

TESTE DE ESTRESSE – RESILIÊNCIA FINANCEIRA AOS RISCOS CLIMÁTICOS DE
UMA INSTITUIÇÃO FINANCEIRA^{1*}

**STRESS TEST - FINANCIAL RESILIENCE TO CLIMATE RISKS OF A
FINANCIAL INSTITUTION**

Gabriele Ivanoff Santos^{2**}
Máris Caroline Gosmann^{3***}

RESUMO

As consequências das mudanças climáticas podem acarretar implicações sociais e econômicas ameaçando a estabilidade do sistema financeiro, e por consequência, à sociedade. Considerando as instituições financeiras como principais responsáveis pelo fomento ao desenvolvimento da economia, variáveis que ameacem a conservação do sistema devem ser identificadas e analisadas. A mensuração e mitigação dos riscos climáticos está sendo priorizada pelas regulamentações nacionais e internacionais de gerenciamento dos riscos sociais, ambientais e climáticos. A abordagem deste estudo considera a aplicação de um teste de estresse, através da atribuição de valores de impacto na carteira de agronegócio de uma instituição financeira, considerando os riscos de suficiência de água, a aptidão térmica e variações da área disponível para produtividade, de cada cultura e região, para os anos de 2030 e 2050. O teste de estresse nos mostra que o impacto frente às estimativas de perda relacionadas à aplicação de variáveis climáticas nas diferentes regiões do Brasil, é baixo. Ou seja, as alterações climáticas que poderão decorrer nos anos de 2030 e 2050 não afetam de forma significativa o crescimento da carteira de crédito do agronegócio da instituição financeira analisada. Este estudo contribuiu para a literatura nacional referente a aplicação de teste de estresse de riscos climáticos no setor bancário, bem como instigar estudos futuros que considerem cenários de riscos físicos e de transição cada vez mais atualizados e aderentes às mudanças climáticas de acordo com cada região do Brasil.

Palavras-chave: Teste de Estresse. Resiliência Financeira. Risco Climático. Mudanças Climáticas.

ABSTRACT

The consequences of climate change can have social and economic implications, threatening the stability of the financial system and, consequently, society. Considering financial

^{1*} Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, no primeiro semestre de 2022, ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis.

^{2**} Graduanda do curso de Ciências Atuariais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (gabrieleivanoff@gmail.com).

^{3***} Orientadora. Doutora em Ciências Contábeis (UFRJ). Mestre em Atuária pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Professora Adjunta do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da UFRGS. (maris.caroline.gosmann@gmail.com).

institutions as the main responsible for promoting the development of the economy, variables that threaten the preservation of the system must be identified and analyzed. The measurement and mitigation of climate risks is being prioritized by national and international regulations for managing social, environmental and climate risks. The approach of this study considers the application of a stress test, by assigning impact values on the agribusiness portfolio of a financial institution, considering the risks of water sufficiency, thermal aptitude and variations in the area available for productivity, of each culture and region, for the years 2030 and 2050. The result of the stress test shows us that the impact on the loss estimates related to the application of climate variables in the different regions of Brazil is low. That is, the climate changes that may occur in the years 2030 and 2050 do not significantly affect the growth of the agribusiness credit portfolio of the analyzed financial institution. This study contributed to the national literature regarding the application of stress testing of climate risks in the banking sector, as well as instigating future studies that consider physical and transition risk scenarios that are increasingly updated and adherent to climate change according to each region of the world. Brazil.

Keywords: Stress Test. Financial Resilience. Climate Risk. Climate changes.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o impacto das mudanças climáticas está sendo o foco de discussões globais e está desencadeando ações em diversos setores na tentativa de mitigação das interferências humanas nesse risco. A partir disto, em 2015 foi composto um regime internacional, com mais de 195 países signatários, com objetivo de estabilizar o sistema climático global e conter o aquecimento da temperatura do planeta, causado por emissões de Gases Efeito Estufa (GEE), sendo este denominado Acordo de Paris (FERNANDES, SOUZA, 2017).

Neste tratado, cada país deverá cumprir diversas ações para diminuir a Pegada de Carbono, termo que se refere à quantificação direta das emissões de GEE, sendo esta proveniente de serviços e processos produtivos, ou à quantificação indireta que é relacionada à cadeia de valor de cada bem de uso (ANDRADE, 2010). As ações estipuladas variam conforme as contribuições históricas de emissões de cada país, na atmosfera.

A partir dessas definições foram estabelecidas diversas frentes de abordagem para o desenvolvimento das ações, sendo uma delas o setor financeiro. Segundo o Acordo, os recursos financeiros deverão mobilizar o financiamento climático, visando o equilíbrio entre adaptação, continuidade das estratégias adotadas e mitigação dos riscos. (ACORDO DE PARIS, 2015). A mitigação destes fatores tem como objetivo minimizar as perdas e danos que podem estar relacionados aos efeitos dessa transição para uma economia de baixo carbono. Sendo assim, além das exigências relacionadas ao fomento de atividades sustentáveis, também será

necessário quantificar com o objetivo de reduzir as possíveis perdas atreladas às ações estabelecidas.

Considerando o ingresso do Brasil a este compromisso e o impacto causado pelas instituições financeiras no fomento de diversos setores e atividades, o Banco Central do Brasil (BCB), ao atualizar os normativos referente ao gerenciamento de riscos dentro das instituições financeiras, em 2021, iniciou a inserção de tópicos para início das mensurações de impacto decorrente das mudanças climáticas dentro da carteira de crédito dos bancos nacionais.

A exigência que compõe a nova regulação tem como princípio a metodologia do teste de estresse, conforme exigências de regulações prudenciais, com base nas recomendações de Basileia, que tem como objetivo a busca pelo fomento de boas práticas bancárias visando a estabilidade do sistema (BRASIL. Banco Central do Brasil, 2023).

A resolução CMN 4.943 de 2021 dispõe sobre a estrutura de gerenciamento de riscos no sistema bancário e traz em seu arcabouço a necessidade de as instituições financeiras realizarem uma análise de cenários no âmbito do programa de teste de estresse, de forma que exista a sensibilização das variáveis relacionadas às mudanças em padrões climáticos, bem como para a de transição para uma economia de baixo carbono. A exigência é que a metodologia seja aplicada nos moldes da resolução CMN 4.557 de 2017, que define o objetivo do teste de estresse, sendo este o de avaliação dos potenciais impactos de eventos adversos e como a instituição se comporta frente a estes choques na carteira ou portfólio específico.

Quanto ao cenário internacional, a aplicação de testes de estresse de riscos climáticos tem sido cada vez mais comum, como uma forma de avaliar a resiliência financeira das instituições frente aos riscos decorrentes das mudanças climáticas. A organização Carbon Tracker em 2021 analisou 20 grandes bancos globais e concluiu que a maioria deles está subestimando os riscos climáticos em suas carteiras de empréstimos e investimentos, o que poderia levar a perdas financeiras significativas no futuro. O teste de estresse de risco climático, portanto, se torna uma ferramenta importante para identificar possíveis vulnerabilidades e permitir que as instituições financeiras implementem medidas para mitigar os riscos (CARBON TRACKER, 2020).

Sendo esse cenário como uma problemática e uma oportunidade, a questão problema deste estudo é: **qual mensuração é possível para a resiliência de uma instituição financeira frente aos riscos climáticos?** O objetivo geral é mensurar os impactos provenientes das alterações climáticas na carteira de crédito do agronegócio de um banco, por meio de uma análise de cenários, que permitiu avaliar os possíveis efeitos e riscos atrelados a variações

simultâneas ao longo de um determinado período de tempo. Para tanto, a aplicação de teste de estresse como metodologia aparece indicada na literatura internacional.

Os objetivos específicos compreendem: descrever o setor financeiro, focando no setor bancário, e a seu envolvimento com os riscos climáticos; apresentar os elementos básicos de interesse dos investidores relativos aos riscos climáticos: governança, estratégia, gerenciamento de riscos e metas e métricas; relacionar a carteira de crédito do caso selecionado com os riscos climático; analisar e considerar os resultados finais do teste de estresse com possibilidade de extrapolação para utilização, como modelo, por outras instituições do setor financeiro.

