



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SOCIOECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS  
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

STEFANO CAIULA

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS: COMO OS BANCOS CENTRAIS ESTÃO  
ENFRENTANDO OS RISCOS AMBIENTAIS E A TRANSIÇÃO PARA UMA  
ECONOMIA VERDE?**

Florianópolis

2022

STEFANO CAIULA

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS: COMO OS BANCOS CENTRAIS ESTÃO  
ENFRENTANDO OS RISCOS AMBIENTAIS E A TRANSIÇÃO PARA UMA  
ECONOMIA VERDE?**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Econômicas do Departamento de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme de Oliveira.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Caiula, Stefano

Mudanças Climáticas : como os bancos centrais estão enfrentando os riscos ambientais e a transição para uma economia verde? / Stefano Caiula ; orientador, Guilherme de Oliveira, 2022.

67 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio  
Econômico, Graduação em Ciências Econômicas, Florianópolis,  
2022.

Inclui referências.

1. Ciências Econômicas. 2. Mudanças Climáticas. 3.  
Política Monetária. 4. Banco Central. 5. Riscos Climáticos.  
I. de Oliveira, Guilherme . II. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Graduação em Ciências Econômicas. III. Título.

Stefano Caiula

**Mudanças Climáticas: como os bancos centrais estão enfrentando os riscos ambientais e a transição para uma economia verde?**

Florianópolis, 04 de março de 2022.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Guilherme de Oliveira, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Daniel de Santana Vasconcelos, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Roberto Meurer, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certifico que esta é a **versão original e final** do Trabalho de Conclusão de Curso que foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Economia por mim e pelos demais membros da banca examinadora.

---

Prof. Guilherme de Oliveira, Dr.  
Orientador

Florianópolis, 2022.

Este trabalho é dedicado a todos que, de alguma forma, contribuíram com a construção do que sou hoje.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Davide e Alessandra, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram nos momentos mais difíceis. Vocês são meu porto seguro. São dois grandes exemplos para mim e tenho orgulho de ser filho de vocês.

À minha irmã, Beatrice, que com sua alegria e otimismo sempre melhora meu dia.

Aos meus avós, Paulo e Nea, pessoas muito generosas, que sempre estão dispostas em ajudar.

Agradeço à minha grande amiga, Morgana, pessoa com a qual compartilho meu dia a dia, tanto na universidade, quanto no trabalho. Sempre está disposta a me ouvir.

À Daiana, pessoa especial para mim, que me apoiou e incentivou na elaboração desse trabalho.

Aos meus amigos e companheiros de universidade, Arthur e Júlio, com os quais há uma troca constante de opiniões, principalmente, em questões profissionais.

À todos meus amigos que conheci ao longo da vida. Cada um de vocês foi fundamental para meu desenvolvimento pessoal.

Agradeço também ao meu orientador, professor Guilherme, que a partir do primeiro dia, demonstrou-se totalmente disponível em ajudar na produção desse trabalho. Professor, muito obrigado pelo apoio.

Por fim, quero agradecer à Universidade Federal de Santa Catarina, peça fundamental para meu ingresso no mercado de trabalho. No contexto universitário, pude me desenvolver como economista e ser humano. A Universidade não se limita apenas ao conhecimento técnico, é, também, lugar de troca de informações e opiniões para desenvolvimento profissional. É nesse contexto que consegui meu primeiro estágio, o qual possibilitou-me trabalhar na área pela que sempre tive interesse em atuar.

