



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Gestão de Tomar

**O impacto do risco climático físico e
de transição na estabilidade e na
rentabilidade da banca do Reino
Unido**

Bruna Margarida Pereira Ferreira

Mestrado em Auditoria e Finanças

Tomar, outubro 2025



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Gestão de Tomar

Bruna Margarida Pereira Ferreira

**O impacto do risco climático físico e
de transição na estabilidade e na
rentabilidade da banca do Reino
Unido**

Dissertação de Mestrado

Orientado por:

Professor Doutor Renato Heitor Correia Domingues, Instituto
Politécnico de Tomar

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Tomar para
cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em
Auditoria e Finanças

RESUMO

Este estudo analisou o impacto do risco climático na rentabilidade e na estabilidade financeira das instituições bancárias que operam no Reino Unido, nos períodos de 2006 a 2022. Foram utilizados o *Physical Risk Index* (PRI) e o *Transition Risk Index* (TRI), enquanto componentes integrantes do *Climate Risk Index* (CRI) desenvolvido por Bua et al. (2024) como medidas agregadas de exposição ao risco climático. Os dados financeiros das instituições foram recolhidos na base de dados disponibilizada pelo *BankFocus*, permitindo construir um painel representativo de 861 bancos a operar no Reino Unido.

Foram estimados dezasseis modelos econométricos através do método dos Mínimos Quadrados Generalizados Viáveis (FGLS), considerando os efeitos imediatos e retardados das variáveis de risco climático em diferentes métricas de rentabilidade e estabilidade financeira. O estudo demonstra empiricamente que o risco climático, tanto físico como de transição, exerceu efeitos adversos sobre a rentabilidade e a estabilidade financeira das instituições bancárias do Reino Unido. O risco de transição afetou negativamente os indicadores de rentabilidade apenas de forma diferida, enquanto o risco físico apresentou um impacto positivo imediato e negativo nos períodos subsequentes. Verificou-se ainda que o TRI e o PRI contribuíram para o aumento do rácio de créditos malparados (NPL) e para a redução da capacidade de solvência, evidenciando a vulnerabilidade do sistema financeiro perante choques climáticos. O estudo contribui para a literatura ao reforçar a importância de incorporar as variáveis climáticas nos modelos de gestão e supervisão financeira das instituições bancárias.

Palavras-chave: Risco Climático, Risco de Transição, Risco Físico, Rentabilidade, Risco Financeiro, Reino Unido

ABSTRACT

This research assesses the impact of climate risk on both profitability and financial stability of United Kingdom banking institutions over the period 2006-2022. This study employs the Physical Risk Index (PRI) and the Transition Risk Index (TRI), constituents of the Climate Risk Index (CRI) introduced by Bua et al. (2024). Financial data were sourced from the BankFocus database, enabling the construction of a representative panel of 861 banks operating in the United Kingdom.

The analysis comprises sixteen FGLS estimations, incorporating short-run and lagged effects of climate risk variables on different profitability and financial soundness measures. The results indicate that both forms of climate risk have detrimental effects on profitability and financial stability within the UK banking sector. Profitability was adversely affected by transition risk on a deferred basis, while physical risk had a positive short-run impact that turned negative in later periods. Furthermore, TRI and PRI were found to raise NPL ratios and erode solvency, highlighting the vulnerability of the financial system to climate disturbances. The study contributes to the literature by reinforcing the importance of integrating climate variables into risk management and supervisory models, as well as into banks' long-horizon strategies.

Keywords: Climate Risk, Transition Risk, Physical Risk, Bank, Profitability, Financial Risk, United Kingdom

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação representa o culminar de um percurso marcado por esforço, dedicação e aprendizagem, que não teria sido possível sem o apoio e a presença de pessoas especiais, a quem expresso o meu mais sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Renato Heitor Correia Domingues, pela orientação pautada pelo rigor e exigência, mas também disponibilidade constante e pelos ensinamentos que contribuíram de forma inigualável para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço igualmente a todos os docentes e colegas que ao longo do meu percurso académico partilharam conhecimento, ideias e experiências que enriqueceram esta caminhada.

Aos meus familiares e amigos, pela compreensão, paciência e incentivo nos momentos de maior dúvida. Um agradecimento especial aos meus avós - as mais recentes estrelas - que mesmo sem poderem testemunhar este momento sempre guiaram o meu caminho. A sabedoria, amor, perseverança e presença transmitidos fazem com que esta conquista seja, em grande parte, também deles.

Por fim, deixo o meu reconhecimento ao Instituto Politécnico de Tomar, que foi casa desde o primeiro momento e contribuiu de forma decisiva para a minha formação enquanto profissional, proporcionando sempre um ensino de qualidade ao longo de todo o percurso académico.

ÍNDICE

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
AGRADECIMENTOS.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xi
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xii
LISTA DE SÍMBOLOS	xiv
1.INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Enquadramento da Incerteza Climática	4
2.3 Impacto do risco climático no Setor Bancário	14
3. DADOS E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	21
3.1 Variáveis independentes.....	21
3.2 Variáveis dependentes.....	22
3.3 Variáveis de controlo	23
3.4 Tratamento das variáveis.....	25
4. METODOLOGIA	26
4.1 Modelo Econométrico	26

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	30
5.1 Análise das Métricas de Performance	30
5.2 Análise das Métricas de Risco Financeiro	34
5.3 Discussão de resultados.....	38
6.CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES DO ESTUDO E NOVAS OPORTUNIDADES DE INVESTIGAÇÃO	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
8. ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Esta dissertação não contém figuras.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Esta dissertação não contém gráficos.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Listagem das variáveis independentes	22
Tabela 2 - Listagem das variáveis dependentes.....	23
Tabela 3- Listagem das variáveis de controlo	24
Tabela 4- Especificação de cada modelo econométrico estimado	29
Tabela 5- Resultados das regressões sobre os indicadores de rentabilidade financeira.	31
Tabela 6- Resumo dos coeficientes estimados para as variáveis explicativas no ROA	32
Tabela 7- Resumo dos coeficientes estimados para as variáveis explicativas no ROE	33
Tabela 8- Resultados das regressões sobre os indicadores de risco financeiro	35
Tabela 9- Resumo dos coeficientes estimados para as variáveis explicativas no NPL.....	36
Tabela 10- Resumo dos coeficientes estimados para as variáveis explicativas no Z-Score	37
Tabela 11- Resumo das hipóteses validadas.....	39
Tabela 12- Resumo das hipóteses validadas.....	40
Tabela 13- Resultados das regressões das métricas de risco financeiro sem a variável de controlo Autonomia Financeira (AF)	51

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AF- Autonomia Financeira

BCBS- Basel Committee on Banking Supervision

BCE- Banco Central Europeu

BoE- Bank of England

CBES- Climate Biennial Exploratory Scenario

CCS- Commitment to Climate Change

CDP- Carbon Disclosure Project

CPU- Climate Policy Uncertainty Index

CRI- Climate Risk Index

EBIT- Earnings Before Interest and Taxes

EEA - Agência Europeia do Ambiente (European Environment Agency)

EPI- Environmental Performance Index

EPU- Economic Policy Uncertainty

ESG- Environmental, Social and Governance

FGLS- Feasible Generalized Least Squares

GCPU- Global Climate Policy Uncertainty

GDP- Gross Domestic Product

GMM- Generalized Method of Moments

IAIS- International Association of Insurance Supervisors

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change

OEP- Office for Environmental Protection

OLS- Ordinary Least Squares

NGFS- Network for Greening the Financial System

NPL- Non Performing Loans

PIB- Produto Interno Bruto

PME- Pequenas e Médias Empresas

PRI- Physical Risk Index

PPL- Provisões para Perdas em Empréstimos

TJUE - Tribunal de Justiça da União Europeia

ROA - Return on Assets

ROE- Return on Equity

SLR- Sea Level Rise

TRI- Transition Risk Index

UE- União Europeia

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

WMO- World Meteorological Organization

LISTA DE SÍMBOLOS

Esta dissertação não contém símbolos.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as alterações climáticas têm elevado o seu peso no quotidiano internacional, refletindo-se de forma transversal nas esferas económica, política e social (World Meteorological Organization, 2025). Esta realidade tem acentuado a incerteza climática, amplificada tanto pela imprevisibilidade dos fenómenos naturais como pelas respostas políticas de transição para uma economia de baixo carbono (Balint et al., 2017).

Neste contexto, emerge o conceito de risco climático, intrinsecamente ligado à incerteza climática, caracterizado pela probabilidade acrescida da ocorrência de impactos adversos sobre a vida humana e animal, os ecossistemas, a economia e as infraestruturas (Intergovernmental Panel For Climate Change, 2023). O risco climático materializa-se essencialmente através de duas dimensões: o risco físico - associado a eventos extremos e alterações ambientais de longo prazo - e o risco de transição, relacionado com as transformações políticas, tecnológicas e económicas necessárias à descarbonização (Network for Greening the Financial System, 2019).

A literatura tem demonstrado que ambos os vetores representam ameaças significativas à estabilidade do sistema (Battiston et al., 2017, 2021; Bolton et al., 2020; Campiglio, 2016; Campiglio et al., 2018; International Association of Insurance Supervisors (IAIS), 2018; NGFS, 2019; Svartzman et al., 2021). De acordo com a *IAIS (2018)* e com Battiston et al. (2021), o risco climático físico, agravado pelo aumento da frequência e intensidade das catástrofes naturais a nível global, tem o potencial de comprometer a capacidade produtiva das empresas, assim como a capacidade de solvência de famílias, empresas e governos, afetando consequentemente a robustez do setor bancário. Adicionalmente, Campiglio et al. (2018) salientam que os desafios inerentes à transição para uma economia de baixo carbono exercem pressões significativas sobre vários setores económicos, realçando a vulnerabilidade do sistema financeiro perante eventos climáticos e de transição.

O sistema financeiro desempenha funções cruciais, como mobilizar poupanças, alocar recursos, facilitar a negociação e a cobertura de riscos, bem como intermediar bens,

serviços e contratos (Levine, 1997). Neste sentido, é plausível inferir que as alterações climáticas constituem uma fonte de risco financeiro para as instituições bancárias, seja através do impacto direto sobre estas funções, seja pelos efeitos micro e macroeconómicos (Basel Committee on Banking Supervision, 2021). Ademais, Bolton et al. (2020) ressaltam, inclusive, que estas configuram uma potencial fonte de risco sistémico, conceito que, segundo De Bandt et al. (2012) e Galati & Moessner (2011) consiste na possibilidade de colapso de todo o sistema financeiro ou de uma parte substancial dele, geralmente resultante da interligação entre instituições financeiras, enfatizando a propagação do risco e o potencial para efeitos em cadeia.

Esta análise reveste-se de particular importância, uma vez que tais riscos se podem materializar através de impactos diretos nos balanços das instituições bancárias, comprometendo métricas contabilísticas essenciais à sua capacidade de solvência, como a qualidade dos ativos, os rácios de capital e os níveis de liquidez. Denote-se ainda que o seu efeito se pode amplificar, comprometendo a solvência de múltiplas entidades e, conseqüentemente, a estabilidade do sistema como um todo. Perante este cenário, impera a urgência de avaliarem a sua exposição às alterações climáticas, com o intuito de reforçarem a sua resiliência face aos impactos destes riscos (Battiston et al., 2021).

O combate às alterações climáticas é, assim, crucial na preservação da estabilidade financeira. Porém, a elevada incerteza em torno das mesmas, especialmente no longo prazo, torna a implementação de estratégias de resposta às alterações climáticas um desafio significativo. Esta dificuldade é acrescida pela escassez de dados e informações fidedignos, uma vez que muitos bancos enfrentam limitações no acesso a dados de qualidade sobre as emissões de gases com efeito de estufa e sobre a localização e vulnerabilidade dos ativos dos seus clientes, comprometendo a precisão da avaliação do risco climático (Balint et al., 2017).

Não obstante à crescente relevância da temática, até melhor conhecimento não se identificam estudos que analisem de forma aprofundada a correlação entre o risco climático e o desempenho das instituições bancárias no contexto do Reino Unido. Neste sentido, o presente estudo visa suprir esta lacuna, tendo como primordial objetivo avaliar se o risco climático afeta a performance e a estabilidade financeira da banca britânica.

Para o efeito, analisar-se-á a existência ou não de correlação entre o risco climático - mensurado através dos índices PRI & TRI (Bua et al., 2024) - e os indicadores de performance e risco das instituições bancárias britânicas, nomeadamente a rentabilidade dos ativos (ROA)¹ e a rentabilidade do capital próprio (ROE)². Em complemento será avaliado o seu efeito no risco financeiro das mesmas, avaliado por meio do *Z-Score* e do rácio dos empréstimos em incumprimento (NPL)³ (Laeven & Levine, 2009; Roy, 1952).

