

**DAIANE FONTOURA**

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - UFRGS

**SARÁI JULIANA SANTOS DOS SANTOS**

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - UFRGS

**FABIANO DO NASCIMENTO LOPES**

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - UFRGS

**PAULO ANTÔNIO ZAWISLAK**

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - UFRGS

**SAMUEL VINÍCIUS BONATO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG

**Palavras Chave**

, ,

# 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
<b>Tiny and Small Homes (Casas pequena)</b>	São casas com metragem reduzida, geralmente entre 10m <sup>2</sup> e 40m <sup>2</sup> , 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)
<b>Tecnologia Flood Forecasting</b>	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)	
<b>Impressão 3D</b>	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).
<b>Materiais Resilientes</b>	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).
<b>Infraestrutura Inteligente</b>	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)
<b>Microredes</b>	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)
<b>Maeslantkering</b>	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)
<b>Edifícios Verdes</b>		
<b>Oportunidades</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referências</b>
<b>Soluções Baseadas na Natureza - NBR</b>	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)
<b>Descarbonização</b>	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](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/](http://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.