

OPORTUNIDADES EM MEIO À CRISE: IMPACTO E INOVAÇÃO NO MERCADO IMOBILIÁRIO PÓS-CATÁSTROFES CLIMÁTICAS

1 INTRODUÇÃO

A intensificação de eventos climáticos críticos, como inundações, incêndios florestais, furacões e tornados, estão gerando um cenário de crescente instabilidade e incerteza desencadeando o surgimento de riscos globais, incluindo o aumento do nível do mar, elevação de temperatura e períodos de seca, remodelando os ambientes de mercado em todo o mundo (Clayton *et al.*, 2021). Tais eventos, trazem desafios ao mercado imobiliário, afetando tanto as estratégias de investimento quanto a dinâmica do mercado financeiro (Holtermans; Niu; Zheng, 2023). Sendo assim, a combinação de inovação e sustentabilidade no mercado imobiliário torna-se um ponto crucial para enfrentar os desafios climáticos e impulsionar o valor dos empreendimentos. (Kauko, 2019).

Nos últimos anos, tem havido uma preocupação crescente sobre as mudanças climáticas e o aquecimento global, tendências essas que resultaram num aumento da frequência e intensidade de ondas de calor, secas e eventos de precipitação extrema (Fang *et al.*, 2021; IPCC, 2021). Estes eventos, por sua vez, contribuíram para o aumento do número de cheias devido à alteração da utilização do solo e à consequente perda da capacidade de drenagem das superfícies em áreas urbanizadas (UNDRR 2021; Xing *et al.*, 2022). Segundo a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) para o Desenvolvimento Sustentável (DS), os impactos das alterações climáticas ultrapassam fronteiras e necessitam de uma resposta global coordenada (ONU, 2015).

Ademais, desastres naturais são de amplitude global e não afetam apenas a dinâmica e direção populacional, mas geram impacto e perdas econômicas bilionárias (Weather 2023; Serdeczny *et al.*, 2017). Mais precisamente, a urbanização e as mudanças climáticas levantam preocupações globais sobre a frequência e a gravidade desses impactos (Piro *et al.*, 2023). De acordo com Callaghan (2016), desastres que diminuem a quantidade de fatores de produção estimulariam inovações e em contrapartida diminuiriam o uso deles, a inovação tecnológica também é de grande importância na mitigação de desastres climáticos.

Nesse contexto Zhou *et al.* (2010) corrobora com a ideia de que, se a solução inovadora for bem-sucedida e em tempo adequado, as perdas financeiras serão reduzidas e a capacidade de lidar com desastres aumentará. Como exemplo de inovação Shaw *et al.* (2016) descobriram que, na Ásia um sistema de alerta que prevê desastres climáticos reduziria os riscos da população de forma preventiva e que inovações técnicas na construção aumentariam a resiliência de edifícios e infraestruturas a vários desastres climáticos.

Diante disso, o artigo propõe uma revisão bibliográfica e mostra como a literatura e a ciência têm abordado essa temática e sua complexidade, não apenas em desastres ambientais, não apenas no mercado imobiliário, mas principalmente a relação entre os temas: as inovações no mercado imobiliário por conta de catástrofes ambientais. Perante o exposto, surge o seguinte problema de pesquisa: *Qual é o impacto inovador ou quais são as típicas inovações que surgem no mercado imobiliário após crises ambientais como, por exemplo, enchentes, tempestades e furacões?*

Portanto, torna-se necessário pesquisar e identificar as principais ameaças climáticas e os principais possíveis impactos na infraestrutura de mercado imobiliário acarretados por catástrofes ambientais de forma que, sejam desenvolvidas medidas de mudanças e inovação de curto ou longo prazo, coerentes com as necessidades atuais. Entende-se, que é crucial seguir um caminho estratégico para a agregação de valor aos empreendimentos de forma inovadora assim, garantindo a construção de um futuro mais resiliente e sustentável.

2.MÉTODO

Neste estudo foi realizada uma pesquisa qualitativa, entendida, por alguns autores, como uma “expressão genérica”. Segundo Triviños (1987), a abordagem de cunho qualitativo trabalha os dados buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto. Quanto a classificação do objetivo, a pesquisa descritiva e de categoria exploratória permitem desenvolver uma análise para identificar os diferentes fenômenos e buscam descobrir idéias e intuições, na tentativa de adquirir maior familiaridade com o fenômeno pesquisado (Oliveira, 1999; Selltiz *et al.*, 1965). A coleta de dados foi realizada através de um levantamento bibliográfico. Cujo objetivo, conforme Marconi e Lakatos (2001), realizar um levantamento dos artigos publicados sobre os temas citados.