Os resultados obtidos demonstram que o risco climático, tanto físico como de transição, exerce efeitos adversos sobre a rentabilidade e a estabilidade financeira da banca do Reino Unido. O risco de transição assume particular relevância, afetando de forma negativa os indicadores de rentabilidade, ainda de que forma diferida, em consonância com as ilações de Campiglio et al. (2018). Já o risco físico apresenta um impacto positivo imediato sobre os indicadores de rentabilidade, embora registe impacto negativo em períodos posteriores, como sugerem Alessi et al (2024) e Semieniuk et al. (2021). Ademais, o TRI e o PRI aumentam o rácio de créditos malparados e reduzem a capacidade de solvência, corroborando os resultados de Battiston et al. (2021) e Bolton et al. (2020). Este estudo contribui com a evidência empírica sobre o impacto do risco climático na banca do Reino Unido.

O presente estudo encontra-se estruturado em seis secções. A (2) Revisão da Literatura apresenta uma análise exaustiva da literatura pertinente ao tema. A (3) Dados e Descrição das Variáveis detalha a base de dados e as variáveis selecionadas para análise. A secção (4) Metodologia expõe a metodologia adotada, seguida pela seleção do modelo econométrico e formulação das equações para a investigação. A (5) Análise dos Resultados analisa criticamente os resultados obtidos. Por fim, a última (6) Conclusões, Limitações e Novas Oportunidades de Investigação sintetiza as principais conclusões do estudo, realçando as contribuições, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

¹ *Return on Assets*

² *Return on Equity*

³ *Non-Performing Loans*

2. REVISÃO DA LITERATURA

A crescente relevância das alterações climáticas no debate académico e económico internacional tem impulsionado a investigação sobre os seus efeitos sistémicos. Assim, primariamente à análise do impacto do risco climático nas instituições bancárias, torna-se fulcral compreender o enquadramento conceptual e empírico da incerteza climática. Neste contexto, a Secção 2 dedica-se à revisão da literatura existente, clarificando as principais perspectivas teóricas e evidências empíricas sobre a incerteza climática e consequentes impactos financeiros, constituindo um robusto suporte teórico para a subsequente análise do impacto do risco climático no setor bancário do Reino Unido.

2.1 Enquadramento da Incerteza Climática

A compreensão da incerteza climática exige uma análise cautelosa, que considere as suas implicações económicas, financeiras e institucionais. Neste contexto, a presente subsecção apresenta, em primeiro lugar, a contextualização global das alterações climáticas, evidenciando a sua natureza sistémica e interdependente. Em seguida, analisam-se os impactos económicos e financeiros decorrentes dessas alterações, com especial atenção aos riscos que estes representam para a estabilidade dos mercados e das instituições bancárias. Por fim, é abordado o enquadramento específico do Reino Unido, incluindo os efeitos do Brexit, que se revelam determinantes para compreender as particularidades da resposta britânica perante a incerteza climática, culminando com a análise das medidas de risco climático.

2.1.1 Contexto Global das Alterações Climáticas

Nos últimos anos a preocupação com as alterações climáticas tem adquirido uma crescente relevância no quotidiano internacional. A *World Meteorological Organization (WMO, 2025)* projeta que a temperatura média global próxima da superfície, em cada ano entre 2025 e 2029, será entre 1,2°C e 1,9°C superior à média de 1850-1900, prevendo ainda que, durante este período, pelo menos um ano poderá ultrapassar a temperatura máxima registada até ao momento, em 2024.

Neste contexto, a 21.^a Conferência das Partes (COP21) da *United Nations*

Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2015), realizada em Paris em 2015, culminou na assinatura do Acordo de Paris por grande parte dos Estados-membros das Nações Unidas. Este acordo estabelece o compromisso de limitar o aumento da temperatura média global a “bem menos de 2 °C”, procurando restringi-lo a 1,5°C, face aos níveis pré-industriais. Ademais, visa fortalecer a capacidade dos países para enfrentar os impactos das alterações climáticas e promover a mobilização de recursos financeiros para atividades compatíveis com um desenvolvimento sustentável e de baixas emissões de carbono.

A concretização destas metas implica a reorientação dos fluxos financeiros, traduzindo-se num aumento substancial do investimento em setores de baixo carbono e na eliminação progressiva do financiamento de atividades com elevada intensidade de emissões de carbono. Não obstante ao consenso internacional em torno destes ambiciosos objetivos, subsiste uma forte incerteza quanto ao ritmo, à eficácia e aos impactos da sua implementação. Assim, o risco de transição diz respeito aos desafios decorrentes da passagem para uma economia de menor intensidade carbónica (NGFS, 2019)

Por outro lado, de acordo com a *International Association of Insurance Supervisors* (IAIS, 2018) e com Battiston et al. (2021), o risco climático físico, fruto da ocorrência catástrofes naturais, como cheias, incêndios e furacões tem o potencial de comprometer a capacidade produtiva das empresas, assim como a capacidade de solvência de famílias, empresas e governos. Posto isto, a incerteza climática decorre da incapacidade de prever com precisão as condições futuras do clima e os respetivos efeitos físicos, económicos e sociais (IPCC, 2023; Moss et al., 2010; Walker et al., 2003).

2.1.2 Impactos Económicos e Financeiros

O Comité de Supervisão Bancária da Basileia (BCBS, 2021) sublinha que os fatores de risco climático se distinguem pela sua frequência, rapidez e intensidade invulgares, pelo que o seu desenvolvimento não linear eleva a incerteza sobre a sua evolução ao longo do tempo. Esta característica singular do risco climático impõe desafios acrescidos às análises económica e financeira, tornando as previsões e as estratégias de mitigação mais complexas.

Neste sentido, Stern (2007) sublinha que a incerteza climática pode provocar instabilidade económica a longo prazo, afetando diretamente o desempenho de indústrias dependentes de recursos naturais e cadeias de fornecimento globais. As alterações climáticas terão, assim, impactos severos e generalizados sobre a economia mundial, incluindo a produção alimentar, o acesso à água e à saúde. O autor acrescenta ainda que os custos de inação superam largamente os investimentos necessários para mitigar as emissões de gases com efeito de estufa, estimando perdas anuais de pelo menos 5% do PIB global, enquanto a ação preventiva se limitaria a cerca de 1% do mesmo. Deste modo, a incerteza sobre os impactos futuros torna ainda mais premente a necessidade de mitigar o risco climático.

A *International Association of Insurance Supervisors* (IAIS, 2018) relata que o aumento da frequência e intensidade das catástrofes naturais a nível global tem o potencial de comprometer a capacidade de solvência de famílias, empresas e governos, o que, por conseguinte, poderá afetar as instituições financeiras. Estima-se ainda que cerca de 70% das perdas associadas a estes desastres não estão cobertas por seguros, o que amplia a vulnerabilidade do sistema financeiro. Assim, as consequências físicas das alterações climáticas e da transição para uma economia de baixo carbono representam complexos desafios para diversos setores, tornando o risco climático comprometedor da estabilidade financeira das instituições.

Alguns autores apontam que os mercados financeiros ainda não estão a refletir adequadamente os riscos e oportunidades climáticos nos preços dos ativos financeiros. Esta subvalorização do risco climático pode refletir-se na instabilidade financeira e potenciar riscos sistémicos, sobretudo se envolver ativos amplamente interligados (Monasterolo & De Angelis, 2019; Morana & Sbrana, 2019). Apesar do aumento da consciencialização sobre a importância de investimentos sustentáveis, uma parcela significativa do capital continua a ser direcionado para atividades económicas que não estão alinhadas com os objetivos climáticos, pelo que numa transição repentina e drástica para uma economia de baixo carbono, as carteiras destes investidores podem estar expostas a avultadas perdas (Battiston et al., 2017; Natasha Chaudhary, 2024). Os autores alertam para um cenário de risco extremo, no qual os bancos centrais poderão ser pressionados a atuar como “salvadores climáticos de última instância”, intervindo em resposta a crises económicas originadas por fenómenos

climáticos extremos. O carácter sistémico destes riscos advém da possibilidade de efeitos em dominó no sistema financeiro, em que perdas iniciais se propagam por via das interconexões entre instituições financeiras, amplificando os choques e comprometendo a estabilidade do sistema no seu todo (European Central Bank, 2009; Puzanova & Düllmann, 2013).

Trivialmente, infere-se que a natureza sem precedentes das alterações climáticas limita a utilidade da experiência histórica na estimativa da sua magnitude e na identificação de padrões, o que dificulta a construção de previsões e torna inevitável a presença de elevados níveis de incerteza na avaliação de riscos (BCBS, 2021; Pindyck, 2020). Por conseguinte, diversas entidades reguladoras, como os bancos centrais e os supervisores financeiros sublinham a urgência das instituições financeiras integrarem a avaliação do risco climático nos seus processos de tomada de decisões, com vista a reforçarem a sua resiliência face aos impactos das alterações climáticas na economia e no sistema financeiro (Battiston et al., 2021; NGFS, 2019).

2.1.3 Contexto do Reino Unido e Brexit

A abordagem legal e institucional do Reino Unido em matéria de política ambiental e climática sofreu transformações substanciais na sequência do Brexit. Durante o período de pertença à União Europeia (UE), o Reino Unido beneficiava de um enquadramento jurídico ambiental sólido, sustentado por mecanismos de fiscalização supranacional, como a Comissão Europeia e o Tribunal de Justiça da União Europeia (TJUE) que garantiam o cumprimento de metas de sustentabilidade e aplicavam sanções efetivas em caso de incumprimento (Macrory Richard, 2021; Piserà, 2024).

Com a saída da União Europeia, formalizada a 23 de junho de 2016 ao abrigo do Artigo 50º do Tratado da UE, o Reino Unido desvinculou-se dessa estrutura jurídica e institucional. Esta nova configuração conferiu ao país uma maior discricionariedade para definir e adaptar as suas políticas climáticas de forma autónoma em complacência com as suas prioridades internas, mantendo, contudo, os principais compromissos internacionais, como o Acordo de Paris (2015).

Esta transição criou, porém, lacunas na arquitetura institucional de supervisão e aplicação das normas ambientais. O Reino Unido passou a carecer de um organismo com poderes sancionatórios equivalentes aos da Comissão Europeia e da Agência Europeia do Ambiente (EEA), o que suscitou preocupações sobre a capacidade de assegurar uma aplicação eficaz da legislação ambiental. Para colmatar parcialmente esta lacuna, foi criado o *Office for Environmental Protection* (OEP), organismo responsável por monitorizar e emitir recomendações em matéria ambiental. Todavia, o OEP revela um alcance mais restrito do que os mecanismos da União Europeia. Contrariamente aos mecanismos da UE, que dispõem da faculdade de impor sanções financeiras diretas aos Estados-Membros em caso de incumprimento da legislação ambiental⁴, o OEP não possui competência para aplicar penalizações dessa natureza. Esta fragilidade regulatória contribuiu para uma maior incerteza na implementação das políticas ambientais e na responsabilização das empresas, reduzindo a eficácia da transição climática (Macrory Richard, 2021; Piserà, 2024).

Esta vulnerabilidade refletiu-se também no sistema financeiro. O *Climate Biennial Exploratory Scenario* (CBES), conduzido pelo *Bank of England* (2021), concluiu que cerca de 70% das instituições financeiras britânicas não dispunham de planos credíveis para a transição climática. Em contraste, o Banco Central Europeu (2022) identificou um maior grau de integração do risco climático entre os bancos da área do euro. Esta disparidade evidencia o impacto das alterações institucionais pós-Brexit na capacidade do Reino Unido para incorporar o risco climático no setor financeiro

Posto isto, o contexto britânico revela-se pertinente para o estudo do impacto do risco climático nas instituições bancárias, uma vez que muitas permanecem insuficientemente preparadas para enfrentar alterações abruptas ou catástrofes naturais. A incerteza climática, aliada à inexistência de um órgão com poder sancionatório efetivo, potencia o Reino Unido como um caso de estudo pertinente para compreender os impactos, as respostas institucionais e os desafios inerentes à gestão do risco climático.

⁴ Nomeadamente ao Abrigo do artigo 260º do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia (TFUE)

2.1.4 Medidas de risco climático

Primariamente à integração do risco climático nos processos de tomada de decisão das instituições bancárias, torna-se imperativo compreender no que este consiste. Segundo a *Intergovernmental Panel For Climate Change* (IPCC, 2023), o risco climático caracteriza-se pela probabilidade acrescida de ocorrerem consequências adversas para a vida humana e animal, para os ecossistemas, para a economia e para as infraestruturas.

De acordo com a *Network for Greening the Financial System* (NGFS, 2019), o risco climático manifesta-se através de dois canais principais: o risco físico e o risco de transição. O risco físico está associado aos impactos diretos das alterações climáticas sobre as atividades empresariais, como cheias, incêndios e furacões. Por outro lado, o risco de transição diz respeito aos desafios decorrentes da passagem para uma economia de menor intensidade carbónica, incluindo, por exemplo, os custos de investigação e desenvolvimento ou a tributação sobre o carbono.

Risco climático físico (PRI)

Battiston et al. (2021) destacam que o risco climático físico, frequentemente mensurado pelo índice PRI (*Physical Risk Index*), reflete a capacidade de os efeitos das alterações climáticas danificarem ativos ou reduzirem a produtividade das empresas. Como tal, podem elevar o risco de crédito para os bancos e provocar perdas financeiras no setor segurador, deteriorando assim a sua posição financeira.