Portanto, considerando a relevância cada vez mais em destaque dos processos mitigatórios dos riscos climáticos, os conflitos que a circundam a discussão acerca de riscos climáticos existem a ponto de ser necessária a intervenção regulatória. Intervenção esta que pode ser feita através da demanda regulatória pela realização de testes, entre eles os testes de estresse para riscos climáticos. A adoção de um teste, como o proposto neste estudo, traz a justificativa para isto, pois as implicações dos riscos podem ameaçar a estabilidade financeira, a manutenção dos sistemas que sustentam a vida e a democracia no mundo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E CLIMÁTICOS EM UMA INSTITUIÇÃO FINANCEIRA

O gerenciamento dos riscos sociais, ambientais e climáticos é uma prática cada vez mais importante para as instituições financeiras. Com o aumento da preocupação da sociedade e dos governos com questões socioambientais, as instituições financeiras precisam estar atentas aos riscos associados a esses temas e adotar medidas para mitigá-los (BANCO MUNDIAL, 2009).

Segundo a United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEPFI), uma iniciativa global de colaboração entre instituições financeiras e as Nações Unidas, a gestão de riscos é a base para a tomada de decisões responsáveis e sustentáveis. Esse processo auxilia as instituições financeiras a aprimorar sua compreensão sobre seus impactos e oportunidades, além de lidar com as incertezas e volatilidades que estão associadas aos projetos de desenvolvimento.

Em relação aos riscos sociais, as instituições financeiras devem avaliar como suas atividades podem afetar as comunidades locais, os direitos humanos e a diversidade. Isso inclui questões como o respeito aos direitos trabalhistas, a inclusão social e a equidade de gênero. Além disso, devem estar atentas ao impacto social de seus investimentos, garantindo que suas ações não contribuam para práticas prejudiciais à sociedade.

Já em relação aos riscos ambientais, que pode ser definido pela possibilidade das atividades fomentadas por uma instituição possa ter efeitos negativos no meio ambiente, e devem ser observadas questões como o uso de recursos naturais, a gestão de resíduos e a poluição (TOSINI, 2005). A adoção de práticas sustentáveis e a mitigação dos impactos ambientais são essenciais para garantir a continuidade dos negócios e a preservação do meio ambiente.

Os riscos climáticos, que serão mais bem detalhados em seção seguinte, são cada vez mais relevantes para as instituições financeiras. As mudanças climáticas podem ter impactos significativos em diferentes setores da economia, afetando a rentabilidade dos investimentos e a continuidade dos negócios. As instituições financeiras precisam avaliar esses riscos e adotar medidas para mitigá-los, incluindo a adoção de práticas sustentáveis e a alocação de recursos em investimentos resilientes.

Sendo assim, a gestão dos riscos sociais, ambientais e climáticos é essencial para as instituições financeiras, ajudando a garantir a sustentabilidade dos negócios, a preservação do meio ambiente e o respeito aos direitos humanos. As instituições financeiras que adotam práticas sustentáveis e gerenciam esses riscos de forma adequada estão mais bem posicionadas para enfrentar os desafios do futuro, considerando não só estar de acordo com as questões regulatórias, que estão exigindo cada vez mais, mas também por conseguirem aproveitar este gerenciamento com viés de oportunidade, gerando novos negócios.

2.2 RISCOS CLIMÁTICOS

A preocupação com os danos das mudanças climáticas vem sendo discutida desde a década de 70, quando a destruição da camada de ozônio, que protege o planeta contra a radiação ultravioleta, foi identificada e comunicada à sociedade. A partir disto, houve o desencadeamento de campanhas em prol da conservação desta barreira, o que gerou, em 1988, a assinatura do Protocolo de Montreal, que tinha como objetivo abolir o uso dos gases de efeito estufa (CONTI, 2005). Após alguns anos de estudos, foi identificado que estas emissões não eram causadas apenas por atividades humanas, mas também por meios naturais que não estão sob o controle humano, como por exemplo, as atividades vulcânicas. Sendo assim, este protocolo não abrange o problema por completo (MOLION, 1992).

Em 1997, na Convenção do Clima, fora estabelecido um novo acordo, o Protocolo de Kyoto, que entraria em vigência apenas em 2005, mas que gerava o comprometimento dos países signatários na redução gradativa da liberação das substâncias causadoras do aquecimento global, através de limites de emissão até 2012 (CONTI, 2005).

Apesar desta tentativa de intervenção, o aumento das emissões dos gases efeito estufa seguiu considerável, com a ameaça de elevação da temperatura global em mais de 2° C em relação ao período pré-industrial, cada vez mais alarmante. Desta forma, organizações e governos demonstraram sua preocupação com a concretização deste risco e com seus impactos. Em 2015, cerca de 200 países se comprometeram, através do Acordo Paris, a limitar esta elevação a 1,5°C. Com as metas e esforços deste compromisso é visado a redução e, se possível, a reversão dos impactos destas emissões no aquecimento global.

Considerando que o sistema financeiro possui uma grande responsabilidade no financiamento e fomento em negócios, sua participação e comprometimento neste trabalho, é essencial. As possibilidades contribuição deste setor, pode ser em direcionar seus investimentos a atividades sustentáveis, limitando projetos com atividades propagadoras de danos ao meio ambiente, em captar recursos através de maior transparência na destinação de seu uso, considerando os princípios ambientais, sociais e de governança (ESG) e em mitigação proativa dos riscos climáticos envolvidos, considerando que a concretização destes riscos também implica impactos na estabilidade do setor, trazendo perdas físicas ou de capital.

No entanto, devido à falta de clareza para tangibilizar as ações que cada tipo de setor deveria se comprometer para enfrentar os riscos das mudanças climáticas, a justificativa para esta mobilização de capital e recursos não era suficiente para corroborar tais comprometimentos. Por consequência, algumas iniciativas foram surgindo para definir estes conceitos, estabelecer parâmetros e conscientizar os governos e as empresas privadas sobre os riscos e oportunidades relacionados a este tema.

Como exemplos destas iniciativas, três possuem maior destaque: a Network for Greening the Financial System (NGFS), a Task force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD) e o Bank for International Settlements (BIS).

A NGFS, também chamada de Rede para um Sistema Financeiro Mais Verde, foi criada em 2017, com a proposta de contribuir no gerenciamento dos riscos climáticos no setor financeiro, bem como ajudar na propagação de boas práticas das diretrizes estabelecidas para uma transição para uma economia de baixo uso de carbono, conforme as metas do Acordo de Paris, para um maior desenvolvimento sustentável. A organização foi fundada em 2017 e é composta por bancos centrais e supervisores financeiros do mundo inteiro. (NETWORK OF CENTRAL BANKS AND SUPERVISORS FOR GREENING THE FINANCIAL SYSTEM, 2019).

A TCFD, criada em 2015 é formada por diversos tipos de organizações, como bancos, seguradoras, fundos de pensão e empresas de contabilidade e consultorias, bem como empresas não financeiras, tem como objetivo de:

ajudar a identificar as informações necessárias para que investidores, credores e agentes de subscrição de seguros avaliem e precifiquem de maneira adequada os riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas (FORÇA-TAREFA PARA DIVULGAÇÕES FINANCEIRAS RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2017, p. iv).

