palavras em português e inglês, sendo que apenas a busca em inglês gerou resultados.

A partir da realização da Atividade 1, seguiu-se a consulta nas bases de dados relacionada à Atividade 2. Nesta etapa foram encontrados 19 artigos, todos na “*Web of Science*”. Na base de dados “*Scopus*”, foi encontrado apenas 1 resultado, cujo artigo estava entre os resultados da busca realizada na “*Web of Science*”. Já na “*Scielo*”, a busca não gerou resultados.

Na Atividade 3 (Gestão de documentos), os resultados encontrados foram exportados da base de dados em uma planilha do *software Excel*, com a sistematização de informações como “autores”, “palavras-chave”, “resumo”, “revista”, “número de páginas” e “ano da publicação”. Em seguida, foi feita a padronização e seleção dos artigos (Atividade 4), com a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave. Por conseguinte, os artigos que não estavam alinhados com

a temática de pesquisa foram descartados, restando 15 artigos, que foram selecionados para compor o portifólio da Atividade 5, etapa em que os artigos foram lidos na íntegra. Nesta etapa, mais um artigo foi descartado, pois na sua leitura foi constatado que tratava apenas do patrimônio intangível, fugindo do escopo desta pesquisa.

4.2. Fases II, III e IV: Análise, síntese e escrita

As atividades de "Consolidação de dados" e "Elaboração de relatórios", referentes às Fases II e III, respectivamente, foram realizadas de forma simultânea. Os dados extraídos dos 14 artigos selecionados foram sintetizados e tabulados em uma planilha no software *Excel*, utilizando como base a "Matriz do Conhecimento" (Ferenhof e Fernandes, 2016). Cada artigo foi numerado de 1 a 14 para a sua identificação, e os dados organizados em: país; ano da publicação; idioma da publicação; palavras-chave; métodos de análise; critérios de análise; recorte geográfico; eventos climáticos; tipologia da edificação; e ações de adaptação climática. Por fim, na Fase IV, a matriz criada com as informações extraídas sobre o tema de pesquisa (Figura 01), auxiliou na interpretação dos dados e na construção da redação dos resultados obtidos (Atividade 8).



Figura 01 – Matriz do Conhecimento. Fonte: Autora, com base em Ferenhof e Fernandes (2016)

4. Aplicações e/ou Resultados

A partir da busca sistematizada e da análise realizada na Fase 1, foram selecionados quatorze artigos que se enquadram nos critérios de análise pré-definidos e que mais se aproximam do escopo desta pesquisa, sendo que todos foram publicados no idioma inglês. A busca foi limitada nos últimos 10 anos, dos quais não foram localizadas publicações nos anos de 2014, 2016 e 2023. Por outro lado, o maior número de publicações sobre o tema se deu entre os anos de 2020 e 2021, como mostra a Figura 02.

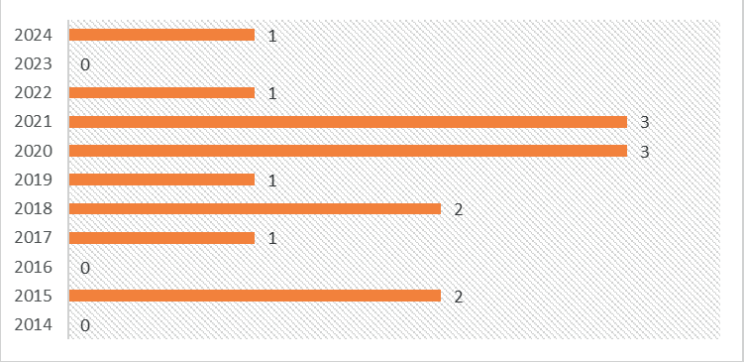


Figura 02 – Número de publicações por ano. Fonte: Autora (2024)

Através da análise dos dados, pode-se perceber a grande concentração de publicações sobre os efeitos das mudanças climáticas no patrimônio cultural nos Estados Unidos e na Europa, como mostra o gráfico na Figura 03. O único trabalho publicado por uma instituição da América do Sul (Colômbia) foi em parceria com uma instituição francesa. Não foi localizado nenhum estudo realizado no Brasil sobre a temática, apontando uma grande lacuna em relação às pesquisas sobre a temática tanto no Brasil, como em toda a América Latina.