Segundo Bua et al. (2024), o PRI é mensurado pelo nível de preocupação com o risco físico, que reflete a perceção do risco pelos investidores, sendo calculada a partir da respetiva cobertura mediática. Este índice combina três componentes: (i) um termo constante, representando o nível médio de preocupação com o risco físico; (ii) a persistência temporal, que incorpora o nível de preocupação do período anterior, enfatizando a continuidade das perceções ao longo do tempo; e (iii) a inovação no período atual, que capta alterações recentes ou eventos que afetam a preocupação com risco físico, conforme explicito abaixo:

$$Concern(t,PR) = cPR + \phi PR * Concern((t-1),PR) + PRI(t,PR)$$

Risco climático de transição (TRI)

Já o risco de transição climática, habitualmente quantificado pelo índice TRI (*Transition Risk Index*), está intimamente relacionado com a mudança para uma economia de baixas emissões de carbono, que pode desencadear ajustamentos imprevistos e abruptos nos preços dos ativos, tanto positivos como negativos. Por seu turno, poderão influenciar os níveis de incumprimento em diversas classes de ativos, resultando em choques financeiros para os gestores de ativos, investidores institucionais e carteiras bancárias (NGFS, 2019).

De acordo com Bua et al. (2024), o TRI é quantificado pela preocupação com o risco de transição, associado à adaptação a uma economia mais sustentável e de baixas emissões de carbono. Tal como o PRI, o TRI integra: (i) um termo constante, representando o nível médio de preocupação, que traduz a sensibilidade dos investidores e cuja mesma é obtida a partir da análise de notícias; (ii) a persistência temporal, incorporando o efeito do período anterior; e (iii) a inovação no período atual, refletindo novas informações ou eventos que influenciam o risco de transição, em congruência com o descrito em seguinte:

$$\text{Concern}(t,TR) = cTR + \phi TR * \text{Concern}((t-1),TR) + TRI(t,TR)$$

2.2.1 Sistema financeiro

O sistema financeiro é composto por instituições financeiras que detêm a função de canalizar poupanças para investimentos nos mercados financeiros, facilitando a compra e venda de produtos financeiros. Estas, por sua vez, atuam como intermediárias entre agentes económicos, que podem ser tanto aforradores quanto investidores, dependendo da situação (Levine, 1997; Mishkin & Eakins, 2018).

Neste sentido, assumem um papel central ao captar depósitos junto dos clientes, com o propósito de os aplicar em operações de crédito e investimento, operando como veículos precípuos na transformação de poupança em investimento (Suborna Barua, 2020). Segundo Boyd & Prescott (1986) e Levine et al. (2004) ao mobilizar fundos dos aforradores para o setor produtivo, o sistema financeiro permite a transmissão de recursos económicos no tempo e no espaço, entre diferentes países e setores, promovendo a gestão de risco através da diversificação.

De acordo com Levine (1997), o sistema financeiro é estruturado em três setores principais, que no seu conjunto asseguram as funções básicas do sistema financeiro:

- i. o setor bancário, responsável por receber depósitos e conceder empréstimos, permitindo aceder indiretamente ao mercado financeiro;
- ii. o setor financeiro, que proporciona o acesso direto ao mercado, por meio do acesso a instrumentos de financiamento e investimento;
- iii. e o setor segurador, que assegura pagamentos em caso de contingências, garantindo a cobertura de riscos.

As instituições bancárias, enquanto parte integrante do sistema financeiro e responsáveis pela intermediação de recursos financeiros, enfrentam diversos riscos. Entre os quais se destaca o risco financeiro, que será o objeto de estudo da próxima subsecção.

2.2.2 Risco Financeiro

Os fatores de risco físico e de transição afetam as atividades económicas, repercutindo-se inevitavelmente no sistema financeiro. Estes impactos podem ocorrer de forma direta, através da redução da rentabilidade das empresas ou da desvalorização dos ativos; ou de forma indireta, por via de alterações micro e macroeconómicas. Adicionalmente, condicionam também a resiliência do modelo de negócio das instituições a médio e longo prazo, afetando principalmente aquelas cuja atividade depende de setores ou mercados particularmente vulneráveis (European Central Bank, 2020; Hull, 2023).

Neste contexto, o Comité de Basileia (BCBS, 2021) evidencia que o risco climático se materializa para os bancos tanto por meio de canais microeconómicos, que afetam clientes, ativos financeiros e operações bancárias, como por canais macroeconómicos, que incidem sobre variáveis agregadas como a produtividade, o crescimento económico, as taxas de juro e a inflação.

Desta forma, podem influenciar o risco financeiro destas instituições, cujo mesmo é entendido como a possibilidade de ocorrência de perdas ou de variações adversas no valor de ativos, capital ou lucros de uma instituição, resultantes de fatores internos ou externos que afetam os mercados financeiros, a solvência, a liquidez ou a reputação da mesma. Assim, pode ser desagregado nas diferentes categorias sub mencionadas:

- O risco de crédito corresponde à possibilidade de incumprimento por parte das contrapartes em operações de crédito ou instrumentos derivados. Tradicionalmente, este tem sido considerado o principal risco enfrentado pelos bancos, sendo, por norma, aquele para o qual é exigido o maior volume de capital regulatório (BCBS, 2000; Hull, 2023). Diversos autores defendem que este pode ser mensurado através da métrica dos empréstimos em incumprimento (NPL) (Beck et al., 2013; European Central Bank, 2017).
- O risco operacional respeita à possibilidade de perdas resultantes de falhas em processos internos, erro humano ou uso de sistemas inadequados, bem como de eventos externos (BCBS, 2008).
- O risco de liquidez surge quando a instituição não consegue honrar os seus compromissos no momento e local previstos, podendo conduzir a consequências graves, incluindo a falência. Denote-se que a liquidez é determinada essencialmente pelos fluxos de caixa. Esta depende fortemente do comportamento dos clientes e parceiros de negócio, assim como da política empresarial que molda a estrutura de ativos (BCBS, 2008; Duttweiler, 2015).
- O risco de mercado emerge predominantemente das atividades de negociação do banco, refletindo a possibilidade de desvalorização dos instrumentos financeiros incluídos no seu portefólio de *trading*, decorrentes de variações adversas nos preços ou valores de mercado dos ativos e passivos detidos (Hull, 2023). Isto inclui flutuações das taxas de juro, preços de ações,

câmbios, *commodities* ou outros instrumentos financeiros. O papel dos bancos na transformação de maturidades, convertendo depósitos de curto prazo em empréstimos de longo prazo, torna-os intrinsecamente vulneráveis. Neste sentido, o risco de mercado amplifica a exposição de um banco ao risco de liquidez, nomeadamente em situações de instabilidade (Müller et al., 2025).

- Por fim, o risco reputacional é definido como o risco atual ou potencial de redução de lucros ou capital, decorrente de uma perceção negativa da instituição financeira pelos *stakeholders*, como clientes, acionistas, investidores ou autoridades supervisoras (Ciaponi et al., 2023).

Em síntese, o Comité de Basileia (BCBS, 2021) salienta que os riscos climático e ambiental têm um carácter transversal, podendo atuar simultaneamente nas múltiplas categorias e subcategorias de risco supramencionadas, representando, deste modo, um complexo desafio para a gestão integrada de risco climático no setor financeiro. Adicionalmente, a sua intensidade varia consoante a localização geográfica, o setor de atividade e o modelo de negócio (BCBS, 2021). A acumulação destes riscos individuais contribui para a vulnerabilidade sistémica do setor financeiro, como será estudado em seguida.

2.2.3 Carácter sistémico do risco financeiro

Atualmente, embora não exista consenso absoluto na definição de risco sistémico, parece haver alguma congruência entre as definições propostas por alguns autores. O Banco Central Europeu (2009) caracteriza risco sistémico como a probabilidade de que a falência de uma instituição origine uma reação em cadeia, afetando outras instituições e comprometendo a liquidez, o crédito e a estabilidade dos mercados. Por seu turno, outros autores definem-no como potenciais perdas para os depositantes (ou para os esquemas de garantia de depósitos) e demais credores em consequência da falência ou reestruturação de um banco, evidenciando os efeitos negativos que as instituições bancárias sistemicamente relevantes podem impor à sociedade (De Bandt et al., 2012; Galati & Moessner, 2011; Puzanova & Düllmann, 2013).

Deste modo, a falência de uma instituição pode originar uma reação em cadeia, em que perdas iniciais se propagam através das interconexões entre instituições, amplificando choques e comprometendo a estabilidade global do sistema financeiro. Posto isto, torna-se trivial que a inação face às alterações climáticas pode elevar consideravelmente os custos das suas consequências. Assim, impera a necessidade de integrar avaliações do risco climático nos processos de tomada de decisão das instituições financeiras, a fim de aumentar a resiliência dos mercados financeiros e da economia face aos referidos impactos (Battiston et al., 2021; NGFS, 2019; Stern, 2007).

2.3 Impacto do risco climático no Setor Bancário

A dualidade do risco climático, subdividido em físico e de transição, representa uma fonte significativa de incerteza para os mercados financeiros (Dietz et al., 2016). Neste sentido, os bancos centrais e os supervisores têm vindo a reconhecer cada vez mais que as alterações climáticas são uma fonte significativa de risco financeiro. A conjugação dos efeitos físicos das alterações climáticas com os desafios da transição para uma economia de baixo carbono representa complexos desafios para diversos setores, o que torna o risco climático comprometedor da estabilidade financeira das instituições (Battiston et al., 2021; Campiglio et al., 2018).

2.3.1 O impacto do TRI no setor bancário

A transição para economias com baixas emissões de carbono também pode provocar mudanças no comportamento dos consumidores e no sentimento do mercado, levando-os a optar por produtos ou investimentos mais sustentáveis (BCBS, 2021). O aumento da incerteza da política climática provoca efeitos heterogêneos nos mercados de energia: os preços das ações de energia limpa tendem a aumentar, enquanto o preço do petróleo tende a diminuir, validando a hipótese de que a incerteza climática promove a transição para investimentos sustentáveis, potenciando o desempenho das empresas “verdes” em relação às tradicionais (Tedeschi et al., 2024).

Além disso, a incerteza climática dificulta a avaliação precisa dos riscos financeiros e a formulação de políticas eficazes. A credibilidade dos bancos centrais depende da transparência e da solidez empírica dessas políticas; decisões frágeis ou inconsistentes podem comprometer a confiança dos investidores, afetando a reputação e a capacidade futura de ação das instituições (Xu et al., 2024).

Em particular, a incerteza da política climática (CPU) afeta diretamente a liquidez e o valor dos bancos. Xu et al. (2024) argumentam que a CPU reduz a capacidade de criação de liquidez pelos bancos, uma vez que os bancos tendem a restringir a concessão de crédito em resposta ao aumento da incerteza. Fan et al. (2024) sublinham que esta incerteza abala a confiança dos investidores, levando a reavaliações de ativos, o que resulta na diminuição do valor das instituições. Assim, propõe-se a hipótese H1a: o risco climático de transição tem um efeito negativo sobre a rentabilidade dos ativos (ROA) dos bancos do Reino Unido. Da mesma forma, formula-se a hipótese H2a: o risco climático de transição exerce um efeito negativo sobre a rentabilidade dos capitais próprios (ROE) dos bancos do Reino Unido.

Deste modo, o compromisso ambiental das instituições financeiras desempenha um papel central na mitigação do risco de crédito. Birindelli et al. (2022) sugerem que bancos com maior compromisso ambiental⁵ apresentam uma qualidade superior das carteiras de empréstimos e menor risco de crédito. Este efeito é reforçado pelo desempenho ambiental do país, medido pelo *Environmental Performance Index* (EPI). Os autores acrescentam que em países com EPI elevado, as instituições demonstram maior compromisso climático, traduzindo-se, conseqüentemente, em menor risco de crédito. Neste sentido, define-se a hipótese H3a: O risco climático de transição aumenta a proporção de créditos malparados dos bancos do Reino Unido.

⁵ medido pela pontuação CCS (*Committee on Climate Change*) ou pela inclusão na *CDP A List* (*Carbon Disclosure Project*)

Paralelamente, o aumento do apoio a investimentos sustentáveis, frequentemente acompanhado pela redução dos requisitos de capital para empréstimos a atividades sustentáveis, pode enfraquecer a posição financeira dos bancos sempre que não é implementada uma supervisão rigorosa. Esta fragilidade decorre de alocações excessivas de capital em projetos economicamente inviáveis, exacerbando os riscos sistémicos do setor financeiro. Além disso, a implementação de impostos sobre o carbono, ainda que projetada para desincentivar práticas poluentes e promover comportamentos sustentáveis, quando aplicada de forma abrupta, pode elevar significativamente os custos operacionais das empresas insuficientemente preparadas. Tal cenário tende a traduzir-se num aumento da morosidade nos pagamentos e num acréscimo do risco de instabilidade financeira (Battiston et al., 2021). Daqui decorre a hipótese H4a: O risco climático de transição o reduz a estabilidade financeira dos bancos do Reino Unido.