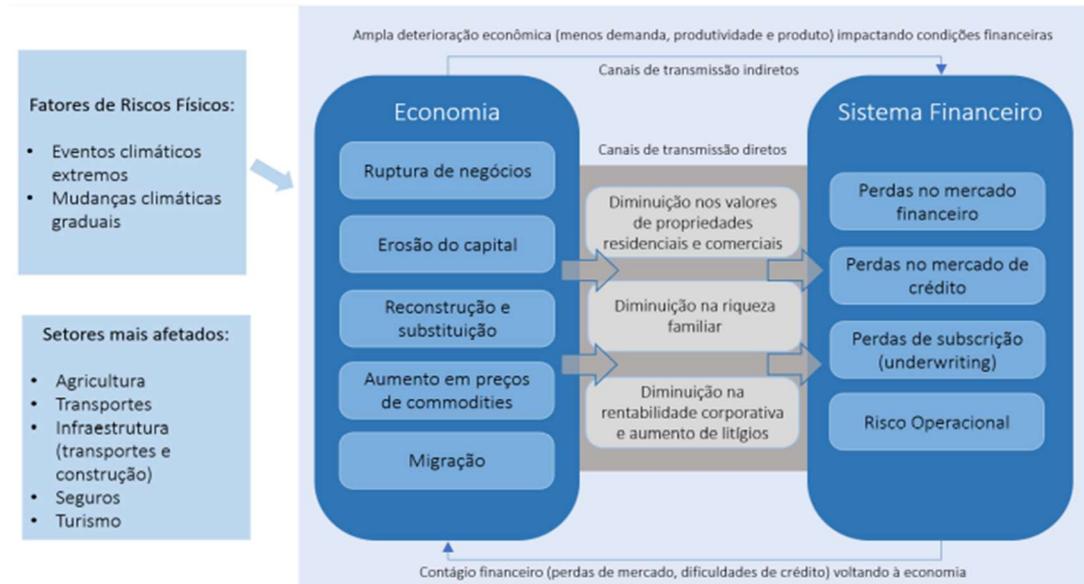
O entregável desta iniciativa foi a publicação de um relatório com recomendações de governança, estratégicas e de gestão de riscos para aplicação tanto no setor financeiros, quanto de outras atuações, considerando as metas assumidas perante o risco das mudanças climáticas. E por fim, o BIS, instituição que apoia os bancos centrais na busca pela estabilidade financeira e monetária através da cooperação internacional (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023). A organização atua também auxiliando as instituições financeiras através de estudos para embasar a tomada de decisão e estratégias frente ao tema.

Considerando as definições e relatórios atuais da TCFD e da NGFS, a exposição que o setor financeiro pode ter frente a estas mudanças, podem ter níveis de variação de acordo com diferentes regiões e formas de impacto, afetando também as condições macroeconômicas destes lugares. Desta forma, considerando que pode haver variáveis não só pela concretização dos riscos às mudanças climáticas, mas também no caminho desta transição, devido a necessidade de diminuição dos GEE, estes foram divididos em duas principais categorias: riscos físicos de transição.

O risco físico é definido pela possibilidade de ocorrências de perdas devido às alterações climáticas geradas pelas degradações ambientais, como desmatamento, degradação do solo, poluição, ou por fenômenos meteorológicos, como a aceleração do aquecimento global, causando ondas de calor mais longas. Estas perdas podem se materializar em danos patrimoniais e de produtividade, afetando etapas de produção de alimentos ou escassez de água, gerando prejuízos nas safras, colheitas e oferta, afetando toda a cadeia de valor (RAY et al., 2019 apud BOLTON et al., 2020).

Por consequência disto, o setor financeiro, parte fomentadora das atividades, fica exposto ao resultado destas mudanças, visto que prejuízos nas atividades podem levar a insolvência de seus beneficiados, prejudicando assim a estabilidade financeira do mercado, conforme ilustra a Figura 1 abaixo.

Figura 1 – Riscos físicos afetando economia real e o sistema financeiro

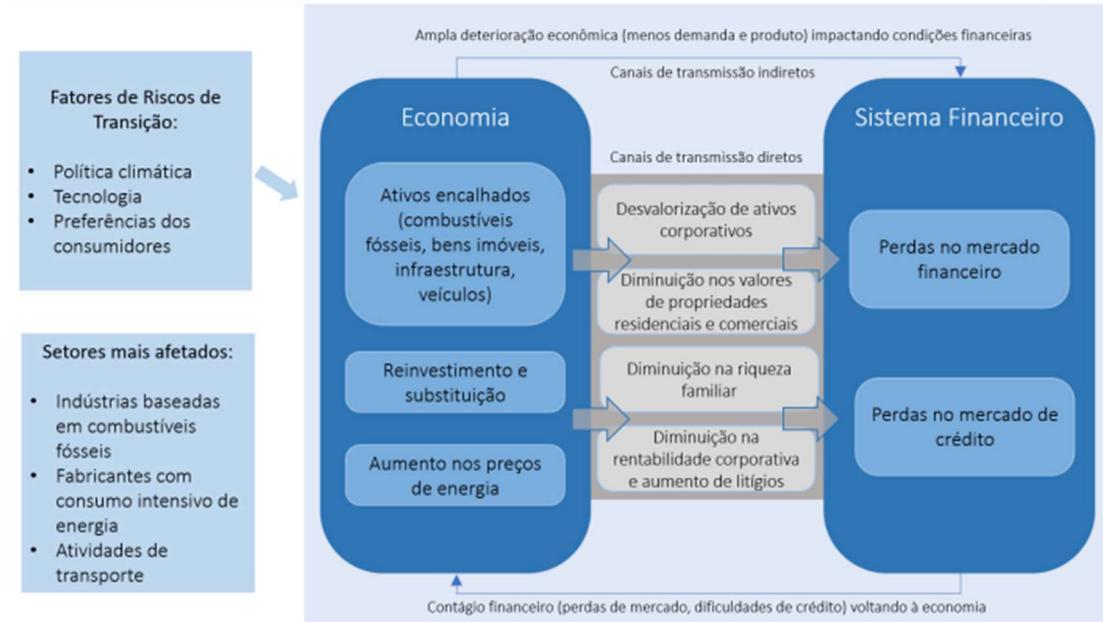


Fonte: Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System (2019a, p.14), adaptado.

O risco de transição é definido pela possibilidade de ocorrências de perdas financeiras ou reputacionais no avanço para uma economia de baixo carbono (TCFD, 2017). Este risco pode se materializar através da adoção de políticas ou estratégias ambientais ou climáticas, pela disrupção tecnológica ou até mesmo preferências de mercado. As medidas adotadas para esta transição devem estar atentas a todas as vertentes impactadas, considerando que a completa parada de emissão dos GEE levaria não só a uma crise de abastecimento, mas também a perda de empregos, causando danos econômicos a toda região.

A figura 2, ilustra como os impactos desta transição refletem na produtividade, trabalho, investimentos e, por consequência, no PIB do país que adota medidas abruptas para concretização das ações estabelecidas para redução das emissões.

Figura 2 – Riscos de transição afetando economia real e o sistema financeiro



Fonte: Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System (2019a, p.17), adaptado.

Sendo assim, cada um dos riscos, físicos e de transição consideram as possibilidades de abordagem de cada cenário, pois caso haja a diminuição imediata dos riscos físicos haverá um aumento nos riscos de transição. No entanto, se a transição for lenta, os eventos climáticos extremos, que já estão cada vez mais frequentes e danosos à humanidade, seguirão em crescente.

2.3 CONCEITOS ESSENCIAIS

2.3.1 RESILIÊNCIA FINANCEIRA

A resiliência financeira é uma característica essencial para a sobrevivência e sucesso dos bancos em um ambiente econômico cada vez mais incerto e volátil. Segundo Goldstein (2015), a resiliência financeira refere-se à capacidade dos bancos de resistir e se recuperar de choques financeiros, como crises econômicas, perdas financeiras e mudanças no ambiente econômico.

O gerenciamento dos riscos climáticos tornou-se uma questão essencial para a resiliência financeira de uma instituição financeira. Com a mudança climática se acelerando, os riscos ambientais estão se tornando mais frequentes e intensos, o que pode afetar negativamente a estabilidade financeira de uma instituição. Por exemplo, catástrofes naturais que podem causar danos físicos às propriedades, infraestruturas e ativos de uma instituição financeira, resultando em perdas financeiras significativas. Além disso, o aumento do risco de crédito é um outro fator

que pode afetar a resiliência financeira, já que há uma possibilidade maior de inadimplência de empréstimos devido ao aumento das regulações em relação a empresas com maior potencial poluente. Nesse sentido, é fundamental a adoção de medidas para gerenciar e mitigar os riscos climáticos, considerando que as mudanças climáticas podem afetar a rentabilidade, a qualidade dos ativos e a posição de capital de uma instituição financeira (BAUER, 2021).