Objetivando apresentar um panorama da produção científica relativa à “*inovações e impactos no mercado imobiliário pós-crisis ambientais*”, foram adotadas as seguintes etapas metodológicas: (i) seleção de artigos brutos com definição de critérios de busca diretas nas bases de dados, Google Scholar e Scopus (Elsevier); (ii) filtragem de artigos brutos por meio de processo de seleção ou descarte; e (iii) análise dos resultados. A filtragem dos artigos selecionados foi subdividida em: (a) artigos repetidos; (b) alinhamento dos títulos com o tema e (c) aderência da metodologia ao tema. Para obtenção dos principais estudos e criação do repositório de pesquisa, foram realizadas buscas documentais em importantes bases de informação de organismos científicos e iniciativas que tratam da temática da mudança climática, como o IPCC (Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas); WEF Global Risks Report 2023 (Relatório de Riscos Globais do FEM 2023); Implications of climate change for Real Estate Portfolio Allocation (Relatório examina estratégias de avaliação e gestão de risco voltadas para abordar as mudanças climáticas em portfólios imobiliários); etc. Para aprimorar a estratégia de buscas e a fundamentação teórica, as buscas diretas foram realizadas por meio de combinações entre palavras-chave diretamente relacionadas ao tema como: ‘climate change’, ‘risk’, ‘impact’, ‘climatic threat’; palavras-chave diretamente relacionadas ao mercado imobiliário: ‘Property market’, ‘Housing Sector’ e ‘Real estate market’s; e inovação: ‘innovation’.

Na pesquisa foram identificados e selecionados 30 artigos científicos que apresentaram uma abordagem integrada das três temáticas em questão: mercado imobiliário, inovação e mudanças climáticas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A urbanização é um processo de transferência de pessoas e sua capacidade de trabalho das áreas rurais para as áreas urbanas, acompanhada por uma transição nacional de uma economia dominada pela agricultura para uma dominada pelas indústria secundárias e terciárias (Deng *et al.*, 2018). Esse processo, tem sido um fenômeno global definidor e uma força motriz fundamental para o desenvolvimento social e econômico durante o século passado (Njho 2003; Liu *et al.*, 2014). Sem dúvida, a urbanização é um importante motor de modernização e crescimento econômico, e é considerada uma tendência inevitável no desenvolvimento da sociedade humana (Bai *et al.*, 2014; Wei *et al.*, 2017).

Segundo Liu e Chau (2017), a urbanização e o setor imobiliário estão intrinsecamente ligados. A crescente demanda por moradias nas cidades, impulsionada pela urbanização, estimula o crescimento do mercado imobiliário. Por outro lado, o setor imobiliário, ao construir novos imóveis, molda o cenário urbano e sustenta o processo de urbanização. A lei da oferta e

da demanda explica essa relação: mais pessoas nas cidades significam mais demanda por moradias, o que, por sua vez, impulsiona a construção de novos imóveis (Liu; Chau, 2017). A urbanização, como um processo sistêmico complexo de transformação urbano-rural, envolve vários componentes, como humanos, terra, meio ambiente, tecnologia e gestão (Bai *et al.*, 2016).

Diante desse cenário, a crise climática impulsiona uma nova onda de migração, conhecida como migração climática (Besbris; Robinson; Angelo, 2024). Pessoas e empresas estão deixando áreas vulneráveis a eventos climáticos extremos em busca de locais mais seguros. Essa migração está reconfigurando o mercado imobiliário, com a demanda por imóveis em regiões mais altas, com menor risco de inundações e com infraestrutura resiliente a eventos climáticos extremos aumentando significativamente (Besbris *et al.*, 2024).

O risco relacionado às mudanças climáticas está exercendo uma profunda influência nos mercados imobiliários, afetando tanto as estratégias de investimento quanto a dinâmica do mercado financeiro (Holtermans; Niu; Zheng, 2023). Choques climáticos como furacões, inundações, tempestades, incêndios florestais e o surgimento de riscos mais crônicos, incluindo a suba do nível do mar e o aumento das temperaturas representam um risco significativo para os ativos existentes e para a saúde da economia local, e a frequência e intensidade crescentes desses desastres naturais ressaltam sua importância (Clayton *et al.*, 2021).