## RESUMO

As mudanças climáticas trazem riscos que ameaçam a economia e a estabilidade do sistema financeiro, impactando, negativamente, na política monetária. Diante desse cenário, os bancos centrais, responsáveis pela estabilidade do sistema financeiro, cada vez mais precisam considerar as mudanças climáticas nos modelos de risco. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi analisar como os bancos centrais têm enfrentado as mudanças climáticas para preservar a estabilidade do sistema financeiro. Esse trabalho dividiu-se em três etapas. Primeiramente, procurou-se entender se é papel dos bancos centrais promover políticas econômicas em favor da sustentabilidade. A literatura ainda tem algumas dúvidas sobre que postura os bancos centrais devem manter diante das mudanças climáticas. Algumas referências ressaltam a importância da neutralidade dos bancos centrais, outras acreditam que uma certa intervenção pode mitigar os riscos climáticos, promover uma transição para uma economia mais verde e, por consequência, preservar o sistema financeiro. Em seguida, pretendeu-se demonstrar quais os prováveis efeitos das mudanças climáticas na economia. Partindo da definição dos conceitos de *clima*, *mudança climática* e *efeito estufa*, foram analisadas as consequências desses fatores na economia, tanto em países desenvolvidos, quanto em países em desenvolvimento. Por fim, pretendeu-se entender como os bancos centrais têm considerado as mudanças climáticas nos seus modelos de risco. Foram analisados o caso brasileiro e três economias de países desenvolvidos, selecionadas a partir de um critério que considera o produto interno bruto (PIB). Percebe-se, neste estudo, que o banco central europeu parece estar em um estágio mais avançado em relação aos outros. A conclusão desses estudos é que as mudanças climáticas impactam no sistema financeiro. Os bancos centrais ainda estão entendendo como enfrentar as mudanças climáticas e desenvolvendo modelos de risco. No entanto, esse não é papel exclusivo deles, é necessária uma ação conjunta com outros órgãos governamentais para conduzir a transição verde.

**Palavras-chave:** Estabilidade Financeira; Banco Central; Riscos Financeiros; Riscos Climáticos; Mudanças Climáticas; Política Monetária.

## ABSTRACT

Climate change brings risks that threaten the economy and the stability of the financial system, negatively impacting monetary policy. Given this scenario, central banks, responsible for the stability of the financial system, increasingly need to consider climate change in risk models. Therefore, the objective of this work was to analyze how central banks have faced climate change to preserve the stability of the financial system. This work was divided into three stages. First, we sought to understand whether it is the role of central banks to promote economic policies in favor of sustainability. The literature still has some doubts about what stance central banks should maintain in the face of climate change. Some references emphasize the importance of central banks' neutrality, others believe that a certain intervention can mitigate climate risks, promote a transition to a greener economy and, consequently, preserve the financial system. Then, it was intended to demonstrate the likely effects of climate change on the economy. Starting from the definition of the concepts of climate, climate change and greenhouse effect, the consequences of these factors on the economy were analyzed, both in developed and developing countries. Finally, it was intended to understand how central banks have considered climate change in their risk models. The Brazilian case and four economies from developed countries were analyzed, selected based on a criterion that considers the gross domestic product (GDP). In this study, it can be seen that the European central bank seems to be at a more advanced stage in relation to the others. The conclusion of these studies is that climate change impacts the financial system. Central banks are still figuring out how to tackle climate change and developing risk models. However, this is not their exclusive role, joint action with other government bodies is needed to drive the green transition.

**Keywords:** Financial Stability; Central bank; Financial Risks; Climate Risks; Climate changes; Monetary policy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Tabela 1</b> – Concessões de crédito rural observada e estimada usando a amostra completa e as subamostras, 2002-2011 (R\$ milhões). .....	20
<b>Tabela 2</b> – Desmatamento observado e estimado usando a amostra completa e as subamostras, 2002-2011 (km <sup>2</sup> ). .....	21
<b>Figura 1</b> – Variação climática da Terra nos últimos 800 mil anos. ....	25
<b>Figura 2</b> – (a) Mudança na temperatura global da superfície (média decadal) conforme reconstruída (1-2000) e observada (1850-2020) - (b) Mudança na temperatura global da superfície (média anual), conforme observado e simulado usando fatores humanos e naturais e a apenas naturais (ambos 1850-2020). .....	26
<b>Figura 3</b> – (a) Aquecimento observado em 2010-2019 em relação a 1850-1900 – (b) Contribuições agregadas para o aquecimento de 2010-2019 em relação a 1850-1900, avaliadas a partir de estudos de atribuição – (c) Contribuições para o aquecimento de 2010-2019 em relação a 1850-1900, avaliadas a partir de estudos de forçamento radiativo. ....	28
<b>Figura 4</b> – Recomendações e orientações da TCFD na divulgação de informações sobre os riscos climáticos. ....	39
<b>Figura 5</b> – Balanço patrimonial do BCB em R\$ bilhões. ....	40
<b>Figura 6</b> – Média ponderada da intensidade de carbono das reservas internacionais. ....	43
<b>Figura 7</b> – Resumo fórmula para cálculo do Waci. ....	44
<b>Figura 8</b> – Perfil de geração de energia. ....	45
<b>Figura 9</b> – Impacto dos riscos físicos e de transição no PIB real. ....	48
<b>Figura 10</b> – Análise do PIB real entre risco transição e físico. ....	50
<b>Figura 11</b> – Probabilidades de inadimplência: mudanças percentuais em relação ao cenário de linha de base. ....	51
<b>Figura 12</b> – Probabilidades de inadimplência em 2050: transição ordenada versus cenário mundial de efeito estufa. ....	52
<b>Figura 13</b> – Desastres Naturais. ....	55
<b>Figura 14</b> – Custo, em bilhões de dólares, de desastres climáticos e meteorológicos nos EUA. ....	58