O Banco de Compensações Internacionais (BIS) em 2020 destacou a importância do gerenciamento dos riscos climáticos para as instituições financeiras. Em relatório publicado pela instituição observou-se que a mudança climática representa um risco para a estabilidade financeira, e que os bancos precisam adotar medidas para gerenciar e mitigar esses riscos. O estudo também ressaltou que os riscos climáticos podem afetar diferentes setores econômicos, o que pode levar a perdas financeiras significativas para as instituições.

Em 2019, o Fórum Econômico Mundial destacou sobre a importância do gerenciamento dos riscos climáticos para os investidores. O relatório observou que os investidores precisam levar em consideração os riscos climáticos ao tomar decisões de investimento, pois esses riscos podem afetar o desempenho financeiro de uma empresa. Além disso, também evidenciou que as empresas que adotam medidas para mitigar os riscos climáticos são mais resilientes e têm melhor desempenho financeiro a longo prazo.

Devido ao Acordo de Paris, as instituições financeiras estão adotando medidas para gerenciar e mitigar os riscos climáticos. O Banco Santander, por exemplo, estabeleceu uma meta de neutralidade de carbono para 2050 e criou um fundo de 100 bilhões de euros para financiar projetos sustentáveis (SANTANDER, 2023). O Banco do Brasil também lançou um programa para incentivar a agricultura sustentável e reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Em suma, a mudança climática representa um risco para a estabilidade financeira das instituições financeiras. É fundamental que essas instituições adotem medidas para gerenciar e mitigar os riscos climático, considerando análises atuariais que envolvam a coleta de dados frente as mudanças climáticas, que pode ser realizada através de estudos que estimem o comportamento de variáveis e seus impactos na economia.

O Banco Mundial, que lançou o programa "Understanding Risk Finance" (Compreendendo o Financiamento de Riscos) para ajudar países a se prepararem para desastres naturais. O programa utiliza análises atuariais para avaliar a vulnerabilidade de um país e determinar os níveis de seguro necessários para proteger suas populações e economias em caso de desastres naturais (BANCO MUNDIAL, 2016). Outra instituição financeira que tem aplicado essa abordagem é a Zurich Insurance, que utiliza análises atuariais para avaliar o risco

climático em seus investimentos e garantir que eles sejam alinhados com as metas do Acordo de Paris. A empresa também implementou um plano de negócios sustentáveis que inclui a redução da exposição a setores de alto risco climático e a alocação de capital para investimentos em tecnologias limpas (ZURICH INSURANCE GROUP, 2020).

2.3.2 TESTES DE ESTRESSE

O teste de estresse é uma ferramenta para gestão de riscos, que permite para avaliar a resiliência de uma instituição financeira em seus modelos de negócios, bem como na capacidade de resistir a eventos adversos extremos, como uma recessão econômica, aumento das taxas de juros, eventos geopolíticos, flutuações cambiais e falência de grandes empresas. A metodologia permite assim, a identificação prévia de fragilidades para que seja aplicada uma ação de mitigação adequada (BÜLBÜL et al., 2019). Além disto, a aplicação ao setor financeiro, ajuda a estimar o quão sensível as instituições estão frente aos fatores de risco considerados, auxiliando assim em tomadas de decisão, ainda mais quando o cenário econômico está favorável, mascarando possíveis riscos não tão óbvios (JONES et al., 2004).

A condução do teste é feita através de um modelo matemático que considera vários fatores, incluindo a situação financeira atual da instituição, sua exposição a riscos e sua capacidade de absorver perdas. Os modelos levam em consideração cenários econômicos extremos, que podem incluir uma recessão, crise geopolítica, desastre natural ou outro evento imprevisível. A análise envolve uma ampla gama de métricas financeiras, como o nível de capital, a liquidez, a qualidade dos ativos e o nível de risco de mercado. A partir dos resultados, as instituições financeiras devem estar preparadas para demonstrar que possuem recursos adequados para resistir a choques e manter a continuidade do negócio em situações de estresse extremo (JONES et al., 2004).

Segundo Pereira (2019), a aplicação de oscilações em variáveis ao longo de um período de tempo, possibilita a determinação de impactos sobre o capital de instituições financeiras, considerando perdas não esperadas e que, portanto, não estão sendo previstas, avaliando assim a resiliência do portfólio frente a estes impactos.

2.3.3 EXIGÊNCIAS REGULATÓRIAS

As exigências regulatórias para teste de estresse variam em diferentes jurisdições, mas geralmente são impostas pelos reguladores bancários nacionais ou internacionais. Um exemplo de regulador bancário internacional que impõe requisitos de teste de estresse é o Comitê de Supervisão Bancária de Basileia (Basel Committee on Banking Supervision). Em suas

diretrizes, o comitê exige que os bancos realizem testes de estresse regularmente para avaliar a resiliência do banco a riscos sistemáticos. O comitê também define os principais componentes do teste de estresse, como cenários de estresse, horizonte de tempo, abrangência, metodologia e divulgação de resultados (BIS, 2023).

Além disso, os reguladores bancários também podem exigir que os bancos sigam diretrizes específicas de teste de estresse, como as publicadas pela Autoridade Bancária Europeia (EBA) ou pela Autoridade Bancária Federal dos Estados Unidos (Federal Reserve). As diretrizes da EBA, por exemplo, exigem que os bancos realizem testes de estresse anualmente e divulguem os resultados publicamente. A EBA também fornece orientações sobre os cenários de estresse e metodologias que devem ser usados nos testes.

No Brasil, a exigência de testes de estresse para bancos é regulamentada pelo Banco Central do Brasil. O regulador exige que os bancos realizem testes de estresse em pelo menos dois cenários macroeconômicos adversos e um cenário de risco de liquidez, conforme as orientações da resolução CMN 4.557/17.

Desde o final dos anos 2000, o Banco Central do Brasil tem se envolvido na questão ambiental e social. O Conselho Monetário Nacional (CMN) emitiu regulamentações que exigem que as instituições financeiras verifiquem questões de legislação ambiental no momento da concessão de crédito para setores do agronegócio, com o objetivo de preservar biomas brasileiros e fomentar uma agricultura de baixas emissões em carbono. Em 2014, o CMN emitiu a primeira resolução sobre a responsabilidade socioambiental, que estabeleceu os pilares e princípios sobre as práticas ambientais e sociais a serem aplicados pelas instituições financeiras, de acordo com a proporcionalidade e relevância de suas operações e natureza de serviços.

Em 2017, foram estabelecidos requisitos buscando uma abordagem integrada sobre a gestão de riscos aos bancos, com a proposta de considerar os riscos ambientais e sociais. Nessa perspectiva integrada, as instituições financeiras devem mensurar, identificar, avaliar, relatar e monitorar os riscos financeiros considerando o fator socioambiental. Devem também implementar uma estrutura e governança para mitigar esse risco e, caso seja considerado relevante, deve ser levado em consideração o monitoramento do risco climático.

Em 2019, a Agenda BC# foi criada após a reformulação do projeto Agenda BC+, criado inicialmente em 2016 com o objetivo de definir as linhas de ações estratégicas do Banco Central do Brasil. A Agenda BC# tem quatro dimensões: inclusão, competitividade, transparência e educação. Em 2020, o Banco Central do Brasil adicionou a dimensão Sustentabilidade na agenda BC#, com foco em três objetivos: incorporação de variáveis associadas à sustentabilidade nas rotinas e nas tomadas de decisões do Banco Central do Brasil; sofisticação

das regras de gerenciamento dos riscos ambientais, sociais e climáticos que se aplicam às instituições financeiras e promoção de finanças sustentáveis no Sistema Financeiro Nacional. A adição dessa nova dimensão na Agenda BC# ocorre devido aos impactos de possíveis eventos climáticos extremos (como por exemplo secas e enchentes) nas principais variáveis econômicas, bem como do crescente aumento da atenção que a sociedade tem dado a esses eventos.