Os riscos climáticos podem ser físicos ou transitórios e esses riscos impactam os bancos e instituições financeiras, seja diretamente por meio da avaliação de ativos, passivos e custo de capital, menor lucratividade corporativa ou indiretamente, por meio de mudanças macrofinanceiras (European Central Bank, 2020). Para compreender os riscos climáticos, várias instituições financeiras, como o Banco Central Europeu e a Autoridade Nacional de Supervisão Sueca Riksbanken, elaboraram regulamentos e produziram diretrizes para os intervenientes financeiros relacionados com a incorporação de riscos climáticos em todas as suas operações (European Central Bank, 2020; Riksbank, 2021). A dimensão do mercado imobiliário sugere que a exposição aos riscos climáticos pode gerar consequências negativas substanciais para as economias nacionais (Vanhuyse *et al.*, 2023).

A magnitude e a distribuição dos riscos físicos e de transição dependem do nível e do momento das medidas de mitigação e se a transição ocorre de forma ordenada ou desordenada (Guia BCE, 2020). Assim, as perdas potenciais decorrentes de riscos climáticos e ambientais dependem especialmente da adoção futura de políticas climáticas e ambientais, da evolução tecnológica e das mudanças nas preferências dos consumidores e no sentimento do mercado.

A vista dessa tendência, prever e resolver este problema exige uma estratégia abrangente que englobe a gestão de riscos climáticos, o planejamento e a construção de cidades sustentáveis, o uso consciente dos recursos naturais e a sensibilização da sociedade para os efeitos das mudanças climáticas nos ambientes urbanos e rurais (Kabisch, *et al.*, 2022; Kabisch *et al.*, 2016). Segundo Kabisch *et al.* (2016), as cidades precisam de soluções sustentáveis e escaláveis para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas, garantindo que o desenvolvimento urbano e a renovação da infraestrutura promovam cidades mais habitáveis e resilientes.

Os impactos potenciais das mudanças climáticas como: níveis anormais de temperatura - levam a uma preocupação elevada sobre os impactos negativos das mudanças climáticas no mercado imobiliário (Ma e Yildirim, 2023), inundações – causam elevação nos preços de propriedades residenciais em risco nos EUA e fora dos EUA (Beltrán *et al.* 2018), elevação do nível do mar - causam redução da disponibilidade de água doce pela intrusão de salinidade, aumento da salinidade do solo e aumento da erosão costeira (Malásia - Shahid *et al.*, 2017), furacões causam flutuações nos preços das casas, principalmente nas residenciais (Beltrán *et al.*, 2018), são de grande desafio para contexto imobiliário, exigindo que o desenvolvimento do

setor contribua com soluções que mitiguem as consequências ambientais e aplique técnicas de adaptação. Segundo, Singh (2023), outra dificuldade colocada pela busca do desenvolvimento inclusivo é a necessidade da indústria de oferecer soluções para moradias baratas e fornecer empoderamento econômico a grupos marginalizados. A indústria imobiliária está passando por uma mudança radical devido à inovação tecnológica.

Sendo assim, diante da necessidade de transformar desafios complexos como as mudanças climáticas em soluções práticas, urge a reflexão sobre pesquisas anteriores e a definição de novas rotas de investigação que promovam a inovação (George *et al.*, 2016). Desse modo, o campo de estudos de inovação e sua ampla gama de abordagens, incluindo definição de novas rotas de investigação que promovam a inovação, tecnologia, gestão de inovação e política de inovação, reconhece que, além do progresso tecnológico, abordar os desafios globais por meio da inovação também envolve mudanças organizacionais, sociais e econômicas (Matos *et al.*, 2022)

Singh, B. (2023) faz contribuições, relatando que construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e incentivar a inovação são os três principais objetivos do objetivo de desenvolvimento sustentável 9 (ODS). Como o mercado imobiliário inclui tanto o desenvolvimento de infraestrutura quanto a construção e design inovadores, é essencial atingir esses objetivos (ONU, 2023). Uma parte fundamental da estratégia de desenvolvimento sustentável da ONU (ODS 9), está principalmente preocupado em incentivar a inovação, a industrialização sustentável e a construção de infraestrutura resiliente. Segundo Di Giorgio (2020), o mercado imobiliário, é visto como um símbolo de crescimento urbano e prosperidade econômica, a base para a construção de infraestrutura sustentável é o mercado imobiliário.

Um insight é que a viabilidade de tecnologias inovadoras, como energia renovável (especialmente energia solar fotovoltaica e microinversores), redes inteligentes e armazenamento de energia distribuída, melhorou nos últimos anos porque o aumento da implantação levou a reduções substanciais de custos (Irena, 2021; Viardor *et al.*, 2013). Outra percepção é que os investimentos em inovação de baixo carbono ainda são muito baixos e que aumentos substanciais são improváveis sem mais apoio dos formuladores de políticas (Reide e Toffel, 2009). Neste contexto, Thompson (2015) argumenta que, no setor imobiliário, a verdadeira inovação consiste em gerar novas ideias que agreguem valor. Essa perspectiva abrange tanto a criação de conceitos totalmente novos quanto a adaptação de ideias de outros setores. A simples redescoberta de ideias antigas não se enquadra nessa definição.