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS .....	12
<b>1.1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2 PAPEL DOS BANCOS CENTRAIS NA TRANSIÇÃO VERDE.....</b>	<b>15</b>
<b>3 EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ECONOMIA.....</b>	<b>25</b>
<b>4 CONSIDERAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PELOS BANCOS CENTRAIS</b> <b>.....</b>	<b>36</b>
4.1 BANCO CENTRAL DO BRASIL.....	37
4.2 BANCO CENTRAL EUROPEU .....	47
4.3 BANCO CENTRAL DO JAPÃO.....	54
4.4 BANCO CENTRAL DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA .....	58
4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS BANCOS CENTRAIS .....	61
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com os dados do último relatório de agosto 2021 do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), a concentração de gases do efeito estufa (GEE) continuaram a aumentar na atmosfera, atingindo médias anuais de 410 partes por milhão (ppm) para dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 1866 ppm para metano (CH<sub>4</sub>) e 332 ppm para óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) em 2019. Esse incremento de concentração de GEE proporcionou uma degeneração do efeito estufa, com consequente aumento da temperatura. Os GEE contribuíram com um aquecimento de 1,0 graus Celsius (° C) a 2,0 ° C (IPCC, 2021), sendo os principais impulsionadores do aquecimento troposférico desde 1979. É muito provável que a destruição do ozônio estratosférico causada pelo homem, tenha sido o principal impulsionador do resfriamento da estratosfera inferior entre 1979 e meados da década de 1990 (IPCC, 2021).

Esse cenário de aumento da concentração de GEE e consequente elevação da temperatura da Terra acelera as mudanças climáticas, que trazem consequências negativas para o meio ambiente. Atualmente, podemos detectar diversos sintomas de mudanças climáticas no planeta. Suguio (2008) aponta que os Estados Unidos da América do Norte foram atingidos em 2004 por quatro tempestades em cerca de um mês e de 1980 até hoje teriam sido submetidos a um prejuízo de 350 bilhões de dólares. Enquanto isso, no norte da Europa, comenta-se que geleiras da Noruega recuaram 2 quilômetros nos últimos 100 anos e, ao mesmo tempo, presume-se que o degelo tenha se acelerado nessas e em outras geleiras do Círculo Polar Ártico e que ocorreram 30 mil mortes por excesso de calor no verão de 2003. No continente asiático, em 2003, a Índia foi invadida por onda de calor, que matou mais de 1.200 pessoas.

De acordo com Grippa, Schmittmann e Suntheim (2019), embora podemos avaliar os custos imediatos da mudança dos padrões climáticos e dos desastres naturais mais frequentes e intensos, medir os custos econômicos da mudança climática ainda é um trabalho em andamento na literatura. O impacto econômico da mudança climática provavelmente se acelerará, pois, a maioria dos custos potenciais está além do horizonte da análise econômica típica. Sendo assim, o potencial impacto das mudanças climáticas nos obriga a pensar, de forma empírica, nos custos econômicos futuros.