O risco socioambiental (RSA) é um fator que atravessa vários tipos de riscos monitorados pelo regulador, incluindo mercado, crédito, legal, imagem e reputação, entre outros. Por exemplo, se um evento socioambiental danoso ocorrer, isso pode prejudicar diretamente a capacidade de um cliente pagar suas dívidas, resultando em perdas de crédito para a instituição financeira que concedeu o empréstimo. Se esse dano foi causado pelo próprio cliente, isso é considerado um risco legal e de imagem para o banco envolvido na operação. Quanto a concessão de crédito à setores expostos ao risco socioambiental, o BCB destaca:

É importante ressaltar que o fato de uma instituição conceder crédito para determinado cliente exposto ao RSA não significa que esse cliente esteja necessariamente gerando danos socioambientais. Tal cliente pode mitigar de forma eficiente os riscos de causar um dano socioambiental, ou, inclusive, estar exposto às consequências financeiras decorrentes de danos socioambientais não causados por ele (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2020e, p. 108).

Em 2021, através da resolução CMN 4.943, o BCB, incorporando práticas internacionais, incluiu em seu arcabouço regulatório, a primeira medida prática para que as instituições financeiras comecem a mensuração e avaliação dos riscos climáticos em sua carteira, através de um teste de estresse.

2.3.4 RELAÇÃO ENTRE DESEMPENHO ESG E A PERFORMANCE FINANCEIRA

Considerando todos os possíveis impactos que os pilares ambientais, sociais e de governança possuem na sociedade, diversos estudiosos relacionam estas variáveis com o desempenho financeiro de empresas. Os autores Fiede, Busch e Bassen (2015) conduziram uma meta análise com mais de 2.000 estudos e chegaram à conclusão de que em mais de 63% deles, existe uma associação positiva entre ESG com performance financeira.

Na Tabela 1 são apresentados estudos que encontram esta relação positiva, mas também negativas e neutras, entre as variáveis Corporate Social Performance (CSP) e a Corporate Financial Performance (CFP) (GARCIA, 2017).

Tabela 1 – Estudos com meta-análise do desempenho CSP/CFP

Ano	Autor(es)	Quantidade de estudos	Resultados obtidos
1997	Griffin e Mahon	62 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • 33 artigos com relação positiva entre CSP-CFP • 20 artigos com relação negativa • 9 artigos com resultados sem efeitos ou inconclusivos
1999	Roman, Hayibor e Agle	52 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • 33 artigos com relação positiva entre CSP-CFP • 5 artigos com relação negativa • 14 artigos com resultados sem efeitos ou inconclusivos
2003	Orlitzky, Schmidt e Rynes	52 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • Há associação positiva entre CSP-CFP
2003	Margolis e Walsh	127 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • 54 artigos com relação positiva entre CFP-CSP • 20 artigos sem relação entre CFP-CSP • 7 artigos com relação negativa entre CFP-CSP • 28 artigos sem relação significativa
2006	Wu	121 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • Há associação positiva entre CSP-CFP
2008	Beurden e Gossling	34 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • 23 artigos com relação positiva entre CSP-CFP • 2 artigos com relação negativa • 9 artigos sem relação significativa
2009	Pelozo	159 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • 100 artigos com relação positiva entre CSP-CFP • 24 artigos com relação negativa • 35 artigos com resultados sem efeitos ou inconclusivos
2009	Margolis, Elfenbein e Walsh	251 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • Há associação positiva entre CSP-CFP
2014	Endrikat, Guenther e Hoppe	149 artigos	<ul style="list-style-type: none"> • Há associação positiva entre CSP-CFP

Fonte: Garcia (2017)

A grande maioria dos estudos demonstra que existe uma associação positiva entre as variáveis CSP e CFP. Em contrapartida, McWilliams (2001) entende que existe uma relação neutra entre performance financeira e ESG, pois analisando duas empresas, caso uma aumente suas vendas ao incorporar estas variáveis, a concorrência se adaptaria e seguiria o mesmo caminho com facilidade, visto que não exigem barreiras para a implementação destas ações. Já as associações negativas, se dão pelo argumento de que os recursos que serão destinados para as ações com vieses sustentáveis poderiam gerar conflito de interesse entre os gestores e acionistas, visto que existe a possibilidade desta alocação ser em temas com objetivos pessoais do público envolvido na tomada de decisão. Todavia, com a crescente preocupação da sociedade com o bem-estar e manutenção do meio ambiente, as empresas que ainda não demonstram ações que incluem as variáveis ESG, tendem a ser não-priorizadas pela população, que está cada vez mais consciente do impacto de suas escolhas (GARCIA, 2022).

2.4 ESTUDOS RELACIONADOS

Sardeiro & Bilhim (2021) estudaram a normatização contábil dos riscos climáticos através de um ensaio sobre a atuação no interesse público do IASB. Observaram que os riscos climáticos possuem consequências, em níveis mundiais, em segmentos sociais, econômicos e ambientais. Destacaram que a atenção centrada sobre os riscos climáticos foi ampliada a partir

das manifestações de apoio de organismos internacionais tais como o Fórum Econômico Mundial e a OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico).

Azevedo (2020) estudou o processo de gerenciamento dos riscos climáticos nas instituições bancárias brasileiras com objetivo de apresentar e promover uma maior integração dos processos de gestão dos riscos de crédito com os riscos climáticos, propondo assim, um guia para auxiliar os bancos brasileiros nesta incorporação.

O Banco Central do Brasil (2022), em seu relatório de estabilidade financeira, explica que as análises de impacto do risco climático no sistema financeiro apresentam limitações, pois a metodologia tradicional para testes macroeconômicos assume balanços estáticos ou passivos, o que é adequado apenas para horizontes temporais mais curtos de 3 a 5 anos. Entretanto, para horizontes mais longos, que são comuns em análises climáticas, essa hipótese pode ser questionável. Além disso, o uso de dados históricos pode não ser uma boa referência para prever comportamentos futuros do risco climático, devido à alta incerteza e à natureza não linear dos seus impactos. Além disso, a mudança climática pode representar uma mudança de padrão, tornando os dados históricos pouco úteis para tais análises.

Huang, H.H., Kerstein, J. & Wang, C. (2018) estudaram as consequências da interação entre os riscos climáticos e as escolhas financeiras de empresas pelo mundo, através de índice climático global. A partir da aplicação da abordagem concluíram que não existe variação significativa na receita das companhias, quando incorporadas variáveis climáticas.

Sampaio (2022) examinou a interação do desempenho climático no desempenho financeiro de instituições bancárias, em países desenvolvidos e em desenvolvimento e evidenciou que, apesar do risco climático estar presente de forma geograficamente disseminada e ser crítico para a intermediação financeira, a associação entre as duas performances ocorre apenas em países desenvolvidos. O estudo demonstrou que esse assunto tem estado presente na agenda empresarial, na imprensa e nos pareceres de especialistas por um período mais longo.

Medeiros et. al. (2015) realizaram um estudo nos municípios do Mato Grosso do Sul para demonstrar os impactos dos eventos climáticos na produtividade de soja e milho da região. Concluiu-se que a exposição a riscos climáticos, varia entre regiões e influência na produtividade, o que justifica a adoção de estratégias para minimizar os riscos de perdas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia de análise utilizada corresponde ao formato de pesquisa experimental que segundo Gil (2022, p. 42), que acontece quando se determina um objeto de estudo e selecionam-se variáveis que seriam capazes de influenciá-lo. Foi selecionada uma instituição

financeira para a verificação dos impactos dos riscos climáticos em sua carteira de crédito projetada para os anos de 2030 e 2050.

Quanto à abordagem do problema, pode ser denominada como quantitativa. Neste modelo de pesquisa são necessários a coleta de dados e tratamentos objetivos, além da adoção de uma posição impessoal pelo durante a avaliação, baseando-se em teorias que guiam o estudo (BAPTISTA; CAMPOS, 2016, p. 56).