De acordo com Khalfaoui et al. (2022), embora o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis possa mitigar parte do risco climático, a transição de curto prazo implica desafios consideráveis para setores com elevada intensidade carbónica, o que poderá repercutir-se negativamente nos respetivos retornos financeiros. Da mesma forma, a introdução de derivados climáticos, embora útil como instrumento de cobertura de risco, pode gerar instabilidade financeira se avaliados ou geridos inadequadamente, traduzindo-se em perdas consideráveis para as instituições que os utilizam (Battiston et al., 2021). No mesmo sentido, a incerteza das políticas climáticas globais (GCPU⁶) aumenta a volatilidade nos mercados financeiros, impactando com maior intensidade o mercado de títulos, ao afetar tanto os preços das ações quanto a alocação de recursos financeiros (Ji et al., 2024).

Os efeitos do TRI sobre os retornos financeiros também são evidentes. Empresas menos sensíveis à incerteza climática tendem a apresentar retornos superiores, enquanto as que estão mais expostas enfrentam retornos mais baixos (Treepongkaruna et al., 2023). Alessi et al. (2021) apresentam o conceito de *greenium*, definido como o prémio de risco associado a ativos mais sustentáveis, calculado pela diferença entre os retornos de um portfólio de ações

⁶ (*Global Climate Policy Uncertainty*)

sustentáveis (*green*) e um portfólio de ações tradicionais (*brown*), sugerindo que investidores aceitam retornos ligeiramente mais baixos para investimentos em ativos sustentáveis devido a benefícios não financeiros. Neste sentido, evidenciam que o risco climático influencia a seleção de investimentos, indicando que ativos sustentáveis podem funcionar como uma estratégia de *hedge*, priorizando a segurança financeira a longo prazo em detrimento de retornos imediatos.

Na prática, a evidência sobre a existência de *greenium* é heterogénea. Larcker e Watts (2019) refutam as conclusões supramencionadas ao verificarem na sua análise de pares de “títulos verdes e não verdes”, que em aproximadamente 85% dos casos, não existiam diferenças significativas nos retornos, indicando que os investidores não aceitam necessariamente rendimentos mais baixos em “títulos verdes”. Todavia, sob a ótica do emissor, as emissões de “títulos verdes” continuam a ocorrer mesmo sem financiamento mais barato (*greenium* negativo) devido aos benefícios não financeiros associados, como a maior diversificação de investidores e a compatibilidade com critérios de sustentabilidade. Estes fatores conferem vantagens estratégicas e reputacionais a longo prazo, especialmente em regiões ou contextos que dão primazia à sustentabilidade, embora em alguns casos possam também ser interpretados como *greenwashing*.

Diversos autores salientam que os efeitos do TRI tendem a manifestar-se de forma retardada, para além de qualquer impacto imediato. Este desfasamento deve-se ao facto de as empresas inseridas em setores com forte dependência carbónica se ajustarem de forma gradual às mudanças regulatórias, tecnológicas e preferências de mercado. Similarmente, a reprecificação dos ativos e a respetiva propagação dos seus efeitos no sistema financeiro desenvolvem-se ao longo do tempo, à medida que aumentam os incumprimentos, as perdas em carteiras e a restrição de crédito. Assim, os impactos do TRI prolongam-se e acumulam-se, refletindo-se em variáveis financeiras e macroeconómicas com defasagem temporal (Alessi et al., 2024; Jung et al., 2024; Semieniuk et al., 2021).

2.3.2 O impacto do PRI no setor bancário

O risco físico, uma das principais dimensões do risco climático, decorre da interação entre fenómenos climáticos adversos e a vulnerabilidade dos sistemas humano, animal, económico e financeiro expostos a esses fenómenos. A frequência e intensidade crescentes de catástrofes naturais têm o potencial de comprometer a solvência de famílias, empresas e governos, afetando conseqüentemente, as instituições financeiras (Batten et al., 2016; Battiston et al., 2021; IAIS, 2018).

Stern (2013) releva que os eventos climáticos extremos resultam na redução da taxa de acumulação de capital produtivo. Por outras palavras, o impacto das alterações climáticas no capital físico pode manifestar-se através da degradação de infraestruturas, terras agrícolas, edifícios e outros ativos fundamentais à atividade produtiva. Quando fenómenos climáticos extremos como inundações, secas ou tempestades provocam danos dificilmente reversíveis nesses ativos, a capacidade das empresas para manter ou aumentar a sua produção futura fica seriamente comprometida. Acresce que, perante tais eventos, a taxa de depreciação destes ativos tende a aumentar, uma vez que passam a requerer manutenção mais frequente ou uma substituição antecipada. Ademais, estima-se que cerca de 70% das perdas decorrentes destes desastres não estejam cobertas por seguros (Battiston et al., 2021).

A inexistência de seguros adequados implica que os impactos dos eventos climáticos extremos - em particular a destruição ou desvalorização de imóveis - não sejam absorvidos por seguradoras e recaiam sobre as instituições bancárias. Esta transferência de risco compromete o valor das garantias associadas a hipotecas, fragilizando a posição dos credores e podendo restringir a concessão de crédito, tanto numa perspetiva preventiva (*ex ante*) como posterior à ocorrência de desastres (*ex post*) (Batten et al., 2016). Por conseguinte formulam-se a hipótese H1b: O risco climático físico tem um efeito negativo sobre a rentabilidade dos ativos (ROA) dos bancos do Reino Unido; e a hipótese H2b: O risco climático físico tem um efeito negativo sobre a rentabilidade dos capitais próprios (ROE) dos bancos do Reino Unido.

Esta realidade provoca atrasos na recuperação pós-desastre, em particular na reconstrução dos ativos imobiliários e na recuperação económica, uma vez que ao afetar o emprego e a produção, aumenta a probabilidade de incumprimento e as perdas associadas aos empréstimos (Batten et al., 2016). No contexto do Reino Unido, esta vulnerabilidade é particularmente acentuada, uma vez que mais de 85% dos empréstimos concedidos a particulares e cerca de 75% dos empréstimos a pequenas e médias empresas (PME) estão garantidos por ativos imobiliários. (Batten et al., 2016).

Por outro lado, a exposição do setor imobiliário à elevação do nível médio do mar (*Sea Level Rise - SLR*), acarreta implicações significativas na estabilidade financeira da banca. Bunten & Kahn (2014) evidenciam uma desvalorização dos imóveis em áreas suscetíveis a inundações, associadas a um elevado SLR. Desta forma, verifica-se uma redução do valor das garantias associadas a créditos hipotecários e consequentemente, um aumento do risco de incumprimento.

No Reino Unido, esta realidade é especialmente relevante. A Avaliação Nacional de Risco de Erosão Costeira (*National Coastal Erosion Risk Mapping*) indica que 3.500 propriedades estão em áreas de risco de erosão costeira até 2055, prevendo-se que esse número aumente para cerca de 10.100 até 2105. Denote-se ainda que casas expostas à elevação do nível do mar são vendidas, em média, com um desconto de cerca de 7% em relação a imóveis não expostos, equivalentes, equidistantes da praia (Bernstein et al., 2019).

Face a esta realidade, as instituições financeiras enfrentam uma vez mais a deterioração das garantias reais que sustentam os créditos concedidos. Por sua vez, as empresas afetadas pela desvalorização dos seus ativos podem enfrentar obstáculos à manutenção ou expansão das suas atividades, comprometendo a sua capacidade de honrar os compromissos financeiros assumidos. Assim, definem-se a hipótese H3b: O risco climático físico aumenta a proporção de créditos malparados dos bancos do Reino Unido.

Como resposta, os bancos têm vindo a aplicar taxas de juro mais elevadas em regiões com maior risco de subida do nível médio do mar, aumentando o prémio de risco para compensar o maior risco de crédito (Nguyen et al., 2022). Esta prática funciona como

mecanismo de proteção, visando colmatar a incerteza financeira associada a desastres naturais, ainda que no curto prazo, a probabilidade de incumprimento se mantenha relativamente baixa (Nguyen et al., 2022). Ainda assim, alguns autores defendem que, não obstante ao aumento dos empréstimos em incumprimento (NPL) após severos desastres naturais, os bancos tendem a aumentar a concessão de crédito nas regiões afetadas, como forma de apoio à recuperação económica, ainda que assumam um maior risco (Nie et al., 2023; Schubert, 2024).

Como principal ilação tem-se que em mercados onde os seguros contra catástrofes estão pouco desenvolvidos ou mal estruturados, se verifica uma menor oferta de financiamento bancário e maiores restrições de crédito após eventos extremos (Batten et al., 2016). A exposição das instituições financeiras ao risco físico pode desencadear o designado efeito dominó, propagando a desvalorizações dos ativos por todo o sistema financeiro (Bolton et al., 2020). Neste sentido, formula-se a hipótese H4b: O risco climático físico diminui a estabilidade financeira dos bancos do Reino Unido.

Para além dos efeitos diretos sobre o sistema financeiro, o risco físico tem implicações macroeconómicas relevantes. O aquecimento global pode conduzir ao aumento da mortalidade e da morbilidade da população, nomeadamente devido à maior incidência de doenças como a malária. Fankhauser e Tol (2005) e Deryugina et al (2014), estimam que a produtividade laboral diminui cerca de 1,7% por cada aumento de 1°C na temperatura média diária acima dos 15°C, o que compromete a oferta efetiva de trabalho. Posteriormente, refletir-se-ão consequências no crescimento económico e na rentabilidade nacional.

Por fim, Pindyck (2013) e Stern (2013) verificaram que a adaptação ao aumento das temperaturas desviará recursos financeiros e humanos de pesquisa e desenvolvimento, resultando numa redução na taxa de crescimento da produtividade total dos fatores. A menor inovação e eficiência produtiva reduzem a rentabilidade empresarial, dificultando o cumprimento das obrigações financeiras e aumentando o risco de incumprimento.

3. DADOS E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

O presente estudo visa compreender se existe uma relação entre o risco climático e a rentabilidade e a estabilidade financeira das instituições bancárias do Reino Unido. A investigação adotará uma metodologia quantitativa, assente numa base de dados em painel, permitindo analisar a evolução dos indicadores de desempenho e risco financeiro ao longo do tempo, avaliando o impacto do risco climático. A análise incidirá sobre 861 bancos que operam no Reino Unido, nos períodos entre 2006 e 2022, com dados financeiros fornecidos pela plataforma *Bank Focus (Moody's Analytics, 2025)*, integrando igualmente informações relativas ao índice de risco climático.

Para o efeito, neste capítulo serão detalhadas as variáveis utilizadas na investigação, pelo que se torna imperativo compreender o conceito de variável, bem como a distinção entre variáveis independentes e dependentes. Segundo J. W. Creswell & Creswell (2018) uma variável corresponde a uma característica ou atributo observável ou mensurável, que apresenta variações entre os elementos analisados no âmbito do estudo.

3.1 Variáveis independentes

As variáveis independentes são aquelas que influenciam ou afetam os resultados em estudos experimentais, permanecendo isentas de influência de outras variáveis (J. W. Creswell & Creswell, 2018).

Como variável independente do presente estudo, foi utilizado o Índice de Risco Climático (CRI). Este índice é constituído por dois subíndices que agregam, por um lado, o risco de transição (*Transition Risk Index (TRI)*) associado à mudança para uma economia mais sustentável e com baixas emissões de carbono, e, por outro, o risco físico (*Physical Risk Index (PRI)*) decorrente de fenómenos climáticos extremos. Estes índices foram obtidos através da plataforma *policyuncertainty.com*, cujos mesmos seguem a metodologia desenvolvida por Bua et al. (2024).

<i>Nome da Variável</i>	<i>Descrição</i>	<i>Cálculo</i>	<i>Fonte</i>
<i>TRI</i>	<i>Transition Risk Index</i>	Média anual	https://doi.org/10.1080/1351847X.2024.2355103
<i>PRI</i>	<i>Physical Risk Index</i>	Média anual	https://doi.org/10.1080/1351847X.2024.2355103

Tabela 1- Listagem das variáveis independentes

3.2 Variáveis dependentes

As variáveis dependentes são aquelas cujo comportamento depende das variáveis independentes; representando os resultados ou efeitos decorrentes da sua influência. É recomendável que, em estudos experimentais, se procure medir múltiplas variáveis dependentes (J. W. Creswell & Creswell, 2018).

Para o efeito, com o intuito de avaliar o impacto do CRI na performance financeira das instituições bancárias no Reino Unido, o presente estudo utilizará como variáveis dependentes indicadores de rentabilidade financeira, nomeadamente a rentabilidade dos ativos (ROA) e a rentabilidade do capital próprio (ROE). Adicionalmente, será analisado o efeito do CRI no risco financeiro das instituições, mensurado através do *Z-Score* e dos empréstimos em incumprimento (NPL) (Beck et al., 2013).