As preocupações com as mudanças climáticas têm sido centrais nas discussões de política econômica nas últimas décadas, com crescente urgência (ILZETZKI; JIA, 2021). Ocorre que as mudanças climáticas não estão afetando apenas os recursos naturais e o meio ambiente, mas também estão produzindo um impacto econômico, correndo o risco, segundo Bolton, Hong, Kacperczyk e Vives (2021), de desestabilizar rapidamente os

mercados financeiros. Desastres naturais podem danificar o capital e a terra, aumentando a taxa de depreciação do capital com impactos de longo prazo na renda e na produção (ARNDT; LOEWALD; MAKRELOV, 2020). Portanto, como bem defendido por Brunnermeier e Landau (2020), o clima deve ser uma parte importante das avaliações de risco financeiro. Os cenários climáticos devem ser conduzidos em paralelo (ou como complementos) aos cenários macroeconômicos, uma vez que o clima tem um impacto óbvio na avaliação dos ativos e passivos de longo prazo. As análises de sensibilidade do clima devem ser conduzidas e atualizadas sistematicamente para as carteiras de seguradoras, investidores institucionais e gestores de ativos.

Todavia, embora os riscos financeiros decorrentes das mudanças climáticas sejam perceptíveis, para Campos (2021) são singulares e totalmente novos. Cada vez mais, haverá necessidade de informações mais precisas dos possíveis impactos que as mudanças climáticas podem ter sobre os ativos físicos e financeiros envolvidos nos investimentos. As decisões econômicas e financeiras de investidores, empresas, governo e outros atores envolvidos no sistema financeiro precisarão de informações consistentes, comparáveis, confiáveis e claras sobre os riscos derivativos dessas alterações. Nesse sentido, para Campos (2021), esses desafios oferecem riscos a estabilidade financeira e econômica para países e governos, pois as empresas e organizações que investem não possuem, em geral, conhecimento adequado a respeito dos impactos, incertezas e riscos climáticos em seus negócios. Como consequência, estas não transmitem todos os riscos a que estão expostas ao setor financeiro, de onde obtêm e serão providos seus recursos para investimento. Sendo assim, dados inadequados e imprecisos sobre tais incertezas e riscos podem levar à precificação incorreta de ativos e alocação incorreta de capital com potenciais danos sobre a estabilidade financeira, uma vez que os mercados podem ficar vulneráveis a correções abruptas (CAMPOS, 2021).

Diante desse cenário, Grippa, Schmittmann e Suntheim (2019) defendem que os bancos centrais, principais responsáveis pela estabilidade do sistema financeiro, reconheçam cada vez mais as implicações das mudanças climáticas para a estabilidade financeira. Campos (2021) reitera que, as mudanças climáticas são fontes de riscos financeiros que ameaçam a estabilidade financeira, pois riscos climáticos que efetivamente provoquem efeitos danosos na economia podem originar crises econômicas inesperadas e de magnitudes imprevisíveis. Nesse sentido, os bancos centrais são os responsáveis pela estabilidade do sistema financeiro, e qualquer perturbação a essa estabilidade requer medidas e ações por parte da autoridade monetária (CAMPOS, 2021).

Segundo Campiglio *et al.* (2017), existem várias maneiras pelas quais os bancos centrais e os reguladores financeiros podem se envolver com as mudanças climáticas e a transição de baixo carbono. Em primeiro lugar, podem favorecer a avaliação de riscos relacionados ao clima, tanto para instituições individuais quanto em nível sistêmico. Em segundo lugar, eles podem empregar as ferramentas políticas à sua disposição para mitigar os riscos relacionados ao clima e apoiar o desenvolvimento de atividades de baixo carbono. Nesse sentido, ao longo da pesquisa, serão apresentadas algumas estratégias adotadas por alguns bancos centrais.

No entanto, vários fatores contribuem para explicar a relutância dos reguladores nas economias de alta renda em usar as regulamentações prudenciais como ferramenta para apoiar a transição de baixo carbono (CAMPIGLIO *et al.*, 2017). Apesar de reconhecer explicitamente a relevância dos riscos financeiros relacionados ao clima, existe um debate sobre a intervenção dos bancos centrais nas mudanças climáticas. Esse debate aborda se eles têm papel de salvaguardar o sistema financeiro e se existe a possibilidade de uma intervenção excessiva comprometer suas autonomias. Essa problemática será analisada ao longo da pesquisa.