Este estudo utiliza dados relativos à carteira de crédito do agronegócio de uma instituição financeira, bem como estudos referentes aos dos riscos climáticos a cada região e cultura do Brasil, considerando os prazos de adequação para uma economia de baixo carbono, conforme o Acordo de Paris.

Os principais dados que foram utilizados neste estudo foram as informações do histórico de 5 anos da carteira de crédito da instituição financeira, que possui mais de 5 milhões de clientes. atua de forma majoritária no setor do agronegócio e possui abrangência em 25 estados brasileiros. Esta carteira refere-se ao total de recursos direcionados para cada municípios.

A metodologia se inicia a partir da identificação dos diferentes cenários que serão aplicadas as variações. Neste estudo, para desenvolvimento da metodologia, foram considerados o risco físico agroclimático e o risco de transição no setor da agricultura. Os dados de risco físico agroclimático são baseados na aptidão futura das regiões para a produção de determinadas culturas, considerando a previsão de atributos climáticos e de solo ao longo dos anos de 2030 e 2050. Já a base de risco de transição na agricultura considera premissas de cenários até 2050, avaliando os impactos econômicos em determinados setores, conforme estratégias para o atingimento da neutralidade climática. No setor do agronegócio, são considerados percentuais comparativos de produtividade e ocupação de área em relação ao ano de 2020.

Para aplicação destes dados na carteira Agro da instituição financeira, foi realizada uma projeção dos valores liberados futuros, a partir da aplicação da técnica de Suavização Exponencial (ETS) na versão AAA, em qual é possível projetar um valor futuro a partir de informações históricas. Esse valor previsto segue a tendência dos dados passados e é estendido até a data-alvo determinada, mantendo a continuidade da linha temporal. Observando o histórico da carteira e considerando as sazonalidades para a previsão do seu crescimento. A partir do resultado das projeções foi possível estimar os cenários climáticos com os valores calculados da carteira nos anos correspondentes. No cruzamento dos cenários com os dados do portfólio foram consideradas as proporções da carteira das culturas disponibilizadas nas bases de riscos climáticos, bem como das regiões de atuação da instituição.

O estresse dos cenários consiste em atribuir níveis de impacto gerados pelas mudanças agroclimáticas na carteira do agronegócio projetada para os períodos de avaliação. O resultado desta mensuração são perdas estimadas no valor de portfólio, conforme grau de agravamento das variáveis em cada cultura e região.

3.1 MÉTODO DE TESTE DE ESTRESSE

Para identificar os riscos físicos de cada região e cultura, a consultoria ambiental Way Carbon conduziu estudo para elaboração de cenários climáticos tropicalizados para mensuração de impactos financeiros. Agroclimático é baseado no zoneamento de áreas aptas à produção de cultura, considerando atributos climáticos e de solo, além de características, é fisiológica das culturas.

Na mensuração da aptidão térmica foram consideradas variáveis de temperatura média do ar para identificar a aptidão de determinada área tal aptidão pode ser segmentada em apta restrita ou inapta conforme o plantio de cada cultura as classificações foram baseadas em um intervalo médio considerando limites descritos na literatura sobre a fisiologia das respectivas culturas para diferentes regiões do Brasil.

Para mensuração do ISNA, considerando que o risco agroclimático está relacionado a condições hídricas durante o cultivo de cada cultura o regime de precipitação de chuva é muito relevante para a fase de semeadura. O cálculo para o ISNA é a razão entre a quantidade de água consumida pela planta em condições naturais de disponibilidade hídrica (evapotranspiração real - E_{Tr}) e o consumo de água sem restrição hídrica do solo (evapotranspiração máxima - E_{Tm}). Estes dados são calculados através da evapotranspiração potencial coeficiente da cultura (Allen et al., 1998) e umidade do solo (EMBRAPA, 2020) de acordo com a equação descrita na fórmula 1.

Equação 1 – Cálculo do ISNA

$$ISNA = \frac{E_{Tr}}{E_{Tm}}$$

Fonte: Way Carbon (2021).

Na aplicação do cálculo do ISNA para cada tipo de cultura, o valor resultante é classificado em faixas de risco sendo estes: baixo risco, médio risco ou alto risco. Os limiares foram estabelecidos de acordo com a literatura (Silva et al., 2012; Araujo, 2018; Silva et al.,

2013; Fenner et al., 2001) e estão relacionados à necessidade de água das culturas. Sendo assim, quanto maior o valor do ISNA menor é o risco e conseqüentemente maior a produtividade.

Para os riscos de transição o instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE UFRJ) conduziu uma avaliação dos riscos e oportunidades da transição para o mundo de baixo carbono nossos sistemas energético e agropecuário brasileiros em diferentes tipos de cenários econômicos. Para este estudo foram considerados apenas os dados relacionados a agricultura.

Os cenários econômicos servem como uma base para a evolução das demandas setoriais de agropecuária que foram necessárias para o desenvolvimento destas bases, são eles: Cenário de políticas correntes (*CurPol*) e *NetZero 2050* - Atingimento da neutralidade climática em 2050.

Para o cenário das políticas correntes, são aplicadas as políticas atuais e os compromissos já firmados, como o cumprimento da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC – Nationally Determined Contribution) brasileira, incluindo zerar o desmatamento ilegal zero a partir de 2030, não são consideradas disrupções tecnológicas, mas a manutenção e evolução de tendências já apresentadas. Para o cenário de atingimento da neutralidade climática em 2050, o termo *NetZero* determina emissões líquidas zeradas de gases, em uma determinada data, no caso, 2050. Isso significa que a soma das emissões provenientes de todos os setores de consumo, ou seja, toda a emissão do país deve ser compensada por tecnologias ou meios de remoção desses gases da atmosfera, como é o caso do reflorestamento, além de considerar trajetórias lineares de emissões de GEE, com uma redução de 2030 até 2050, quando será atingido a marca de zero emissões líquidas. Este modelo se difere do cenário *CurPol* pois apresenta uma restrição na trajetória de emissões, o que resulta em inovações e disrupções tecnológicas como uma forma de conseguir alcançar o atingimento de uma meta ambiciosa como é a neutralidade climática em 2050.

Quadro 1 – definição dos conceitos de neutralidade de carbono e neutralidade climática

Conceitos	O que significa	Exemplo
- <i>Net Zero Carbon</i> ou Carbono Neutro	Balanço entre emissões e remoções apenas de CO ₂	China será carbono neutro até 2060.
- <i>Net Zero Emissions</i> ou Neutralidade Climática	Balanço entre emissões e remoções de todos os GEE	Meta do Acordo de Paris: balancear todas as emissões de GEE.

Fonte: COPPE UFRJ (2021).

Quanto à base de dados da instituição financeira, primeiramente foi realizado um mapeamento da carteira Agro, verificando em quais regiões e tipos de culturas havia operações de financiamentos vigentes, considerando uma média simples dos valores alocados a cada município. Para a projeção dos dados da carteira para os mesmos anos divulgados nas bases de riscos físicos e riscos de transição foi realizado uma projeção simples a partir da técnica de suavização exponencial. Para chegar nos valores absolutos para os anos de 2030 em 2050, foi realizado uma média simples considerando os períodos de 2025 até 2035 e 2045 até 2055, respectivamente. A partir disto, foi feito o cruzamento com as bases de riscos físicos e de transição, atribuindo assim as variáveis de aptidão térmica, ISNA e evolução da área ocupada nos diferentes cenários para o atingimento da neutralidade climática.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir da carteira de crédito do agronegócio da instituição financeira analisada e a aplicação das variáveis climáticas em sua projeção, como resultado obtivemos os cenários a serem estressados. Para aplicação do teste de estresse, nas variáveis de riscos físicos foram atribuídos valores de severidade conforme as classificações descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Variáveis climáticas de riscos físicos.