Diante dessa perspectiva, embora não seja possível contabilizar a miríade de questões específicas com relevância para a economia imobiliária dentro deste escopo, alguns exemplos são fornecidos dentre os artigos científicos consultados. Desse modo é possível, apresentar inovações e oportunidades no setor imobiliário que estão sendo implementadas diante das variáveis climáticas como: aumento da temperatura, precipitação e inundações, elevação do nível do nível, furacões, etc., no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Inovações e Oportunidades Diante de Ameaças Climáticas – Setor Imobiliário

Inovação	Descrição	Referência
Tiny and Small Homes (Casas pequena)	São casas com metragem reduzida, geralmente entre 10m ² e 40m ² , projetadas para maximizar o espaço e oferecer o essencial para uma vida confortável. A ideia central é viver com menos, priorizando o que realmente importa e reduzindo o consumo. Sustentável e econômica.	Kauko, T. (2019)
Tecnologia Flood Forecasting	Está tecnologia sendo desenvolvida pelo Google desde 2019, em parceria com governo e universidades da Índia, e atua prevendo locais de inundação, em casos de tempestades, mapeando e mostrando quais serão atingidos pelas	Llauca, H., Arestegui, M., & Lavado-Casimiro, W. (2023).

	cheias, calculando até mesmo a velocidade de elevação do nível de um rio e o fluxo da água. (Resultados: IA, Satélites Meteorológicos)	
Impressão 3D	A impressão 3D tem o potencial de revolucionar a forma como as casas e outros edifícios são construídos. Impressoras 3D podem rapidamente criar estruturas complexas e duráveis usando uma variedade de materiais, como concreto, plástico e metal. Isso pode ser particularmente útil em áreas onde os materiais de construção tradicionais são escassos ou difíceis de transportar.	Volpato, N. (2021).
Materiais Resilientes	Novos materiais de construção estão sendo desenvolvidos para serem mais resistentes a desastres naturais. Por exemplo, concreto reforçado com fibras pode suportar melhor terremotos, enquanto telhas feitas de materiais compostos podem resistir a ventos fortes. O uso desses materiais pode ajudar a garantir que as casas e outros edifícios sejam mais propensos a resistir a futuros desastres.	Zhang, R. (2023).
Infraestrutura Inteligente	Sensores e outras tecnologias inteligentes podem ser usados para monitorar a infraestrutura de uma cidade em tempo real e identificar áreas que estão em risco de falha. Essas informações podem ser usadas para tomar medidas preventivas e evitar desastres, ou para responder a eles de forma mais rápida e eficaz.	Berglund, Emily Zechman, et al. (2020)
Microredes	As microredes são pequenos sistemas de geração de energia que podem operar independentemente da rede elétrica principal. Isso pode ser útil em áreas que foram afetadas por um desastre e que perderam o acesso à eletricidade. As microredes também podem ajudar a reduzir a dependência de combustíveis fósseis e tornar as cidades mais sustentáveis. Ex: Gás natural renovável – Califórnia; Instalação de energia solar em telhados – Austrália Ocidental	Soares, R. M., & de Oliveira, M. E. (2022)
Maeslantkering	Consiste em dois enormes braços móveis que formam uma barragem quando fechados. Quando há ameaça de inundação, estes braços são levantados, criando uma barreira impenetrável. O design exclusivo da barreira permite responder rapidamente às mudanças nas condições climáticas. Localizada perto de Hoek van Holland, esta barreira foi concebida para proteger a região de Roterdã contra as inundações do Mar do Norte.	Mariano C., (2021)
Edifícios Verdes		
Oportunidades	Descrição	Referências
Soluções Baseadas na Natureza - NBR	São soluções sistêmicas para o ambiente urbano q são inspiradas pela natureza, são projetadas para vários desafios ambientais, demonstram seu potencial e resiliência climática. Exemplo: resfriamento de cidades, restauração da Biodiversidade, etc.	Frantzeskaki, (2019); Faivre, (2017); Pineda- Pinto, M. et al., (2021)
Descarbonização	Para cumprir a meta de redução de emissão de GEE, os setores imobiliários precisam transitar rapidamente para práticas de economia de energia. A construção de edifícios de economia de energia ou a incorporação de tecnologias de economia de energia em edifícios existentes aumentará os preços dos imóveis em um futuro próximo.	Shahid, et al. (2017); Board, (2017)

Elaborado pelos Autores 2024.