Denote-se que a rentabilidade dos ativos é um indicador financeiro que mede a capacidade de uma empresa ou instituição gerar lucros a partir dos seus ativos totais. Reflete a eficiência com que os recursos da organização são utilizados para produzir resultados. Por outro lado, a rentabilidade do capital próprio, avalia a rentabilidade do capital investido pelos acionistas e mede a capacidade de a empresa obter retorno sobre os recursos próprios (Ross et al., 2019).

Tal como nos termos dos estudos conduzidos por Laeven & Levine (2009) e pelo World Bank (2020), no presente estudo o risco financeiro será mensurado por meio do *Z-Score*. O *Z-Score* quantifica, assim, a distância estatística até ao limiar da insolvência, tal como referido por Roy (1952), sendo que valores mais elevados refletem uma maior resiliência financeira e uma menor probabilidade de falência.

<i>Métrica</i>	<i>Nome da Variável</i>	<i>Descrição</i>	<i>Cálculo</i>	<i>Fonte</i>
<i>Métrica de performance</i>	<i>ROA</i>	<i>Rentabilidade dos Ativos</i>	$ROA = \frac{EBIT}{Assets}$ (EBIT = Resultado Operacional; Assets = Ativos totais)	<i>Bank Focus (Moody's Analytics, 2025)</i>
	<i>ROE</i>	<i>Rentabilidade dos Capital Próprio</i>	$ROE = \frac{EBIT}{Equity}$ (EBIT = Resultado Operacional; Equity = Capital próprio)	
<i>Métricas de risco financeiro</i>	<i>Z-Score</i>	<i>Indicador de Solvência</i>	$ZSCORE = \left(\frac{ROA + AF}{\sigma ROA} \right)$ (AF = Autonomia Financeira)	
	<i>NPL Ratio</i>	<i>Rácio de empréstimos em incumprimento</i>	$NPL Ratio = \frac{NPL}{Total Loans}$ (NPL Empréstimos em incumprimento; Total Loans = total de empréstimos concedidos pelo banco)	

Tabela 2 - Listagem das variáveis dependentes

3.3 Variáveis de controlo

Por seu turno, as variáveis de controlo são incluídas em estudos quantitativos com o propósito de considerar outros fatores que possam influenciar a variável dependente. Ao controlar estatisticamente essas variáveis, o investigador consegue isolar com maior precisão o efeito da variável independente, assegurando que os resultados obtidos não sejam distorcidos por influências externas não previstas (J. W. Creswell & Creswell, 2018; Thompson, 2006).

No presente estudo, serão utilizadas como variáveis de controlo as descritas na tabela abaixo:

Nome da Variável	Descrição	Cálculo	Fonte
<i>lnAssets</i>	<i>Dimensão das instituições bancárias</i>	Logaritmo natural do total de ativos (ln(Assets))	<i>Bank Focus (Moody's Analytics, 2025)</i>
<i>PPL</i>	<i>Provisões para perdas com créditos</i>	Não aplicável	<i>Bank Focus (Moody's Analytics, 2025)</i>
<i>AF</i>	<i>Autonomia Financeira</i>	Não aplicável	<i>Bank Focus (Moody's Analytics, 2025)</i>
<i>lnGDP</i>	<i>Produto Interno Bruto (PIB)</i>	Logaritmo natural (ln(GDP))	(Office for National Statistics (ONS), 2024)
<i>Inflation</i>	<i>Inflação</i>	Não aplicável	(Office for National Statistics (ONS), 2024)

Tabela 3- Listagem das variáveis de controlo

Denote-se que todas estas variáveis foram obtidas com uma periodicidade anual. A inclusão da dimensão das instituições - medida através do total do ativo; do rácio de autonomia financeira (AF); e das provisões para perdas com créditos (PPL) como variáveis de controlo, revela-se fundamental para isolar o efeito do CRI sobre a performance e a estabilidade financeira (Hess, 2006; H. Nguyen, 2023; Walter, 1991).

Apesar de conceptualmente relacionadas, o *Z-Score* e a Autonomia Financeira (AF) captam dimensões distintas da resiliência financeira. O *Z-Score* mede a estabilidade financeira do banco, combinando a rentabilidade, o risco e a estrutura do capital, enquanto a AF reflete exclusivamente a estrutura de capital e o grau de alavanca financeira (Laeven & Levine, 2009; Roy, 1952). Ainda assim, foram realizados testes adicionais⁷ excluindo a AF

⁷ Ver Anexos: Tabela 13

como variável de controlo, cujos resultados se revelaram coerentes com as estimativas principais, sem alterações significativas na relação apresentada ou na significância estatística dos coeficientes.

Similarmente à metodologia adotada por diversos autores, incluem-se também como variáveis de controlo indicadores macroeconómicos, como o Produto Interno Bruto (PIB) e a taxa de inflação (Cubillas & Suárez, 2013; Laeven & Levine, 2009; H. Nguyen, 2023).

No caso da dimensão das instituições bancárias e do PIB, será considerada a sua forma logarítmica, em linha com o procedimento adotado por Cubillas & Suárez (2013). A transformação logarítmica permite reduzir a assimetria na distribuição da variável, atenuar *outliers* elevados e aproximar a distribuição da normalidade, contribuindo para uma melhoria da precisão das estimativas e para uma maior fiabilidade dos testes estatísticos (Wooldridge, 2016).

3.4 Tratamento das variáveis

Conforme supracitado, a investigação seguirá uma base de dados em painel com periodicidade anual, uma vez que os dados disponibilizados pelo *BankFocus* se encontram nesse formato. Neste sentido, as variáveis macroeconómicas consideradas, designadamente o PIB e a taxa de inflação, foram igualmente extraídas em formato anual. Todavia, os dados relativos aos índices climáticos encontram-se disponíveis em frequência diária, tendo-se, por isso, procedido ao cálculo da média anual de cada índice, com o propósito de assegurar a coerência temporal e a compatibilidade entre todas as variáveis consideradas no estudo.

4. METODOLOGIA

4.1 Modelo Econométrico

Conforme descrito anteriormente, a nossa amostra é constituída por dados em painel, tais que compreendem $i=1, \dots, N=861$ instituições bancárias que operam no Reino Unido, observadas ao longo de $t=1, \dots, T$, sendo representativo do período de 2006 a 2022.

Para assegurar a robustez dos resultados, foram previamente realizados testes para aferir a existência ou não de heterocedasticidade e autocorrelação serial nos resíduos.

4.1.1 Teste de heterocedestecidade Breusch-Pagan

Com vista a testar a heterocestecidade dos dados em painel, realizou-se o teste de Breusch-Pagan (Breusch & Pagan, 1979; Wooldridge, 2010), cujas hipóteses são as seguintes:

- **H0 (nula):** variância dos resíduos é constante entre os bancos (homocedasticidade)
- **H1 (alternativa):** a variância dos resíduos difere entre os bancos (heterocedasticidade)

O teste revelou um *p-value* de 0,000, o que nos permite rejeitar a hipótese nula de homocedasticidade (H0). Este resultado indica que a variância dos erros não é constante ao longo das observações, confirmando a presença de heterocedasticidade, isto é, a variância dos resíduos difere entre os bancos.

4.1.2 Teste de autocorrelação serial

De forma complementar, aplicou-se o teste de Wooldridge (Drukker, 2003; Wooldridge, 2010) para detetar autocorrelação serial nos resíduos, cujas hipóteses são:

- **H0 (nula):** ausência de autocorrelação serial nos resíduos
- **H1 (alternativa):** presença de autocorrelação serial nos resíduos

O teste revelou um *p-value* de 0,0015, pelo que estamos em condições de rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação serial. Isto indica que os resíduos apresentam uma autocorrelação significativa, pelo que perturbações num período podem influenciar os períodos subsequentes.

4.1.3 Método dos Mínimos Quadrados Generalizados Viáveis (FGLS)

Atendendo aos resultados dos testes supramencionados, evidenciando heterocedasticidade e autocorrelação serial nos resíduos, optou-se pelo método dos Mínimos Quadrados Generalizados Viáveis (*Feasible Generalized Least Squares* (FGLS)), cujo mesmo foi processado no *software* STATA. Este método, apresentado como uma extensão dos Mínimos Quadrados Ordinários (*Ordinary Least Squares*-OLS), é considerado mais eficiente, uma vez que ajusta simultaneamente os erros-padrão para lidar com heterocedasticidade e autocorrelação serial, preservando tanto a variação entre bancos como a variação ao longo do tempo, o que torna as estimativas mais robustas (Bai et al., 2021; Greene, 2018).

Adicionalmente, tal como defendido por alguns autores, as variações no PRI ou TRI num ano podem ter repercussões no risco ou desempenho do banco no ano seguinte, refletindo efeitos retardados. Neste sentido, foram consideradas variáveis defasadas de primeira ordem (L1) para capturar os efeitos dinâmicos e retardados do PRI e TRI. Esta abordagem permite refletir a persistência temporal, proporcionando estimativas mais robustas e realistas (Wooldridge, 2010).

4.1.3.1 Formulação das equações genéricas

Neste enquadramento, foram estimados dezasseis modelos econométricos através do método FGLS, considerando todas as combinações das variáveis principais TRI e PRI, tanto em nível como em desfasamento, aplicadas às quatro medidas de rentabilidade e risco financeiro. Atente-se às equações genéricas:

$$1. Y_{it}^{(1)} = Cons_{it}^{(1)} + \beta_1^{(1)}TRI_{it} + \beta_2^{(1)}\ln(Assets_{it}) + \beta_3^{(1)}Inflation_t + \beta_4^{(1)}\ln(GDP_t) + \beta_5^{(1)}PPL_{it} + \beta_6^{(1)}AF_{it} + \varepsilon_{it}^{(1)}$$

$$2. Y_{it}^{(2)} = Cons_{it}^{(2)} + \beta_1^{(2)}PRI_{it} + \beta_2^{(2)}\ln(Assets_{it}) + \beta_3^{(2)}Inflation_t + \beta_4^{(2)}\ln(GDP_t) + \beta_5^{(2)}PPL_{it} + \beta_6^{(2)}AF_{it} + \varepsilon_{it}^{(2)}$$

$$3. Y_{it}^{(3)} = Cons_{it}^{(3)} + \beta_1^{(3)}TRI_{it-1} + \beta_2^{(3)}TRI_{it} + \beta_3^{(3)}\ln(Assets_{it}) + \beta_4^{(3)}Inflation_t + \beta_5^{(3)}\ln(GDP_t) + \beta_6^{(3)}PPL_{it} + \beta_7^{(3)}AF_{it} + \varepsilon_{it}^{(3)}$$

$$4. Y_{it}^{(4)} = Cons_{it}^{(4)} + \beta_1^{(4)}PRI_{it-1} + \beta_2^{(4)}PRI_{it} + \beta_3^{(4)}\ln(Assets_{it}) + \beta_4^{(4)}Inflation_t + \beta_5^{(4)}\ln(GDP_t) + \beta_6^{(4)}PPL_{it} + \beta_7^{(4)}AF_{it} + \varepsilon_{it}^{(4)}$$

Onde:

- $i=1, \dots, N=861$ bancos que operam no Reino Unido;
- $t=1, \dots, T=17$, sendo representativo do período de 2006 a 2022;
- Y_{it} corresponde às métricas de rentabilidade e risco financeiro $ROA_{it}, ROE_{it}, ZSCORE_{it}, NPL Ratio_{it}$;
- $\ln(Assets_{it}), Inflation_t, \ln(GDP_t), PPL_{it}$ e AF_{it} constituem as variáveis de controlo;
- $Cons_{it}$ é o termo independente da equação, enquanto β_1 a β_6 são definidos como os coeficientes associados às variáveis independentes e de controlo, medindo o efeito de cada uma sobre Y_{it} ;
- ε_{it} corresponde ao termo do erro, o qual é estimado empiricamente através dos resíduos obtidos para cada banco e período.