Variável	Classificação		
	Apta	Restrita	Inapta
Aptidão Térmica	Risco Baixo	Risco Médio	Alto Risco
Índice de Satisfação da Água			

Fonte: Elaborada pela autora com base no teste de estresse realizado (2022)

Nas classificações de aptidão térmica e índice de satisfação da água, quando identificado que a região seguirá apta ou possui risco baixo, na aplicação do teste, foi considerado que a projeção da carteira permaneceria igual. Quando identificado restrição ou risco médio, atribuiu-se que o valor de projeção da carteira cairia pela metade e quando identificado que a região estará inapta ou com alto risco, a projeção da carteira foi zerada, considerando que não será possível a utilização daquela área, afetando diretamente as concessões naquela região.

Para os riscos de transição, considerando que os dados são apresentados de forma a mensurar a quantidade de evolução, positiva ou negativa da área ocupada de cada região, considerando as alterações climáticas de cada cenário, discriminados na Tabela 3, a aplicação de severidade se deu pela variabilidade e de expansão desta área produtiva.

Tabela 3 - Variáveis climáticas de riscos de transição.

Cenário	Variável
NetZero	Evolução da Área Ocupada com Base 2020
CurPol	Evolução da Área Ocupada com Base 2020

Fonte: Elaborada pela autora com base no teste de estresse realizado (2022)

4.2.1 RISCO FÍSICO

O resultado do teste foi dividido conforme suas aplicações em cada tipo de risco na carteira de crédito da instituição. Com os dados para os riscos físicos aplicados, resultaram nos percentuais totais explanados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultado da aplicação do teste de estresse para as variáveis de risco físico agroclimáticas.

Variável	Perda Estimada (2030)	Perda Estimada (2050)
Aptidão Térmica	6,28%	4,04%
Índice de Satisfação da Água	22,07%	22,17%

Fonte: Elaborada pela autora com base no teste de estresse realizado (2022)

Para esta instituição financeira, em termos de risco climático, pela realização do teste de estresse, pode-se verificar as variáveis de aptidão térmica e índice de satisfação de água. Para aptidão térmica a perda estimada relacionado a 2030 é de 6,28%, enquanto até para a mesma variável em 2050 se encontra no patamar de 4,04%. A variável que se refere ao índice de satisfação dia da água tem uma perda estimada para 2030 de 22,07%, enquanto a essa mesma perda estimada chega em 22,17% no ano de 2050.

A variável de aptidão térmica está relacionada com o risco climático de forma que seu conceito se baseia no zoneamento de áreas aptas à produção de culturas considerando atributos climáticos, e também, de características de cada cultura.

Segundo o Medeiros (2015) que estudou o risco o risco climático considerando sua influência na produtividade de cada região, sendo justificável a adoção de técnicas com objetivo de minimizar as perdas, este estudo se alinha em termos de resultado, mas se diferencia em termos de metodologia, considerando as diferentes técnicas para mensuração das variáveis. Portanto, evidenciando o impacto dos riscos físicos na carteira de crédito, sem considerar outros

riscos inerentes a carteira, o percentual de perda esperada, deve ser considerado nas estratégias de mitigação de risco da instituição.

4.2.2 RISCO DE TRANSIÇÃO

Para o resultado do teste, considerando a aplicação das variáveis de risco de transição na carteira de crédito da instituição, temos os percentuais totais explanados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultado da aplicação do teste de estresse para as variáveis de risco de transição na agricultura.

Cenário	Variável	Perda Estimada (2030)	Perda Estimada (2050)
NetZero	Evolução da Área Ocupada com Base 2020	6,85%	15,60%
CurPol	Evolução da Área Ocupada com Base 2020	5,86%	29,49%

Fonte: Elaborada pela autora com base no teste de estresse realizado (2022)

Para a instituição em questão, quando mensuramos as perdas financeiras estimadas, considerando a evolução da área ocupada, ou seja, a taxa de crescimento, manutenção ou diminuição da região disponível para a plantação, o resultado demonstra um crescimento no impacto ao longo dos anos. Para o cenário NetZero, temos uma perda estima de 6,85% e 15,60% para os anos de 2030 e 2050, respectivamente. Já para o cenário CurPol, temos uma perda estima de 5,86% e 29,49% para os anos de 2030 e 2050, respectivamente. No primeiro cenário temos uma perda maior no início, mas possui taxa de crescimento menor que no segundo cenário, que apresenta uma perda menor no início, porém aumenta em quase 6 vezes no próximo ano de observação.

Conforme os estudos das bases dos riscos climáticos, as variações referentes às bases de variáveis que referenciam os riscos estudados, resultam em baixo impacto até 2050. Embora as alterações climáticas pareçam ser prejudiciais para as plantações, para o uso da terra e para a quantidade de produção que derivam do financiamento através de instituições financeiras, o teste de estresse demonstra resultado dentro dos limites de referência. Em comparação com a evidência trazida por Sampaio (2022), este resultado corrobora a pesquisa com referência ao

Brasil estar classificado como um país em desenvolvimento, ou seja, não tem o mesmo resultado exposto pelo autor que trouxe a expressão específica de risco climático para países desenvolvidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com o impacto das mudanças climáticas é uma discussão global e está provocando ações de diversos setores para mitigar a interferência humana nesse risco. O Banco Central do Brasil (BCB) atualizou suas regulamentações em relação à gestão de riscos nas instituições financeiras, incluindo diretrizes para medir o impacto das mudanças climáticas na carteira de empréstimos dos bancos brasileiros. Este estudo teve como objetivo medir os impactos das mudanças climáticas na carteira de empréstimos do agronegócio de um banco brasileiro, usando análise de cenários e metodologia de testes de estresse. O estudo também teve como objetivo apresentar o estado atual da discussão internacional sobre riscos climáticos, o papel do setor financeiro nos riscos climáticos, os elementos básicos de interesse para investidores em relação aos riscos climáticos e analisar os resultados dos testes de estresse para o caso selecionado, com a possibilidade de extrapolação para uso como modelo por outras instituições financeiras.

Identificou-se que no horizonte temporal em que o teste de estresse foi aplicado, que os impactos frente a resiliência financeira da instituição escolhida serão afetados de maneira menos branda para o primeiro período de análise (2030), mas que ao longo dos anos, haverá um aumento no impacto em sua carteira de crédito causado pelas alterações climáticas. As variáveis com maior impacto a longo prazo em cada tipo de risco são o índice de satisfação da água para os riscos físicos, que decorre devido ao aumento da escassez do recurso, essencial para o desenvolvimento das culturas. Para o risco de transição, o cenário com maior impacto seria o que manteria as políticas correntes (*CurPol*), sem grandes esforços para uma transição para uma economia de baixo carbono. Apesar do cenário que prevê as emissões líquidas zeradas em 2050 (*NetZero*) possuir taxa maior no médio prazo (2030), essa diferença se torna insignificativa quando verificamos os possíveis impactos no longo prazo caso não haja intervenções para mitigação dos efeitos climáticos.

Desta forma, a mensuração da resiliência de uma instituição financeira aos riscos climáticos através da aplicação de um teste de estresse como uma boa estratégia para iniciar os estudos frente as alterações decorrentes do clima.

Este estudo tem contribuições importantes para a sociedade, academia e empresas. Em relação à sociedade, a pesquisa evidencia a necessidade de que as instituições financeiras considerem as variáveis climáticas em suas estratégias de negócios, para que possam ser mais

resilientes aos riscos decorrentes das mudanças climáticas. Isso pode ajudar a reduzir as perdas e os impactos negativos nas comunidades e economias locais. Para a academia, o estudo contribui para a literatura nacional referente à aplicação de testes de estresse de riscos climáticos no setor bancário, fornecendo uma metodologia que pode ser aplicada em outras instituições financeiras e em outras áreas do mercado. Finalmente, para as empresas, o estudo destaca a importância de considerar os riscos climáticos em suas estratégias de negócios e em suas avaliações de risco. Além disso, o estudo pode incentivar a adoção empresarial de práticas semelhantes para avaliar e mitigar os riscos climáticos em seus negócios.