Os resultados apresentados no Quadro 1 indicam que existe uma preparação para gerenciar os impactos de eventos climáticos extremos na infraestrutura imobiliária. Contudo, diante do cenário climático de incertezas, o investimento em novas tecnologias que contribuam com a mitigação materiais de construção outras medidas precisam ser desenvolvidos, mantendo a resiliência e o desempenho dos ativos de infraestrutura e criando serviços inovações confiáveis para a população.

4 CONCLUSÕES

As mudanças climáticas estão transformando o setor imobiliário e a urbanização, exigindo adaptações urgentes. A construção de cidades mais resilientes e sustentáveis demanda inovação e colaboração entre governos, empresas e sociedade. É fundamental investir em pesquisas para desenvolver novas tecnologias e práticas que mitiguem os impactos climáticos. A cooperação internacional é crucial, especialmente para auxiliar países em desenvolvimento, que são mais vulneráveis. Para enfrentar esse desafio global, é preciso agir de forma rápida e coordenada, buscando soluções que garantam um futuro mais seguro e próspero para todos.

Estudos futuros poderiam trazer: Tecnologias, inovações para construção mais eficientes energeticamente; Políticas públicas para incentivar a sustentabilidade no setor imobiliário; O papel das cidades inteligentes na adaptação às mudanças climáticas.

5 REFERENCIAS

- BAI, Xuemei; SHI, Peijun; LIU, Yansui. **Society**: Realizing China's urban dream. *Nature*, v. 509, n. 7499, p. 158-160, 2014.
- BERMAN, Matthew, et al. "Adaptation to climate change in coastal communities: findings from seven sites on four continents." **Climatic Change** 159 (2020): 1-16.
- BESBRIS, Max; ROBINSON III, John N.; ANGELO, Hillary. A sociology of real estate: Polanyi, Du Bois, and the relational study of commodified land in a climate-changed future. **Annual Review of Sociology**, 2024, 50.
- DENG, Yang; ZENG, Yan; LI, Zhirui. Real estate prices and systemic banking crises. **Economic Modelling**, v. 80, p. 111-120, 2019.
- DI GIORGIO, Antonio. PropTech: new technologies applied to the real estate industry. **Luiss Guido Carli**, 2020.
- HOLTERMANS, Rogier; NIU, Dongxiao; ZHENG, Siqi. Quantifying the impacts of climate shocks in commercial real estate markets. **Journal of Regional Science**, 2023.
- IPCC. **AR6—Synthesis Report**; IPCC. 2021. Available online: https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf (Access on August 2024).
- KABISCH, Nadja; FRANTZESKAKI, Niki; HANSEN, Rieke. Principles for urban nature-based solutions. **Ambio**, v. 51, n. 6, p. 1388-1401, 2022.
- KAUKO, T. (2019). Innovation in urban real estate: The role of sustainability. **Property Management**, 37(2), 197-214.
- LI, Frank Weikai et al. Do firms adapt to climate change? Evidence from establishment-level data. 2020.
- LIU, Yan; CHAU, K. W. The impact of urbanization on investment of real estate industry in China. In: *Proceedings of the 20th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*. **Springer Singapore**, 2017. p. 521-530.
- MARIANO C, MARINO M, Pisacane G, SANNINO G. Sea Level Rise and Coastal Impacts: Innovation and Improvement of the Local Urban Plan for a Climate-Proof Adaptation Strategy. **Sustainability**. 2021; 13(3):1565. <https://doi.org/10.3390/su13031565>
- MATOS, Stelvia, et al. Innovation and climate change: A review and introduction to the special issue. **Technovation**, 2022, 117: 102612.
- ONU, **The sustainable development goals report 2023**. Available in: www.un.org/sustainabledevelopment/infrastructure-industrialization/(Acess: Ag. 2024).
- PIRO, Patrizia, et al., 2023 Smart and innovative systems for urban flooding risk management. In: **2023 International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM)**. IEEE, 2023. p. 1-4.
- SERDECZNY, O. et al. "Climate change impacts in Sub-Saharan Africa: from physical changes to their social repercussions." **Regional Environmental Change** 17 (2017): 1585-1600.
- WEI, Yigang et al. An evaluation model for urban carrying capacity: A case study of China's mega-cities. **Habitat International**, v. 53, p. 87-96, 2016.
- WOETZEL, Jonathan; PINNER, Dickon; SAMANDARI, Hamid. Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts. **McKinsey Global Institute**, 2020.
- XING, Yun, et al. Investigation of the drainage loss effects with a street view based drainage calculation method in hydrodynamic modelling of pluvial floods in urbanized area. **Journal of Hydrology**, 2022, 605: 127365.