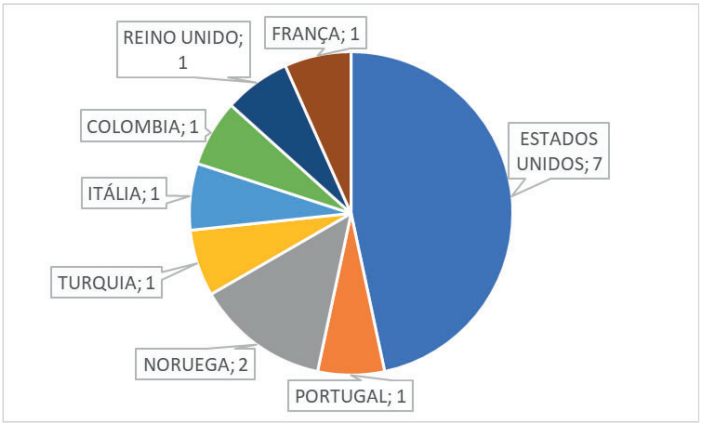


FIGURA 03 – Número de publicações por país. Fonte: Autora (2024)

Dos sete trabalhos publicados pelos Estados Unidos, quatro tem seu recorte geográfico na zona costeira da Carolina do Norte, na costa leste dos Estados Unidos (Xiao et. al., 2019; Li, Xiao e Seekamp, 2022; Seekamp, Fatoric e McCreary, 2020; Henderson e Seekamp, 2018). Os outros trabalhos no país analisam edificações localizadas nas planícies inundáveis norte-americanas (English et. al., 2021), na margem costeira sudeste dos Estados Unidos (Anderson et. al., 2017) e um estudo que analisa as zonas costeiras das comunidades Gullah da Carolina do Sul e as diversas comunidades de Eleuthera, Bahamas (Brabec e Chilton, 2015). Observa-se que a totalidade dos estudos citados se referem a comunidades localizadas em regiões inundáveis, seja pelo aumento da precipitação, seja pelo aumento do nível do mar.

Os dois estudos publicados por instituições norueguesas analisam edificações históricas distribuídas em todo o território do país (Austigard e Mattsson, 2020; Haugen, Bertolin e Broström, 2018). Já a pesquisa realizada pela Turquia abrange o patrimônio construído na região norte da Ilha de Chipre (Angm, Cubukçuoglu e Gökçekus, 2020). O trabalho desenvolvido em conjunto pelas instituições da Colombia e da França possui um grande recorte geográfico, avaliando os danos ao patrimônio vernacular em países europeus como Espanha, França e Itália, e na Península de Yucatán, no México (Esteban-Cantillo, Menendez e Quesada, 2024). Por outro lado, as pesquisas desenvolvidas no Reino Unido por Aktas et. al. (2015), em

Portugal por Coelho e Henriques (2021) e na Itália por Angrisano, Iodice e Girard (2021), focam os estudos em apenas uma edificação em seus respectivos territórios.

Em relação à tipologia e ao método construtivo das edificações históricas estudadas, observa-se um foco maior nas edificações em madeira, desde as emblemáticas igrejas medievais norueguesas às habitações vernaculares nas comunidades afro-americanas da costa leste dos Estados Unidos. As edificações em pedra também são alvo das preocupações dos pesquisadores, aparecendo em 14% dos estudos. Além desses, outros métodos construtivos apareceram nos resultados, como as edificações vernáculas em terra das Bahamas e a villa em alvenaria de tufo (rocha vulcânica de baixa densidade) na Itália. Ainda, foi analisado em um artigo o caso do ícone do modernismo Farnsworth House, do arquiteto Ludwing Mies Van der Rohe, localizada numa planície alagável do Rio Fox, em Illinois (EUA). Outras categorias de patrimônio, como a paisagem cultural e os sítios arqueológicos históricos e pré-históricos, também foram citados nos estudos selecionados (Figura 04).