Sendo assim, diante desse cenário, esta pesquisa pretenderá responder como alguns bancos centrais estão enfrentando as mudanças climáticas, tanto na questão de inclusão de riscos climáticos nos modelos de risco, quanto na transição para uma economia verde.

## 1.1 OBJETIVOS

Nessa seção, descrevem-se o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse estudo é entender como os bancos centrais estão enfrentando as mudanças climáticas, tanto na questão de inclusão de riscos climáticos nos modelos de risco, quanto na transição para uma economia verde.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos citam-se:

- 1) Entender se é papel do banco central promover a mitigação dos riscos decorrentes das mudanças climáticas, através de políticas de sustentabilidade.
- 2) Descrever os prováveis efeitos econômicos das mudanças climáticas.
- 3) Compreender como alguns bancos centrais têm considerado as mudanças climáticas nos seus modelos de risco.

## 1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente seção apresenta os métodos e técnicas utilizadas na elaboração do trabalho tanto no tocante ao delineamento da pesquisa (complexidade, método, caráter e tipo), quanto no tocante às formas de operacionalização (área e fonte de pesquisa bibliográfica, dados que serão utilizados e suas fontes e técnica utilizada para análise dos dados).

Dada a natureza do mesmo e a intenção de analisar um fenômeno relativamente novo e apresentar uma visão mais geral do tema, este trabalho tem como nível de complexidade a pesquisa exploratória.

Em conjunto à pesquisa exploratória, o trabalho utilizou o método indutivo, ou seja, da observação de casos e fenômenos específicos para a elaboração de uma conclusão geral. Foram analisados casos de diferentes bancos centrais para compreender como a questão ambiental foi considerada nos modelos de risco. O uso dos argumentos indutivos tem por objetivo levar a conclusões de caráter mais amplo relacionado às premissas utilizadas. Ressalta-se que métodos indutivos levam a conclusões prováveis e não a conclusões absolutamente verdadeiras (MARCONI; LAKATOS, 2003).

No tocante ao caráter da pesquisa, enquadra-se no caráter bibliográfico, visto que se caracteriza pela revisão da teoria monetária e textos relacionados à relação entre questão ambiental e modelos de risco dos bancos centrais.

A pesquisa pode ser considerada qualitativa, dado que não se preocupa diretamente com representatividade numérica, mas sim com o aprofundamento da compreensão de como alguns bancos centrais têm enfrentado a questão ambiental. Como critério de seleção, foi utilizado o PIB, coletado da base de dados do Banco Mundial (*World Bank*). Foram analisados países com

PIB alto. Sendo assim, a pesquisa considerou a Europa como bloco único, os Estados Unidos da América, o Japão e o Brasil.

Quanto às formas de operacionalização, num primeiro momento, foi realizada uma pesquisa bibliográfica na área da Economia Monetária que compreende o campo do estudo do funcionamento do sistema monetário. Para o levantamento de referenciais bibliográficos, foram consultados artigos científicos, textos para discussão, trabalhos monográficos de conclusão de curso e periódicos, via Google Acadêmico.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos, além desta parte introdutória, que serão aqui apresentados de forma resumida.

No segundo capítulo, será abordado o conceito de *banco central* e sistema financeiro. Pretende-se entender qual o papel do banco central dentro do sistema financeiro e compreender se é papel dos bancos centrais promover políticas de sustentabilidade, para mitigar os riscos decorrentes das mudanças climáticas. Será discutido o tema da autonomia e independência do banco central na economia.

No terceiro capítulo, mostra-se a revisão dos conceitos de *clima* e *mudanças climáticas*. Em seguida, serão apresentados alguns dados, extraídos do relatório do IPCC, sobre aumento de temperatura no planeta. Por fim, será realizada uma análise sobre fenômenos relacionados às mudanças climáticas, como o *efeito estufa*, através de estudos de alguns autores da área, entendendo quais são os riscos para a economia e o sistema financeiro. Serão definidos os conceitos de *risco físico* e *risco de transição*.