A limitação deste estudo está relacionada à escolha do objeto, ao horizonte de tempo e às variáveis analisadas. O estudo analisou apenas uma instituição financeira e sua carteira de agronegócio, o que pode limitar a generalização dos resultados para outras instituições financeiras e setores da economia. Os cenários de riscos utilizados neste estudo foram baseados em projeções futuras, o que pode estar sujeito a incertezas e mudanças ao longo do tempo. O estudo considerou apenas riscos climáticos, não levando em conta outros fatores que podem afetar a resiliência financeira de uma instituição, como riscos políticos e regulatórios. O estudo não considerou o impacto das mudanças climáticas em outros aspectos do agronegócio, como a produtividade e a rentabilidade das culturas, o que pode afetar indiretamente a carteira de crédito das instituições financeiras. O resultado considerou a aplicação das variáveis de forma individual sobre a carteira de crédito, o que não considera a interação das variáveis o que pode levar a um resultado de perda distinto. Os resultados do teste de estresse podem ser influenciados por fatores não financeiros, como a reputação da instituição financeira e a percepção dos investidores em relação ao seu desempenho ambiental e social.

Para tanto, como estudos futuros sugere-se ampliar a amostra de instituições financeiras e carteiras de investimentos para aumentar a representatividade dos resultados e validar a aplicabilidade do teste de estresse em diferentes contextos e incorporar outras variáveis climáticas, como eventos climáticos extremos e seus efeitos no agronegócio e na economia em geral. Além disso, sugere-se analisar o impacto das mudanças climáticas em outros setores econômicos e em diferentes regiões do país, desenvolver modelos de previsão de riscos climáticos mais precisos e aderentes às condições climáticas locais, com modelagem ampliadas e projeções estatísticas para além das utilizadas e avaliar a eficácia das medidas prudenciais adotadas pelas instituições financeiras para mitigar os riscos climáticos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Ricardo Teixeira Gregório de. **A pegada de carbono como um dos indicadores de sustentabilidade para medição da responsabilidade socioambiental empresarial: um estudo de caso na unidade sede da Petrobras em Natal-RN**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FERNANDES REI, Fernando Cardozo; GONCALVES, Alcindo Fernandes; DE SOUZA, Luciano Pereira. Paris Agreement: Reflections and Challenges for the International Climate Change Regime. **Veredas do Direito**, v. 14, p. 81, 2017.

SARDEIRO, Luciana da Silva Moraes; DE FARIA BILHIM, João Abreu. Normatização Contábil dos Riscos Climáticos: um ensaio sobre a atuação no interesse público do IASB. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 45050-45078, 2021.

ACORDO DE PARIS SOBRE O CLIMA. Disponível em: < <https://brasil.un.org/pt-br/88191-acordo-de-paris-sobre-o-clima>>. Acesso em: 2 fev. 2023.

GOLDSTEIN, Itay et al. Three branches of theories of financial crises. **Foundations and Trends® in Finance**, v. 10, n. 2, p. 113-180, 2015.

HUANG, Henry He; KERSTEIN, Joseph; WANG, Chong. The impact of climate risk on firm performance and financing choices: An international comparison. **Journal of International Business Studies**, v. 49, p. 633-656, 2018.

DIAS, MARCO ANTONIO; MACHADO, EDUARDO LUIZ. Princípios do Equador: Sustentabilidade e Impactos na conduta ambiental dos bancos signatários brasileiros. **São Paulo**, 2007.

Conti, J. (2005), Considerações sobre as mudanças climáticas globais: Revista do Departamento De Geografia, 16, (p. 70 e 72). São Paulo. **Portal de Revistas da USP**.

MOLION, LCB. O buraco de ozônio: o outro lado da história. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, São Paulo**, v. 16, n. 1, p. 8-11, 1992.

BAPTISTA, Mikilim Nunes; CAMPOS, Dinael Corrêa de. Metodologias de pesquisa em ciências: análises quantitativa e qualitativa. 2. ed. **Rio de Janeiro**: LTC, 2016.

TASK FORCE ON CLIMATE-RELATED FINANCIAL DISCLOSURES. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. TCFD. Basel, 15 Jun. 2017. Disponível em: <https://www.fsb-tcf.org/wp-content/uploads/2017/06/FINALTCFD-Report-062817.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2023.

NETWORK OF CENTRAL BANKS AND SUPERVISORS FOR GREENING THE FINANCIAL SYSTEM. **Macroeconomic and Financial Stability**: Implications of Climate Change. Technical Supplement to the First Comprehensive Report. [S. l.]: NGFS, 2019b. Disponível em: <https://www.ngfs.net/en/technical-supplement-first-ngfs-comprehensive-report>. Acesso em: 02 mar. 2023.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. Annual Report 2021/22. 2022. Disponível em: <https://www.bis.org/about/areport/areport2022.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (Brasil). **Agenda BC#**. Brasília, DF: BCB, 2020a. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/bchashtag>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de Estabilidade Financeira**, out. 2020b. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/content/publicacoes/ref/202010/RELESTAB202010-refPub.pdf>. Acesso em: 25 jan 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de Estabilidade Financeira**, out. 2022. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/content/publicacoes/ref/202210/RELESTAB202210-refPub.pdf>. Acesso em: 22 jan 2023.

BANCO SANTANDER. **Zero emissões de carbono até 2050**. Disponível em: <https://www.santander.pt/institucional/banca-responsavel/crescimento-inclusivo-sustentavel/net-zero-emissoes> Acesso em: 03 mar 2023.

BOLTON, Patrick; DESPRES Morgan; PEREIRA DA SILVA, Luiz Awazu; SAMAMA Frédéric; SVARTZMAN Romain. **The green swan - Central banking and financial stability in the age of climate change**. [S. l.], Bank for International Settlements, 2020. ISBN 978-92-9259-326-1. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/othp31.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2023.

HILBERS, Mr Paul Louis Cerial; JONES, Mr Matthew T.; SLACK, Mr Graham L. **Stress testing financial systems: What to do when the governor calls**. International Monetary Fund, 2004.

Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, 5(4), 210-233.

GARCIA, Pedro Paulo Peres. **A resiliência das empresas brasileiras com melhor desempenho ESG: uma análise durante a crise da Covid-19**. 2022. Tese de Doutorado.

McWilliams, A. (2001). Corporate Social Responsibility: A Theory of the Firm Perspective. **The Academy of Management Review**, 26(1), 117-127.

NOBRE, Carlos A.; REID, Julia; VEIGA, Ana Paula Soares. Fundamentos científicos das mudanças climáticas. **São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE**, 2012.

AZEVEDO, Rosa Eunice Alves. **Climate risks: a factor to be considered in the management of bank credit risks**. 2020. Thesis advisor: Sonia Maria da Silva Gomes. Thesis co-supervisor: Rodrigo de Souza da Silva. 124s. Thesis (Doctorate in Administration) – Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, 2020.

BÜLBÜL, D., KALKBRENER, M., & RAUNIG, B. Bank stress testing in the European Union: An overview of the 2016 exercise. **Journal of Financial Stability**, 2019.

SAMPAIO, Felipe Oliveira. **O impacto do desempenho climático no desempenho financeiro dos bancos: uma análise multi-países**. 2022. Tese de Doutorado.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa - ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986

MEDEIROS, G. *et al.* Impacto climático na produtividade e seguro rural. **Revista da Política Agrícola**. n. 3, p.77-87, 2015. Disponível em:
<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/viewFile/1038/967> Acesso em: 23 fev. 2023

BAUDINO, Patrizia; SVORONOS, Jean-Philippe. **Stress-testing Banks for Climate Change: A Comparison of Practices**. Bank for International Settlements, Financial Stability Institute, 2021.

BAUER, R., KRIEG, N., SCHAFFNER, D. **Climate Risks, Climate Risk Disclosure of Financial Institutions, and Financial Stability**. European Systemic Risk Board, 2021.

NETWORK, Rainforest Action. **Banking on climate chaos: fossil fuel finance report 2021**, 2020.

Zurich Insurance Group. (2021). **Our Climate Journey - Annual Report 2020**. Disponível em: <https://www.zurich.com/en/about-us/zurich-at-a-glance/annual-and-sustainability-reports/2020-annual-report>. Acesso em: 03 abr. 2023