Para facilitar a interpretação dos resultados, a Tabela 4 apresenta a identificação de cada regressão em função das combinações entre as métricas de rentabilidade e risco financeiro (Y_{it}) e as variáveis independentes:

Métrica Y_{it}	Variável explicativa	Efeito imediato (t)	Variável explicativa	Efeito Retardado (t-1)
ROA	TRI_{it}	Modelo 1	TRI_{it-1}	Modelo 5
	PRI_{it}	Modelo 2	PRI_{it-1}	Modelo 6
ROE	TRI_{it}	Modelo 3	TRI_{it-1}	Modelo 7
	PRI_{it}	Modelo 4	PRI_{it-1}	Modelo 8
NPL	TRI_{it}	Modelo 9	TRI_{it-1}	Modelo 13
Ratio	PRI_{it}	Modelo 10	PRI_{it-1}	Modelo 14
Z-Score	TRI_{it}	Modelo 11	TRI_{it-1}	Modelo 15
	PRI_{it}	Modelo 12	PRI_{it-1}	Modelo 16

Tabela 4- Especificação de cada modelo econométrico estimado

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Análise das Métricas de Rentabilidade

A Tabela 5 apresenta os resultados das oito regressões que medem o impacto do CRI nas variáveis ROA e ROE, utilizadas como indicadores de desempenho financeiro das instituições bancárias no Reino Unido. Para o ROA surgem quatro regressões distintas, (1, 2, 5 e 6) resultantes das combinações de PRI e TRI com as especificações em nível (efeitos imediatos) e com defasagem temporal (efeitos retardados). Analogamente, as outras quatro regressões (3, 4, 7 e 8) referem-se ao ROE. Nos modelos com defasamento (L1) é possível captar os efeitos retardados do risco climático sobre estas métricas.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Variable	ROA	ROA	ROE	ROE	ROA	ROA	ROE	ROE
TRI	-0.0333		-0.3731		0.0140		0.7011	
TRI L1.					-0.1212****		-0.9515**	
PRI		0.0663**		1.6810***		0.0863***		1.6250***
PRI L1.						-0.0789**		-1.5507***
Inflation	0.0128	-0.0047	1.4769***	0.7944***	0.0303**	0.0034	0.9581***	0.6032***
AF	0.0153***	0.0154***	-0.2220***	-0.1817***	0.0132***	0.0163***	-0.1785***	-0.2008***
lnAssets	0.0006***	0.0006***	-0.0062***	-0.0035***	0.0006***	0.0006***	-0.0032***	-0.0054***
lnGDP	0.0004	-0.0014	0.1482***	0.1263***	-0.0013	-0.0022	0.0804**	0.0945***
PPL	-0.0000***	-0.0000***	-0.0000***	-0.0000***	-0.0000***	-0.0000***	-0.0000***	-0.0000***
_cons	-0.0223	0.0519	-5.7626***	-4.9231***	0.0472	0.0813	-3.1012**	-3.6150***
N	3623	3623	3623	3623	3524	3524	3524	3524
r2								
F								

Tabela 5- Resultados das regressões sobre os indicadores de rentabilidade financeira.

Nota: Nível de significância: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

O impacto do CRI no ROA

A análise do impacto das variáveis de risco climático sobre a rentabilidade operacional dos ativos dos bancos (ROA) evidencia efeitos distintos no imediato e com defasagem temporal.

Regressão	Variável	Coefficiente	Significância
1	TRI	-0.0333	Não significativo
2	PRI	0.0663	** p < 0.05
5	TRI (L1)	-0.1212	*** p < 0.01
6	PRI (L1)	-0.0789	** p < 0.05

Tabela 6- Resumo dos coeficientes estimados para as variáveis explicativas no ROA

*Nota: Nível de significância: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01*

A variável representante do risco climático de transição (TRI) apresenta, no imediato, um coeficiente negativo de -0,0333, mas não é estatisticamente significativo, indicando que os choques de transição não têm impacto imediato sobre a rentabilidade operacional, tal como expectável.

No imediato, a variável do risco climático físico (PRI) regista um coeficiente positivo de 0,0663, apresentando um nível de significância a 5%. Este efeito pode ser explicado pela maior necessidade de financiamento após catástrofes naturais e pelos apoios estatais associados, que contribuem para um aumento da atividade bancária no período imediato, aumentando temporariamente a sua rentabilidade operacional, tal como defendido por Nie et al. (2023) e Schubert (2024).

Quando se considera o efeito retardado, observa-se que a variável TRI defasada (TRI L1) apresenta um coeficiente de -0,1212, estatisticamente significativo a 1%, enquanto a PRI defasada (PRI L1) tem um coeficiente de -0,0789, estatisticamente significativo a 5%. Estes resultados denotam que tanto o risco físico como o risco de transição exercem efeitos negativos sobre a rentabilidade operacional, ainda que o efeito imediato seja positivo. Como principal ilação tem-se que os impactos do CRI são mais evidentes nos períodos subsequentes à ocorrência dos eventos climáticos severos.

Posto isto, os resultados obtidos salientam a importância de considerar efeitos retardados ao avaliar os impactos do risco climático no setor bancário, uma vez que os impactos sobre o desempenho operacional podem não ser imediatos, mas acumulam-se ao longo do tempo, comprometendo a rentabilidade futura das instituições bancárias.

O impacto do CRI no ROE

A análise do impacto das variáveis de risco climático sobre a rentabilidade dos capitais próprios dos bancos (ROE) revela efeitos distintos no imediato e ao longo do tempo.

Regressão	Variável	Coefficiente	Significância
3	TRI	-0.3731	Não significativo
4	PRI	1.6810	*** $p < 0.01$
7	TRI (L1)	-0.9515	** $p < 0.05$
8	PRI (L1)	-1.5507	*** $p < 0.01$

Tabela 7- Resumo dos coeficientes estimados para as variáveis explicativas no ROE

*Nota: Nível de significância: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$*

No imediato, a variável correspondente ao risco de transição (TRI) apresenta um coeficiente negativo de -0,3731, embora não seja estatisticamente significativo. Como tal, os choques de transição não têm impacto imediato sobre a rentabilidade dos capitais próprios, como seria expectável. Em contraste, a variável representante do risco físico (PRI) apresenta um coeficiente positivo de 1,6810, estatisticamente significativo ao nível de 1%, sugerindo que as catástrofes naturais podem aumentar temporariamente a rentabilidade dos capitais próprios das instituições bancárias. Este efeito pode refletir uma maior mobilização de recursos e apoios estatais associados a eventos climáticos adversos, promovendo um aumento da atividade bancária no período imediato.

Ao considerar os efeitos retardados, observa-se que a TRI defasada (TRI L1) apresenta um coeficiente negativo de -0,9515, significativo ao nível de 5%, enquanto a PRI defasada (PRI L1) tem um coeficiente de -1.5507, que se mostra estatisticamente significativo a 1%.

Estes resultados indicam que o risco de transição (TRI) exerce um notório efeito negativo sobre a rentabilidade dos capitais próprios nos períodos subsequentes, enquanto o risco físico (PRI), apesar de apresentar impacto positivo no imediato, este torna-se negativo com o passar do tempo.

5.2 Análise das Métricas de Risco Financeiro

Na mesma linha de pensamento, analisam-se agora na Tabela 8 os resultados das oito regressões FGLS dos efeitos do risco climático sobre o *Z-Score* e o *NPL ratio*, enquanto métricas de risco financeiro. Para o *Z-Score* apresentam-se quatro regressões distintas (Regressões 11, 12, 15 e 16), resultantes das combinações de PRI e TRI com as especificações dos efeitos imediatos e retardados, permitindo avaliar a resiliência financeira. Por outro lado, as restantes quatro regressões são referentes ao *NPL ratio* (*Non-Performing Loans*) (Regressões 9, 10, 13 e 14), enquanto métrica do risco de crédito. Nas regressões com desfasamento (L1) é possível identificar efeitos retardados do risco climático sobre estas métricas de estabilidade e risco de crédito.

	9	10	11	12	13	14	15	16
Variable	NPL ratio	NPL ratio	Z-Score	Z-Score	NPL ratio	NPL ratio	Z-Score	Z-Score
TRI	0.1433***		-180.1325***		0.0404		-86.7707***	
TRI L1.					0.2286***		-194.9643***	
PRI		0.0065		-156.0153***		-0.0138		-101.8144***
PRI L1.						0.1224***		-183.5535***
Inflation	0.0300**	0.0657***	-1.6527	-9.0952	-0.0039	0.0548***	25.3659***	6.6051
AF	0.1920***	0.1817***	26.6129***	27.0884***	0.1985***	0.1882***	25.9714***	26.5755***
lnAssets	0.0001	-0.0001	-1.0761***	-1.0265***	0.0000	-0.0002**	-1.1044***	-1.0577***
lnGDP	-0.0091***	-0.0123***	6.5124***	7.5579***	-0.0032	-0.0117***	0.3232	2.6980
PPL	0.0000***	0.0000***	-0.0000	-0.0000**	0.0000***	0.0000***	-0.0000	-0.0000*
_cons	0.3625***	0.4922***	-227.2568***	-269.8506***	0.1256	0.4702***	21.3424	-74.3675
N	3292	3292	3617	3617	3204	3204	3518	3518
r2								
F								

Tabela 8- Resultados das regressões sobre os indicadores de risco financeiro

Nota: Nível de significância: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

O impacto do CRI no NPL ratio

A análise do impacto das variáveis de risco climático sobre a proporção de créditos malparados (NPL) evidencia efeitos distintos no imediato e ao longo do tempo.

Regressão	Variável	Coefficiente	Significância
9	TRI	0.1433	*** p < 0.01
10	PRI	0.0065	Não significativo
13	TRI (L1)	0.2286	*** p < 0.01
14	PRI (L1)	0.1224	*** p < 0.01

Tabela 9- Resumo dos coeficientes estimados para as variáveis explicativas no NPL

*Nota: Nível de significância: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01*

No imediato, a TRI apresenta um coeficiente positivo de 0,1433, estatisticamente significativo ao nível de 1%, indicando que os impactos da transição para uma economia de baixo carbono aumentam imediatamente a proporção de créditos malparados. Este efeito sugere que as mudanças associadas a políticas de transição climática podem gerar dificuldades de adaptação para empresas e clientes, refletindo-se num aumento do risco de incumprimento.

Por outro lado, o PRI apresenta um coeficiente positivo de 0,0065, mas não é estatisticamente significativo, indicando que eventos físicos adversos não afetam imediatamente a proporção dos créditos malparados, o que corrobora as ilações de autores supracitados. Adicionalmente, reforça o facto de o CRI aumentar a rentabilidade operacional aumentar no imediato, podendo ser explicado pelo aumento da concessão de crédito após severos desastres naturais (Nie et al., 2023; Schubert, 2024).

Ao considerar os efeitos retardados, a TRI defasada apresenta um coeficiente de 0,2286, significativo ao nível de 1%, sublinhando que os impactos do risco de transição sobre o NPL ratio se intensificam nos períodos subsequentes. Igualmente significativo ao nível de 1%, a PRI defasada apresenta um coeficiente de 0,1224, indicando que os efeitos do risco físico sobre o risco de incumprimento surgem de forma retardada, refletindo o impacto acumulado de eventos climáticos severos ao longo do tempo.

Estas evidências denotam que tanto o risco de transição quanto o risco físico

contribuem para o aumento da proporção de créditos malparados, com efeitos imediatos mais fortes para a TRI e efeitos retardados significativos tanto para TRI quanto para PRI.

O impacto do CRI no Z-SCORE

A análise do impacto das variáveis de risco climático sobre a estabilidade financeira dos bancos, medida pelo *Z-score*, evidencia efeitos distintos no imediato e ao longo do tempo. O *Z-Score* é um indicador de solvência: valores mais elevados indicam maior estabilidade financeira, enquanto valores mais baixos sinalizam maior risco de falência (Laeven & Levine, 2009; Roy, 1952).

Regressão	Variável	Coefficiente	Significância
11	TRI	-180.1325	*** p < 0.01
12	PRI	-156.0153	*** p < 0.01
15	TRI (L1)	-194.9643	*** p < 0.01
16	PRI (L1)	-183.5535	*** p < 0.01

Tabela 10- Resumo dos coeficientes estimados para as variáveis explicativas no Z-Score

*Nota: Nível de significância: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01*

Numa perspectiva corrente, o TRI apresenta um coeficiente negativo de -180,1325, estatisticamente significativo ao nível de 1%, indicando que choques de transição reduzem imediatamente a estabilidade financeira dos bancos. Este efeito sugere que políticas de transição climática podem aumentar o risco de insolvência. O PRI apresenta um coeficiente negativo de -194.9643, também significativo ao nível de 1%, revelando que eventos climáticos adversos diminuem imediatamente o *Z-score*, comprometendo a robustez financeira das instituições.

Considerando os efeitos retardados, o TRI defasado apresenta um coeficiente de -235,2633, significativo a 1%, evidenciando que o impacto do risco de transição sobre a estabilidade financeira se intensifica nos períodos subsequentes. O PRI defasado apresenta um coeficiente de -183.5535, igualmente significativo a 1%, indicando que os efeitos do risco físico sobre o *Z-Score* surgem de forma retardada, refletindo o impacto acumulado de eventos climáticos severos sobre a solvência dos bancos ao longo do tempo.

Este padrão demonstra que tanto o risco de transição quanto o risco físico reduzem a estabilidade financeira dos bancos, com efeitos imediatos significativos e impactos retardados ainda mais pronunciados.

5.3 Discussão de resultados

Posto isto, estão reunidas condições para se discutirem os resultados obtidos e compará-los com as hipóteses formuladas. Os resultados obtidos através da análise empírica demonstram que tanto o PRI como o TRI exercem um impacto significativo, ainda que diferenciado, sobre o risco financeiro e a rentabilidade financeira das instituições bancárias do Reino Unido.

O PRI apresenta um padrão de impacto assimétrico face ao tempo. Numa primeira fase, o PRI afeta o ROA e o ROE de forma positiva. Este fenómeno pode ser justificado pelo apoio estatal imediato mobilizado aquando da ocorrência de catástrofes, o qual injeta liquidez e mitiga as perdas iniciais das instituições, contribuindo para o aumento do seu resultado operacional, o que é congruente com as ilações de Nie et al. (2023) e Schubert (2024).