No quarto capítulo, será feita uma análise sobre como alguns bancos centrais têm considerado a questão das mudanças climáticas nos seus modelos de risco, para condução de política monetária.

Por fim, no quinto capítulo traz a conclusão e expõe os principais resultados obtidos ao fim do trabalho, bem como algumas sugestões para trabalhos futuros.

## 2 PAPEL DOS BANCOS CENTRAIS NA TRANSIÇÃO VERDE

*Sistemas financeiros* são definidos pelo conjunto de mercados financeiros existentes numa dada economia, pelas instituições financeiras participantes e suas inter-relações e pelas regras de participação e intervenção do poder público nesta atividade (CARDIM DE CARVALHO, 2012). Sistemas financeiros têm um papel fundamental na economia capitalista, pois permitem a ocorrência de transações financeiras, as quais promovem operações de crédito, importantes para o *investimento*.

Segundo Minsky (1982), a economia capitalista é caracterizada pela existência de dois sistemas de preços relativos com determinantes diferentes. Os preços dos bens correntes dependem da visão sobre as condições de demanda de curto prazo e do conhecimento corrente das taxas de salários nominais, sendo determinados por expectativas de curto prazo. Já os preços dos ativos de capital e dos ativos financeiros (que são preços presentes de rendas futuras) dependem da visão corrente sobre os fluxos de lucros futuros e do valor subjetivo corrente em relação à incerteza incorporada no valor futuro do dinheiro. Com isso, as relações entre estes dois sistemas de preços determinam os investimentos, os quais, em conjunto com outras variáveis, determinam a demanda efetiva e, portanto, o emprego. Porém, é possível que o indivíduo não tenha os recursos necessários para fazer o investimento. Sendo assim, as economias capitalistas modernas, para promover o investimento, no caso de falta de recursos, desenvolveram relações financeiras entre os agentes econômicos.

Relações financeiras são estabelecidas sempre que um agente econômico é capaz de transferir o comando sobre recursos para terceiros, contra o reconhecimento de uma obrigação (e de seu serviço) por parte do beneficiário. Esta transferência habilita o beneficiário a implementar planos de gasto que seriam inviáveis em qualquer outra circunstância. Ela serve, assim, para viabilizar a separação entre quem possui comando sobre a renda social e quem vai utilizá-la efetivamente. A mais simples e fundamental forma de relação financeira conhecida é o crédito. Uma relação de crédito se estabelece, genericamente, quando um agente empresta recursos a outro, por um prazo determinado e é remunerado por isto através do pagamento de juros (CARDIM DE CARVALHO, 2012, p. 212).

Todavia, esse sistema está sujeito a riscos, sendo a mudança climática um deles, que precisam ser levados em consideração, para salvaguardar o sistema.

Os responsáveis pela estabilidade desse sistema são os *bancos centrais* que podem atuar para prever e mitigar os riscos relacionados às mudanças climáticas que afetem a estabilidade financeira. A figura dos bancos centrais nasceu na Europa entre os séculos XVII e XVIII. Nesse período, um banco comercial privado se destacou por ter assumido algumas funções ao longo

do tempo. Estes bancos obtinham relações privilegiadas com o Tesouro, correspondiam ao banco do Governo, emitiam moeda fiduciária e financiavam as atividades do Estado. Com o desenvolvimento dos sistemas bancários, acumularam funções como gestores dos meios de pagamentos, como “banco dos bancos”, como controladores da moeda e do crédito, como prestamistas de última instância e como reguladores e supervisores do sistema bancário (FREITAS, 2005). Atualmente, o principal papel de um banco central é proporcionar a estabilidade macroeconômica externa e interna de um país.