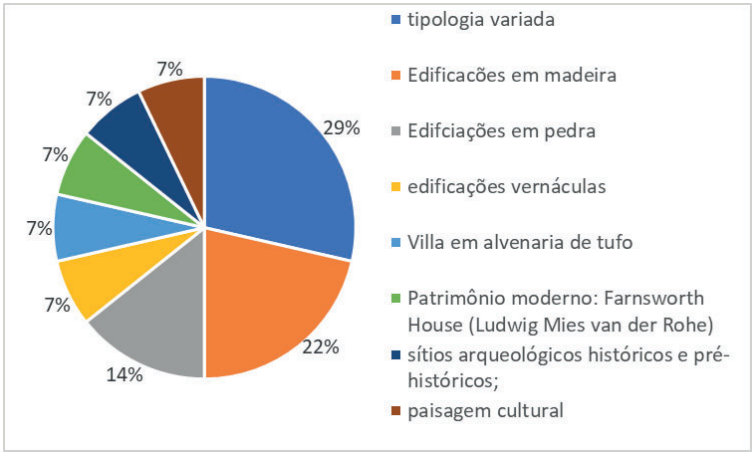


Figura 04 – Tipologias e métodos construtivos. Fonte: Autora (2024)

Da mesma forma, foram quantificados os eventos climáticos que são abrangidos pelos artigos selecionados. Grande parte dos trabalhos realizados na última década sobre a relação das mudanças climáticas e o patrimônio cultural edificado trata dos efeitos e adaptações desse patrimônio às inundações, causadas tanto pelas tempestades como pela subida do nível do mar, como mostra o gráfico da Figura 05. O aumento da temperatura, da precipitação, da umidade relativa do ar e das tempestades de ventos também preocupa os pesquisadores. Outras alterações no clima foram citadas em menor escala, como a radiação global e a diminuição da precipitação.

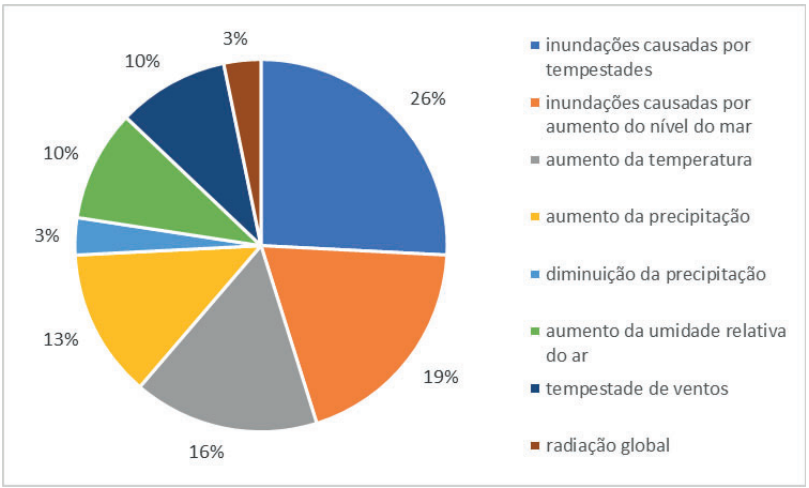


Figura 05 – Eventos climáticos. Fonte: Autora (2024)

Os métodos de análise e os critérios utilizados em cada pesquisa também foram analisados e tabulados, conforme mostra o Quadro 02:

Quadro 02 – Métodos e critérios de análise

N°	ARTIGO	MÉTODO DE ANALÍSE	CRITÉRIOS DE ANÁLISE
1	Xiao et. al. (2019)	modelo OptiPres	custos; valor histórico; condição atual; vulnerabilidade; potencial de uso; exposição
2	Coelho e Henriques (2021)	Monitoramento com base em modelo higrotérmico validado e ficheiros meteorológicos futuros (previsão de 30 anos)	Risco químico; Risco biológico; Risco mecânico; conforto térmico.
3	Li, Xiao e Seekamp (2022)	modelo OptiPres	condição dos edifícios; valores históricos; usos atuais e potenciais; vulnerabilidade (exposição e sensibilidade) aos impactos das mudanças climáticas
4	Seekamp, Fatoric e McCreary (2020)	Questionário on line respondido por especialistas e pela comunidade	Econômicos; sociais; científicos; históricos; utilitários; vulnerabilidade
5	Brabec e Chilton (2015)	Análise de estudos de caso	relação comunidade x território; apego ao lugar.
6	Austigard e Mattsson (2020)	Painéis de monitoramento de biodeterioração microclimática personalizados (painéis MBM)	Danos previsíveis em exposição normal; danos imprevisíveis em exposição anormal.
7	Angm, Cubukçuoglu e Gökçekus (2020)	Observação	Efeitos de temperatura e precipitação; expansão térmica; efeito solar; efeito atmosférico; água e umidade; vento; poluição do ar; atividade biológica.
8	Angrisano, Iodice e Girard (2021)	Avaliação de ciclo de vida utilizando BIM	Gasto energético; emissão de CO2; Danos causados pela umidade
9	English et. al. (2021)	Análise de estudos de caso	Preservação da relação visual e espacial entre o edifício e o terreno; resistência às inundações severas sem comprometer o caráter cultural da habitação tradicional vernácula.
10	Anderson et. al. (2017)	Análise de dados do DINAA (Índice Digital da Arqueologia Norte-Americana)	elevação em metros do nível médio do mar
11	Esteban-Cantillo, Menendez e Quesada (2024)	aplicação de funções dose-resposta para dados ambientais	danos na recessão superficial; acumulação de biomassa; erosão eólica-chuva;
12	Henderson e Seekamp (2018)	Entrevistas semiestruturadas	Dependência do lugar; identidade do lugar; Apego ao lugar;
13	Aktas et. al. (2015)	Monitoramento ambiental local caracterização higroscópica usando a técnica de sorção dinâmica de vapor (DVS).	perda de resistência/integridade física; mecanismos de deterioração induzidos pela umidade
14	Haugen, Bertolin e Broström (2018)	Painéis de monitoramento a longo prazo (50 anos); análise de estudo de caso	parâmetros climáticos externos e internos; variáveis climáticas; umidade em materiais de construção; danos visíveis na madeira e alvenaria; deterioração biológica da madeira e superfícies.

Fonte: Autora (2024)

Analisando o quadro acima, percebe-se a diversidade de métodos e critérios utilizados nos estudos selecionados. Observa-se que alguns artigos utilizaram métodos qualitativos, como

entrevistas e estudos de caso para a análise de critérios subjetivos, como a relação das comunidades com o território e o apego ao lugar. Outros estudos focaram no monitoramento das edificações para medir os efeitos das mudanças climáticas nos materiais e nas estruturas, utilizando parâmetros como conforto térmico, umidade, deterioração, riscos de danos, entre outros.

Dois trabalhos utilizaram o modelo OptiPres, desenvolvido por Xiao et. al. (2019) para simular uma série de cenários orçamentários relacionados às ações de adaptação aplicadas em um conjunto de 17 edifícios, considerando os custos de cada ação, a condição atual da edificação, o seu valor histórico, a vulnerabilidade e a exposição do patrimônio às mudanças climáticas e o seu potencial de uso. Os mesmos pesquisadores, em 2022, repetiram as análises nos mesmos edifícios, porém alterando os critérios de avaliação (Li, Xiao e Seekamp, 2022), com o objetivo de otimizar o modelo OptiPres.

Também foram analisadas as soluções e ações de adaptação do patrimônio às mudanças climáticas propostos pelos trabalhos desenvolvidos nos últimos dez anos, como mostra o Quadro 03:

Quadro 03 – Ações de adaptação climática

N°	ARTIGO	AÇÕES DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA
1	Xiao et. al. (2019)	preservação do núcleo e da casca; elevar; realocar; realocar e elevar; documentar e monitorar; remoção ativa.
2	Coelho e Henriques (2021)	Argamassas térmicas externas; sistemas de isolamento térmicos no interior da edificação; uso de esquadrias com vidro duplo com flutuador transparente (com ou sem vidro de baixa emissividade); isolamento da cobertura; isolamento do teto.
3	Li, Xiao e Seekamp (2022)	preservação do núcleo e da casca; elevar; realocar; realocar e elevar; documentar e monitorar; remoção ativa; nenhuma ação; manutenção anual.
4	Seekamp, Fatoric e McCreary (2020)	Sem proposição
5	Brabec e Chilton (2015)	Planejamento para a gestão do crescimento costeiro; Inventário da paisagem; práticas sustentáveis apoiadas no conhecimento tradicional.
6	Austigard e Mattsson (2020)	Sem proposição
7	Angm, Cubukçuoglu e Gökçekus (2020)	Sem proposição
8	Angrisano, Iodice e Girard (2021)	Isolamento térmico interno das paredes com painéis de cânhamo
9	English et. al. (2021)	Arquitetura anfíbia (fundações flutuantes)
10	Anderson et. al. (2017)	Documentação arquitetônica das propriedades que serão perdidas; Desenvolvimento de banco de dados abrangente; desenvolvimento de programas de escavação, remoção ou realocação.
11	Esteban-Cantillo, Menendez e Quesada (2024)	Sem proposição
12	Henderson e Seekamp (2018)	manutenção e restauração; documentação.
13	Aktas et. al. (2015)	seleção de um método de isolamento adequado utilizando um material respirável no interior da edificação.
14	Haugen, Bertolin e Broström (2018)	Sem proposição

Fonte: Autora (2024)

Os estudos mostram que, em relação às estratégias de adaptação do patrimônio edificado às mudanças climáticas, existem basicamente três caminhos a serem seguidos, considerando o nível de exposição e de vulnerabilidade: a) manutenção da edificação no local, com intervenções que promovam a sua adaptação e proteção; b) realocação das edificações mais expostas aos efeitos dos grandes eventos climáticos; e c) registro e documentação da paisagem

cultural, das estruturas mais frágeis e do patrimônio arqueológico das regiões costeiras e inundáveis que, infelizmente, não podem ser adaptados ou realocados e inevitavelmente serão perdidos. Os trabalhos de número 4, 6, 7, 11 e 14 não apresentam sugestões e análises de ações adaptativas, pois nesses casos a pesquisa limitou-se em medir e analisar os danos e impactos sofridos pelo patrimônio.

5. Conclusão

Os estudos analisados demonstram a variedade de impactos das mudanças climáticas no patrimônio edificado, incluindo danos físicos à estrutura dos bens, deterioração de materiais e perda de valor cultural. Por outro lado, a pesquisa revelou uma escassez de estudos sobre o tema na América Latina, especialmente no Brasil, o que mostra uma grande lacuna no conhecimento que precisa ser preenchida. O país tem passado por grandes eventos climáticos, como é o caso das inundações ocorridas no sul do Brasil em 2023 e 2024, que devastaram pequenas cidades como Muçum, Roca Sales e Santa Tereza, no Rio Grande do Sul - esta última tendo seu núcleo urbano tombado pelo IPHAN em 2012 por ser considerado o mais íntegro e representativo da imigração italiana no estado – e afetaram tantos outros edifícios históricos, como o Mercado Público de Porto Alegre, um dos símbolos da capital gaúcha, em que a água chegou na altura de 1,70m.

A preservação do patrimônio cultural diante das mudanças climáticas exige medidas urgentes e eficazes. Ações de adaptação, como monitoramento dos bens, desenvolvimento de planos de gestão de risco e implementação de medidas de proteção física, são essenciais para minimizar os impactos negativos. É fundamental fortalecer a pesquisa e o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à proteção do patrimônio cultural no contexto das mudanças climáticas, com ênfase na realidade latino-americana. A colaboração entre diferentes setores da sociedade, incluindo governos, instituições de pesquisa e comunidades locais, é crucial para garantir a preservação desse legado cultural para as futuras gerações.

Referências

AKTAS, Yasemin Didem et al. Environmental performance assessment using monitoring and DVS testing. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering History and Heritage, v. 168, n. 1, p. 3-16, 2015.

ANDERSON, David G. et al. Sea-level rise and archaeological site destruction: An example from the southeastern United States using DINAA (Digital Index of North American Archaeology). PloS one, v. 12, n. 11, p. e0188142, 2017.

ANGM, Mehmet; ÇUBUKÇUOĞLU, Beste; GÖKÇEKUŞ, Hüseyin. Case studies on the impacts of climate change on historical buildings in Northern Cyprus. International Journal of Built Environment and Sustainability, v. 7, n. 1, p. 57-65, 2020.