Todavia, nos períodos subsequentes, o efeito reverte-se, impactando negativamente o ROA e o ROE, denotando a quebra da sua atividade operacional, fruto do desgaste dos ativos que constituíram as garantias dos créditos e do aumento da probabilidade de incumprimento dos empréstimos anteriormente concedidos, corroborando as conclusões de Xu et al. (2024) e Batten et al. (2016).

O TRI assume uma posição que só se torna estatisticamente significativa nos períodos subsequentes. Numa primeira fase, no imediato, o impacto sobre o ROA e o ROE revela-se negativo, mas não atinge a significância estatística. Esta ausência de significância imediata sugere que os custos reais da transição demoram a impactar de forma substancial a performance financeira. Adicionalmente, este efeito atenuado pode ser justificado pelas atividades de *greenwashing* e da ênfase inicial nos “créditos verdes”, que, embora não gerando um benefício líquido positivo, conseguem temporariamente diluir o impacto total dos riscos iminentes. Ainda assim, numa ótica temporal diferida, o efeito negativo do TRI

materializa-se e atinge significância estatística, tanto no ROA como no ROE, afetando de forma negativa e duradoura a rentabilidade operacional e dos capitais próprios das instituições.

Vejamos então as principais ilações fruídas dos resultados empíricos obtidos:

Hipótese	Resultado
H1a: O risco climático de transição tem um efeito negativo sobre a rentabilidade dos ativos (ROA) dos bancos do Reino Unido.	Hipótese parcialmente validada
H1b: O risco climático físico tem um efeito negativo sobre a rentabilidade dos ativos (ROA) dos bancos do Reino Unido.	Hipótese rejeitada
H2a: O risco climático de transição exerce um efeito negativo sobre a rentabilidade dos capitais próprios (ROE) dos bancos do Reino Unido.	Hipótese parcialmente validada
H2b: O risco climático físico tem um efeito negativo sobre a rentabilidade dos capitais próprios (ROE) dos bancos do Reino Unido.	Hipótese rejeitada

Tabela 11- Resumo das hipóteses validadas

No domínio do risco financeiro, o PRI demonstra ter um impacto diferido: em períodos subsequentes, afeta positivamente e de forma estatisticamente significativa a proporção dos créditos malparados (NPL). A crescente deterioração da qualidade da carteira de crédito é coerente com a diminuição do ROA observada no mesmo horizonte temporal. É importante salientar que este efeito sobre o NPL não se verifica no imediato, o que se pode justificar pelas ajudas e injeções de liquidez imediatas. Adicionalmente, no que diz respeito à estabilidade financeira, o PRI afeta negativa e significativamente o *Z-score*, evidenciando a redução acentuada da capacidade de solvência das instituições bancárias do Reino Unido.

O TRI, por seu turno, revela um impacto negativo e significativo nas métricas de risco e estabilidade financeira. No que respeita ao risco de crédito, o TRI contribui para um aumento estatisticamente significativo da proporção dos créditos malparados. Analogamente, na vertente da estabilidade financeira, afeta negativa e significativamente o *Z-score*.

Estes resultados refletem uma redução da capacidade de solvência, realçando os riscos inerentes ao financiamento de setores e ativos vulneráveis à reestruturação energética e regulamentar e, por conseguinte, que a incerteza e os custos associados à transição energética comprometem a estabilidade financeira geral das instituições bancárias do Reino Unido. Desta forma, atente-se às principais conclusões do estudo empírico:

Hipótese	Resultado
H3a: O risco climático de transição aumenta a proporção de créditos malparados dos bancos do Reino Unido.	Hipótese validada
H3b: O risco climático físico aumenta a proporção de créditos malparados dos bancos do Reino Unido	Hipótese parcialmente validada
H4a: O risco climático de transição o reduz a estabilidade financeira dos bancos do Reino Unido.	Hipótese validada
H4b: O risco climático físico diminui a estabilidade financeira dos bancos do Reino Unido.	Hipótese validada

Tabela 12- Resumo das hipóteses validadas

6. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES DO ESTUDO E NOVAS OPORTUNIDADES DE INVESTIGAÇÃO

O presente estudo permitiu analisar os efeitos do risco climático, tanto de transição (TRI) quanto o físico (PRI), sobre a rentabilidade e a estabilidade financeira das instituições bancárias que operam no Reino Unido. Os resultados evidenciam que, ao nível da rentabilidade operacional (ROA), o risco físico exerce, no imediato, um impacto positivo, possivelmente associado ao aumento da procura por financiamento e ao apoio estatal subsequente a eventos climáticos severos. Todavia, os efeitos defasados quando considerados, denotam que tanto o risco climático de transição como o risco climático físico contribuem para a deterioração da rentabilidade operacional, ressalvando que o impacto inicial positivo é meramente temporário. No que concerne à rentabilidade sobre os capitais próprios (ROE), verifica-se que o risco climático físico apresenta efeitos imediatos positivos e estatisticamente significativos, embora não sustentados ao longo do tempo. Por outro lado, o risco climático de transição exerce um relevante impacto negativo nos períodos subsequentes, pronunciando a maior vulnerabilidade destas instituições perante os custos de adaptação às exigências regulatórias.

Verifica-se que tanto o risco de transição como o físico aumentam a taxa de incumprimento, refletida pelo aumento dos NPL quer de forma imediata quer de forma retardada, de onde se infere a ligação intrínseca entre risco climático e a deterioração da qualidade dos ativos bancários. Relativamente à estabilidade financeira, medida pelo *Z-score*, os resultados confirmam de forma robusta que ambos os riscos reduzem significativamente a capacidade de solvência dos bancos, tanto no imediato como nos períodos seguintes, evidenciando o carácter sistémico e cumulativo destes choques sobre a estabilidade do setor.

Em síntese, o risco físico e de transição apresentam-se como fatores capazes de comprometer de forma duradoura a performance e a resiliência financeira das instituições bancárias. Estes elementos sublinham a importância de integrar as considerações climáticas nos modelos de gestão de risco, nas práticas de supervisão e nas estratégias de longo prazo do setor financeiro, com o intuito de reforçar a capacidade de resposta a eventos climáticos cada vez mais frequentes e intensos.

Não obstante à relevância dos contributos do estudo empírico, importa reconhecer as limitações do mesmo. A principal prende-se com a base de dados utilizada, que apresenta algumas lacunas, fruto da inexistência de dados para alguns anos ou bancos, limitando a consistência das estimativas e condicionando a robustez das inferências.

A estas restrições soma-se ainda a limitação temporal da análise, que apesar de ser bastante abrangente ao compreender dados entre 2006 e 2022, importa salientar a indisponibilidade de dados mais recentes de forma suficientemente completa, o que limitou a avaliação da evolução mais atual do setor bancário face ao risco climático. Ademais, a ausência de dados de mercado relativos à cotação em bolsa dos bancos da amostra, impossibilitou a inclusão da dimensão do risco de mercado na análise. Por este motivo, as medidas agregadas de risco utilizadas, embora sendo adequadas, não captam toda a complexidade e heterogeneidade do objeto de estudo. Reconhecem-se ainda potenciais limitações decorrentes de possíveis problemas de endogeneidade associados ao método FGLS. Neste sentido, para avaliar a robustez dos resultados, estimou-se um painel dinâmico pelo *Generalized Method of Moments* (GMM). Apesar da similaridade dos resultados entre ambos os métodos, o FGLS apresentou maior consistência e adequação ao contexto em análise.

Estas limitações, porém, abrem espaço para novas oportunidades de investigação. Futuras análises poderão beneficiar da incorporação da questão do Brexit, através da inclusão de variáveis *dummy* para os períodos pré e pós-Brexit. Adicionalmente, beneficiar-se-ia da avaliação do impacto do risco climático sobre o risco de mercado, refletido na perceção dos investidores através da evolução das cotações das ações dos bancos do Reino Unido. Outra oportunidade futura passará pela utilização da CPU, permitindo capturar de forma mais direta a incerteza da política climática.

Por fim, tem-se como principal ilação que o risco climático influencia de forma significativa a rentabilidade e a estabilidade do setor bancário do Reino Unido, o que constitui um contributo empírico relevante para a literatura. Tal constatação evidencia a necessidade premente de acautelar as práticas de gestão financeira, num contexto em que o risco climático assume uma importância absolutamente incontornável.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alessi, L., Di Girolamo, E. F., Pagano, A., & Giudici, M. P. (2024). Accounting for climate transition risk in banks' capital requirements. *Journal of Financial Stability*, 73, 101269. <https://doi.org/10.1016/J.JFS.2024.101269>
- Alessi, L., Ossola, E., & Panzica, R. (2021). What greenium matters in the stock market? The role of greenhouse gas emissions and environmental disclosures. *Journal of Financial Stability*, 54, 100869. <https://doi.org/10.1016/J.JFS.2021.100869>
- Bai, J., Choi, S. H., & Liao, Y. (2021). Feasible generalized least squares for panel data with cross-sectional and serial correlations. *Empirical Economics*, 60(1), 309–326. <https://doi.org/10.1007/S00181-020-01977-2>
- Balint, T., Lamperti, F., Mandel, A., Napoletano, M., Roventini, A., & Sapio, A. (2017). Complexity and the Economics of Climate Change: A Survey and a Look Forward. *Ecological Economics*, 138, 252–265. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2017.03.032>
- Bank of England. (2021). *Results of the 2021 Climate Biennial Exploratory Scenario (CBES) | Bank of England*. <https://www.bankofengland.co.uk/stress-testing/2022/results-of-the-2021-climate-biennial-exploratory-scenario>
- Basel Committee on Banking Supervision (BCBS). (2008). *Principles for Sound Liquidity Risk Management and Supervision*. <https://www.bis.org/publ/bcbs144.htm>
- Basel Committee on Banking Supervision (BCBS). (2021). *Climate-related risk drivers and their transmission channels*. <https://www.bis.org/bcbs/publ/d517.htm>
- Basel Committee on Banking Supervision (BCBS). (2000). *Principles for the Management of Credit Risk*. <https://www.bis.org/publ/bcbs75.pdf>
- Batten, S., Sowerbutts, R., & Tanaka, M. (2016). *Let's Talk About the Weather: The Impact of Climate Change on Central Banks*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2783753>
- Battiston, S., Dafermos, Y., & Monasterolo, I. (2021). Climate risks and financial stability. *Journal of Financial Stability*, 54, 100867. <https://doi.org/10.1016/J.JFS.2021.100867>
- Battiston, S., Mandel, A., Monasterolo, I., Schütze, F., & Visentin, G. (2017). A climate stress-test of the financial system. *Nature Climate Change* 2017 7:4, 7(4), 283–288. <https://doi.org/10.1038/nclimate3255>
- Beck, R., Jakubik, P., & Piloju, A. (2013). Non-performing loans What matters in addition to the economic cycle? (Working Paper No. 1515). *European Central Bank*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2214971>

- Bernstein, A., Gustafson, M. T., & Lewis, R. (2019). Disaster on the horizon: The price effect of sea level rise. *Journal of Financial Economics*, *134*(2), 253–272. <https://doi.org/10.1016/J.JFINECO.2019.03.013>
- Birindelli, G., Bonanno, G., Dell’Atti, S., & Iannuzzi, A. P. (2022). Climate change commitment, credit risk and the country’s environmental performance: Empirical evidence from a sample of international banks. *Business Strategy and the Environment*, *31*(4), 1641–1655. <https://doi.org/10.1002/BSE.2974>
- Bolton, P., Despres -Luiz, M., Pereira, A., Silva, D. A., Samama -, F., & Svartzman, R. (2020). The green swan - Central banking and financial stability in the age of climate change. *Bank for International Settlements*. <https://www.bis.org/publ/othp31.pdf>
- Boyd, J. H., & Prescott, E. C. (1986). Financial intermediary-coalitions. *Journal of Economic Theory*, *38*(2), 211–232. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(86\)90115-8](https://doi.org/10.1016/0022-0531(86)90115-8)
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, *47*(5), 1287. <https://doi.org/10.2307/1911963>
- Bua, G., Kapp, D., Ramella, F., & Rognone, L. (2024). Transition versus physical climate risk pricing in European financial markets: a text-based approach. *The European Journal of Finance*, *30* (17), 2076–2110. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2024.2355103>
- Bunten, D., & Kahn, M. E. (2014). The impact of emerging climate risks on urban real estate price dynamics (NBER Working Paper No. 20018). *National Bureau of Economic Research*. <https://doi.org/10.3386/w20018>
- Campiglio, E. (2016). Beyond carbon pricing: The role of banking and monetary policy in financing the transition to a low-carbon economy. *Ecological Economics*, *121*, 220–230. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2015.03.020>
- Campiglio, E., Dafermos, Y., Monnin, P., Ryan-Collins, J., Schotten, G., & Tanaka, M. (2018). Climate change challenges for central banks and financial regulators. *Nature Climate Change* *2018* 8:6, *8*(6), 462–468. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0175-0>
- Ciaponi, G., Dalbon, F., Fabris, P., Frigerio, C., Longobardi, E. M., Lucernati, R., Scarpino, I. P., Repetto, E., & Terrizzano, F. (2023). Reputational Risk for financial institutions: a proposal of quantitative approach. *RISK MANAGEMENT MAGAZINE*, *16*, 50–68. <https://doi.org/10.47473/2016rrm>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research desing: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. In *Sage Publications* (5th ed.). Sage Publications.