Além de promover a estabilidade do sistema financeiro, os bancos centrais exercem algumas outras funções. De acordo com Cardim de Carvalho (2012), o Banco Central possui algumas funções típicas: emissor de papel-moeda e controlador da liquidez da economia, banqueiro dos bancos, regulador do sistema financeiro e depositário de reservas internacionais do país. O Banco Central detém o monopólio de emissão de papel-moeda e de cunhagem de moedas metálicas, podendo, ainda, controlar a quantidade de papel-moeda em circulação, isto é, o tamanho da base monetária. Erb (1989) afirma que é através da condução da *política monetária* que o banco central exerce sua intervenção na economia. Schlottfeld (2009) define *política monetária* como o controle de oferta da moeda, de crédito e das taxas de juros, de modo que estes controles garantam a liquidez ideal para cada momento da economia. A política monetária tem como objetivo atingir a estabilidade de preços. Além deste, também são seus objetivos o maior nível de emprego, maior crescimento econômico, estabilidade da taxa de câmbio, prevenção de falências bancárias, solidez e estabilidade do sistema financeiro, entre outros. De acordo com Erb (1989), um dos dilemas com que um banco central frequentemente se depara é ter de optar entre medidas econômicas capazes de favorecer a estabilidade de preços a longo prazo – e, portanto, melhores perspectivas de crescimento e os efeitos negativos dessas medidas sobre o crescimento econômico a curto prazo.

Ao longo dos últimos anos, os bancos centrais reconheceram, cada vez mais, que as mudanças climáticas são uma fonte de grandes riscos para o sistema financeiro. Segundo Bolton (2020), na ausência de políticas climáticas bem coordenadas e ambiciosas, tem havido uma consciência crescente da relevância dos riscos físicos e de transição e de como estes afetariam a estabilidade do setor financeiro. Sendo assim, o combate às mudanças climáticas tornou-se uma prioridade em diversos países e os bancos centrais, por serem os responsáveis por manter a estabilidade de preços e sistema financeiro, foram chamados a contribuir.

O potencial risco sistêmico ao sistema financeiro representado pelas mudanças climáticas e as consequências à economia de países e regiões, faz com que os bancos centrais e os reguladores do sistema financeiro tenham destaque na liderança em direção a finanças verdes e sustentáveis e a economia de baixo carbono (CAMPOS, 2021, p. 65).

Portanto, à luz dos efeitos potencialmente grandes e incertos que as mudanças climáticas devem ter, é altamente justificável que os bancos centrais façam uma avaliação do risco total que isso implica tanto para a estabilidade financeira quanto para a política monetária daqui para frente.

Todavia, existe um debate acerca do nível de intervenção dos bancos centrais na questão climática. A promoção de políticas verdes por parte dos bancos centrais poderia ferir o princípio de autonomia desse agente.

No período recente, diversos países realizaram modificações na legislação dos bancos centrais de forma a torná-los mais autônomos em relação ao governo. Tais mudanças visam conceder maior autonomia para as autoridades monetárias de forma que estas direcionem sua atenção ao objetivo principal da estabilidade de preços em detrimento de outros objetivos, como alto nível de emprego, crescimento econômico, financiamento do déficit orçamentário etc. (MENDONÇA, 2000, p. 102).

Com isso, o objetivo desse capítulo é entender o papel dos bancos centrais na questão da transição climática. De acordo com Mendonça (2000), define-se como *autonomia* a capacidade do banco central em não ceder diante das forças políticas, pois há a necessidade de independência institucional em relação aos poderes Executivo e Legislativo. Os bancos centrais, para manter sua autonomia, devem prezar pela neutralidade. Nas palavras de Bartholomew e Diggle (2021), *neutralidade* significa que o banco central define a política monetária para afetar as variáveis agregadas da macroeconomia – crescimento nominal e emprego ao invés de afetar fatores de alocação microeconômicos. Na medida em que o banco central começa a se envolver em algumas questões alocativas, ele pode se ver sob pressão do governo ou de determinados grupos de interesse, para intervir em cada vez mais áreas e setores da economia. Essa pressão pode levar à politização gradual do banco central, o que pode minar a confiança na estabilidade de preços.