ANGRISANO, Mariarosaria et al. The evaluation of historic building energy retrofit projects through the life cycle assessment. Applied Sciences, v. 11, n. 15, p. 7145, 2021.

AUSTIGARD, Mari Sand; MATTSSON, Johan. Monitoring climate change related biodeterioration of protected historic buildings. International Journal of Building Pathology and Adaptation, v. 38, n. 4, p. 529-538, 2020.

BRABEC, Elizabeth; CHILTON, Elizabeth. Toward an ecology of cultural heritage. Change Over Time, v. 5, n. 2, p. 266-285, 2015.

COELHO, Guilherme BA; HENRIQUES, Fernando MA. Performance of passive retrofit measures for historic buildings that house artefacts viable for future conditions. Sustainable Cities and Society, v. 71, p. 102982, 2021.

ENGLISH, Elizabeth C. et al. Building resilience through flood risk reduction: The benefits of amphibious foundation retrofits to heritage structures. International Journal of Architectural Heritage, v. 15, n. 7, p. 976-984, 2021.

ESTEBAN-CANTILLO, Oscar Julian; MENENDEZ, Beatriz; QUESADA, Benjamin. Climate change and air pollution impacts on cultural heritage building materials in Europe and Mexico. Science of the Total Environment, v. 921, p. 170945, 2024.

FERENHOF, Helio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SFF. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, v. 21, n. 3, p. 550-563, 2016.

HAUGEN, Annika et al. A methodology for long-term monitoring of climate change impacts on historic buildings. Geosciences, v. 8, n. 10, p. 370, 2018.

HENDERSON, Malorey; SEEKAMP, Erin. Battling the tides of climate change: the power of intangible cultural resource values to bind place meanings in vulnerable historic districts. Heritage, v. 1, n. 2, p. 220-238, 2018.

ICOMOS Climate Action Working Group. Adaptação às Alterações Climáticas. Versão portuguesa traduzida por: Esmeralda Paupério e Catarina Vila Pouca – ICOMOS Portugal. 2022

IPCC – Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas. Climate Change 2023: Synthesis Report. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

IPCC – Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 2007. UNITED KINGDOM: CROWN, 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

JESSON, J.K., MATHESON, L. LACEY, F.M. (2011), “Doing Your Literature Review: Traditional and Systematic Techniques”. Sage, Los Angeles, LA.

LI, Peizhe; XIAO, Xiao; SEEKAMP, Erin. Climate adaptation planning for cultural heritages in coastal tourism destinations: A multi-objective optimization approach. Tourism Management, v. 88, p. 104380, 2022.

OKOLI, Chitu. A guide to conducting a standalone systematic literature review. Communications of the Association for Information Systems, v. 37, n. 43, p. 879–910, nov. 2015. Disponível em: <http://aisel.aisnet.org/cais/vol37/ iss1/43/>.

PBMC. Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. 2013

REGINATO, Vivian da Silva Celestino et al. MODELAGEM CONCEITUAL E GEOGRÁFICA: O ESTADO DA ARTE NO NOVO MILÊNIO. 2023.

SEEKAMP, Erin; FATORIĆ, Sandra; MCCREARY, Allie. Historic preservation priorities for climate adaptation. Ocean & Coastal Management, v. 191, p. 105180, 2020.

THOMAS, C. D. et al. Extinction risk from climate change. Nature, v. 427, p. 145-148, 2004.

UNESCO. World Heritage Centre. Predicting and managing the effects of climate change on world heritage. Vilnius, 2006.

UNESCO. World Heritage Centre. Policy document on the impacts of climate change on world heritage properties. Paris, 2007. 32 p. Disponível em: http://whc.unesco.org/en/climatechange/. Acesso em: 27 set. 2023.

UNESCO. Gestão de riscos de desastres para o Patrimônio Mundial. -- Brasília : UNESCO, Iphan, 2015. 80 p.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. Paris, 2015.

XIAO, Xiao et al. Optimizing historic preservation under climate change: Decision support for cultural resource adaptation planning in national parks. Land Use Policy, v. 83, p. 379-389, 2019.