- Cubillas, E., & Suárez, N. (2013). Bank market power after a banking crisis: Some international evidence. *The Spanish Review of Financial Economics*, 11(1), 13–28. <https://doi.org/10.1016/J.SRFE.2013.04.001>
- De Bandt, O., Hartmann, P., & Peydró, J. L. (2012). Systemic Risk in Banking: An Update. *The Oxford Handbook of Banking*. <https://doi.org/10.1093/OXFORDHB/9780199640935.013.0025>
- Deryugina, T., Hsiang, S. M., Auffhammer, M., Burke, M., Carleton, T., Dell, M., Greenstone, M., Jina, A., Miguel, E., Neidell, M., Reif, J., Schlenker, W., Schmalensee, R., Stock, J., Tompsett, A., & Walker, R. (2014). Does the Environment Still Matter? Daily Temperature and Income in the United States. *NBER Working Paper No. 20750*. <https://doi.org/10.3386/W20750>
- Dewenter, K. L., & Hess, A. C. (2006). International Evidence on Relationship and Transactional Banks as Delegated Monitors. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.890737>
- Dietz, S., Bowen, A., Dixon, C., & Gradwell, P. (2016). ‘Climate value at risk’ of global financial assets. *Nature Climate Change* 2016 6:7, 6(7), 676–679. <https://doi.org/10.1038/nclimate2972>
- Drukker, D. M. (2003). Testing for Serial Correlation in Linear Panel-data Models. *He Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 3(2), 168–177. <https://doi.org/10.1177/1536867X0300300206>
- Duttweiler, R. (2009). Managing Liquidity in Banks: A Top Down Approach. *Business, Economics*, 1–285. <https://doi.org/10.1002/9781119206415>
- European Central Bank. (2009). The Concept of Systemic Risk. In *ECB Banking Supervision*. https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/fsr/art/ecb.fsrart200912_02.en.pdf
- European Central Bank. (2017). Guidance to banks on non-performing loans. *ECB Banking Supervision*. https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/guidance_on_npl.en.pdf
- European Central Bank. (2020). Guide on climate-related and environmental risks: Supervisory expectations relating to risk management and disclosure. In *ECB Banking Supervision*. <https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.202011finalguideonclimate-relatedandenvironmentalrisks~58213f6564.en.pdf>
- European Central Bank. (2022). 2022 climate risk stress test. In *ECB Banking Supervision*. https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.climate_stress_test_report.20220708~2e3cc0999f.en.pdf

- Fan, M., Mo, Z., Fu, H., Wu, T. H., Chen, Z., & He, Y. (2024). Does climate policy uncertainty matter for bank value? *Economic Change and Restructuring*, 57, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10644-024-09651-8>
- Fankhauser, S., & Tol, R. S. J. (2005). On climate change and economic growth. *Resource and Energy Economics*, 27(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/J.RESENEECO.2004.03.003>
- Galati, G., & Moessner, R. (2011). Macroprudential Policy - A Literature Review (Working Paper No. 337). In *Bank for International Settlements*. <https://ssrn.com/abstract=1858689>
- Greene, W. H. (2018). *Econometric analysis (8th ed.)*. Pearson Education.
- Hull, J. (2023). *Risk management and financial institutions (6th ed.)*. Wiley Finance Series.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.*, 35–115. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- International Association of Insurance Supervisors (IAIS). (2018). *Issues Paper on Climate Change Risks to the Insurance Sector*. <https://www.iais.org/uploads/2022/01/180727-SIF-IAIS-Issues-Paper-on-Climate-Changes-Risk.pdf>
- Ji, Q., Ma, D., Zhai, P., Fan, Y., & Zhang, D. (2024). Global climate policy uncertainty and financial markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 95, 102047. <https://doi.org/10.1016/J.INTFIN.2024.102047>
- Jung, H., Santos, J. A. C., & Seltzer, L. (2024). U.S. banks' exposures to climate transition risks. *FRB of New York Staff Report No. 1058, Rev. January 2024*. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4411661>
- Khalfaoui, R., Mefteh-Wali, S., Viviani, J. L., Ben Jabeur, S., Abedin, M. Z., & Lucey, B. M. (2022). How do climate risk and clean energy spillovers, and uncertainty affect U.S. stock markets? *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 122083. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2022.122083>
- Laeven, L., & Levine, R. (2009). Bank governance, regulation and risk taking. *Journal of Financial Economics*, 93(2), 259–275. <https://doi.org/10.1016/J.JFINECO.2008.09.003>
- Larcker, D. F., & Watts, E. M. (2019). Where's the Greenium? *SSRN Electronic Journal*.

<https://doi.org/10.2139/SSRN.3333847>

- Levine, R. (1997). Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda on JSTOR. In *Journal of Economic Literature: Vol. XXXV*.
- Levine, R., Aghion, P., Beck, T., Boyd, J., Carkovic, M., Demirguc-Kunt, A., Kareken, J., Laeven, L., Rajan, R., Smith, B., & Zingales, L. (2004). FINANCE AND GROWTH: THEORY AND EVIDENCE (NBER Working Paper No. 10766). *Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research*. <https://doi.org/10.3386/w10766>
- Macrory Richard. (2021). The UK and Brexit – Environmental opportunity or disaster? *The Opole Studies in Administration and Law*, 19(2), 69–86. <https://doi.org/10.25167/OSAP.4273>
- Mishkin, F. S. ., & Eakins, S. G. . (2018). *Financial markets and institutions (7th Edition)*. McGraw-Hill Education.
- Monasterolo, I., & De Angelis, L. (2019). Are Financial Markets Pricing Carbon Risks After the Paris Agreement? An Assessment of Low-Carbon and Carbon-Intensive Stock Market Indices. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.3298298>
- Moody's Analytics. (2025). *BankFocus (Orbis banking database)*. <https://www.moody's.com/web/en/us/capabilities/company-reference-data/orbis.html>
- Morana, C., & Sbrana, G. (2019). Climate change implications for the catastrophe bonds market: An empirical analysis. *Economic Modelling*, 81, 274–294. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.04.020>
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., & et al. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463, 747–756. <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- Müller, C., Busch, M. O., Sarmiento, M., & Pinzon-Puerto, F. (2025). Fragile wholesale deposits, liquidity risk, and banks' maturity transformation (BIS Working Papers No 1263). *Bank for International Settlements*. <https://www.bis.org/publ/work1263.htm>
- Natasha Chaudhary. (2024). *From Stranded Assets to Assets-at-Risk: Reframing the narrative for European private financial institutions*. <https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2024/06/From-Stranded-Assets-to-Assets-at-Risk.pdf>
- Network for Greening the Financial System (NGFS). (2019). *A call for action : Climate change as a source of financial risk*. https://www.ngfs.net/system/files/import/ngfs/medias/documents/ngfs_first_comprehensive_report_-_17042019_0.pdf
- Nguyen, D. D., Ongena, S., Qi, S., & Sila, V. (2022). Climate Change Risk and the Cost of

- Mortgage Credit. *Review of Finance*, 26(6), 1509–1549.
<https://doi.org/10.1093/ROF/RFAC013>
- Nguyen, H. (2023). *Credit Risk and Financial Performance of Commercial Banks: Evidence from Vietnam*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.08217>
- Nie, O., Regelink, M., & Wang, D. (2023). Banking Sector Risk in the Aftermath of Climate Change and Environmental-Related Natural Disasters. *Policy Research Working Papers; 10326 World Bank*. <http://hdl.handle.net/10986/39641>
- Office for National Statistics (ONS). (2024). *Economy - Office for National Statistics (ONS) do Reino Unido*. <https://www.ons.gov.uk/economy>
- Pindyck, R. S. (2013). Climate Change Policy: What Do the Models Tell Us? *Journal of Economic Literature*, 51(3), 860–872. <https://doi.org/10.1257/JEL.51.3.860>
- Pindyck, R. S. (2020). *What We Know and Don't Know about Climate Change, and Implications for Policy*. <https://doi.org/10.3386/W27304>
- Piserà, S. (2024). Hidden effects of Brexit. *Research in International Business and Finance*, 67, 102158. <https://doi.org/10.1016/J.RIBAF.2023.102158>
- Puzanova, N., & Düllmann, K. (2013). Systemic risk contributions: A credit portfolio approach. *Journal of Banking & Finance*, 37(4), 1243–1257. <https://doi.org/10.1016/J.JBANKFIN.2012.11.017>
- Ross, S. A. ., Westerfield, Randolph., & Jordan, B. D. . (2019). *Fundamentals of corporate finance*. New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Roy, A. D. (1952). Safety First and the Holding of Assets. *Econometric Society*, 20(3), 431–449. <https://doi.org/10.2307/1907413>
- Schubert, V. (2024). *Recovery Lending after Natural Disasters*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4703598>
- Semieniuk, G., Campiglio, E., Mercure, J. F., Volz, U., & Edwards, N. R. (2021). Low-carbon transition risks for finance. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(1). <https://doi.org/10.1002/WCC.678>
- Stern, N. (2007). The Economics of Climate Change: The Stern Review. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, 9780521877251, 1–692. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511817434>
- Stern, N. (2013). The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risk onto Already Narrow Science Models. *Journal of Economic Literature*, 51(3), 838–859.

<https://doi.org/10.1257/JEL.51.3.838>

- Suborna Barua. (2020). *Principles of Green Banking: Managing Environmental Risk and Sustainability* (Moorad Choudhry Global Banking, Ed.).
- Svartzman, R., Bolton, P., Despres, M., Pereira Da Silva, L. A., & Samama, F. (2021). Central banks, financial stability and policy coordination in the age of climate uncertainty: a three-layered analytical and operational framework. *Climate Policy*, 21(4), 563–580. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1862743>
- Tedeschi, M., Foglia, M., Bourri, E., & Dai, P. F. (2024). How does climate policy uncertainty affect financial markets? Evidence from Europe. *Economics Letters*. <https://doi.org/10.1016/J.ECONLET.2023.111443>
- Thompson, B. (2006). Foundations of behavioral statistics: An insight-based approach. In Guilford Press (Ed.), *New York: Guilford*. <https://doi.org/1-59385-285-1>
- Treepongkaruna, S., Chan, K. F., & Malik, I. (2023). Climate policy uncertainty and the cross-section of stock returns. *Finance Research Letters*, 55, 103837. <https://doi.org/10.1016/J.FRL.2023.103837>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). United Nations Framework Convention on Climate Change. In *Paris: United Nations*. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf>
- Walker, W. E., Harremoës, P., Rotmans, J., Sluijs, J. P. van der, Asselt, M. B. A. van, Janssen, P., & Krauss, M. P. K. von. (2003). Defining Uncertainty: A Conceptual Basis for Uncertainty Management in Model-Based Decision Support. *Integrated Assessment*, 4(1), 5–17. <https://doi.org/10.1076/IAIJ.4.1.5.16466>
- Walter, J. R. (1991). Loan Loss Reserves. *Economic Review, Richmond: Federal Reserve Bank of Richmond*, 77(3).
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data (2nd ed.)*. The MIT Press. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhcfr>
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory Econometrics. A Modern Approach (6th ed.)*. Cengage Learning.
- World Bank. (2020). Global Financial Development Report 2019/2020: Bank Regulation and Supervision a Decade after the Global Financial Crisis. *Washington, DC: World Bank*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1447-1>
- World Meteorological Organization. (2025). *Global Annual to Decadal Climate Update 2025-2029*. https://wmo.int/sites/default/files/2025-05/WMO_GADCU_2025-2029_Final.pdf

Xu, X., Ren, X., & He, F. (2024). Climate policy uncertainty and bank liquidity creation. *Finance Research Letters*, 65, 105403.
<https://doi.org/10.1016/J.FRL.2024.105403>

8. ANEXOS

	11	12	15	16
Variable	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score
TRI	-238.9129***		-128.1902***	
TRI L1.			-208.1734***	
PRI		-215.7290***		-148.9220***
PRI L1.				-225.2478***
Inflation	-24.6326***	-17.5946*	13.0080	-2.0447
lnAssets	-1.9708***	-1.7626***	-1.9015***	-1.7761***
lnGDP	11.9708***	10.8564***	3.4948*	4.0205**
PPL	0.0000***	0.0000	0.0000***	0.0000
_cons	-428.2020***	-387.1356***	-89.8266	-112.6025
N	3617	3617	3518	3518
r2				
F				

Tabela 13- Resultados das regressões das métricas de risco financeiro sem a variável de controlo Autonomia Financeira (AF)

Nota: Nível de significância: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$



Instituto Politécnico de Tomar

www.ipt.pt