As atribuições específicas de cada banco central são um norte para guiar as ações que direcionem o sistema financeiro à uma economia verde e sustentável. Os custos da inatividade ou de poucas ações na promoção da economia verde podem se tornar imensuráveis e destruir a economia de um país ou região, em um mundo com rápida degradação ambiental e acelerado aquecimento global. Entretanto, sobrecarga em suas atividades e atuações em áreas diferentes de suas competências e mandatos legais podem trazer possíveis perdas de autonomia e credibilidade. Adicionalmente, há o risco de intervenções indevidas no mercado, com consequências ainda piores que as tentativas de promover sustentabilidade ao sistema financeiro (CAMPOS, 2021, p. 67).

No que diz respeito à questão climática, Bolton (2020) afirma que usar os bancos centrais como os principais agentes da transição é arriscado. Uma excessiva intervenção pode levar a potenciais distorções de mercado e o risco de sobrecarregar os mandatos existentes dos bancos centrais. Os banqueiros centrais não são funcionários eleitos e não devem substituir ou contornar os debates necessários na sociedade civil. Além disso, mitigar as mudanças climáticas requer uma combinação de políticas fiscais, industriais e de ordenamento do território (para citar apenas algumas) nas quais os bancos centrais não têm experiência. Os bancos centrais não têm, atualmente, competência para liderar os debates nas áreas de política fiscal, de transportes, industrial, de agricultura, entre outras (BOLTON, 2020).

Nesse sentido, Tirole (2021) critica a política de precificação do carbono, que, de acordo com Nicolletti e Lefèvre (2016), consiste no pagamento dos custos sociais da emissão de GEE por parte das empresas ou indivíduos, como medida de transição verde. Tirole (2021) reconhece que a precificação do carbono traz alguns benefícios como: encorajar os agentes (empresas e indivíduos) que podem eliminar sua poluição a um custo relativamente baixo; estimular a inovação verde. Ao monetizar a propriedade intelectual associada à pesquisa e desenvolvimento (P&D) verde, permite que as *startups* recebam financiamento de investidores privados e alcancem a escala necessária. É simples, pois permite que os consumidores ajam pelo clima, pois o preço que pagam por um produto captura o custo de todas as emissões ao longo da cadeia de valor. Como informações para implementação, requer apenas a medição das emissões. Todavia, os bancos centrais não têm os instrumentos para mensurar as emissões de GEE e, portanto, não têm a capacidade para estabelecer o preço do carbono e acompanhar as emissões de GEE futuras.

Segundo pesquisas do IPCC, para manter o aquecimento global abaixo de 1,5°C, não devem ser emitidos mais de 700 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (até uma faixa de incerteza). Sendo assim, Tirole (2021) explica que o preço do carbono resulta então da compensação do mercado: aqueles que consideram muito caro reduzir sua poluição podem comprar uma permissão daqueles que detêm licenças não utilizadas. Na prática, porém, há uma incerteza substancial

sobre a velocidade do aquecimento global, sobre o advento e o custo das tecnologias verdes e, por último, mas não menos importante, sobre a vontade política de lidar com as mudanças climáticas. A incerteza implica que o orçamento de carbono precisará ser revisado ao longo do tempo à medida que as notícias forem surgindo, com consequências para os preços do carbono. Infelizmente, isso cria incerteza para empresas, famílias e inventores: é difícil para eles entender como o atual orçamento de carbono se traduzirá em preços futuros de e, portanto, planejar seus investimentos. As apostas financeiras associadas a essas decisões dependem não tanto do preço do carbono de hoje, mas sim dos preços do carbono que prevalecerão no futuro. Sendo assim, considerando os riscos da precificação do carbono, no longo prazo, são os Estados que devem assumir a responsabilidade por isso, de forma totalmente transparente e sem pôr em causa as finanças, a credibilidade e a independência dos bancos centrais.

Por outro lado, na concepção keynesiana, a política monetária tem papel de estabilizador econômico, minimizando as incertezas que afetam os agentes em suas tomadas de decisões. Mendonça (2000) explica que, nessa perspectiva keynesiana, a política monetária não é vista como subordinada à outra política, mas também não é considerada independente. Ela age em conjunto com outras políticas para que sejam atingidos objetivos em comum, como crescimento econômico. Além disso, não se concebe as políticas adotadas pelo governo como antagônicas ao interesse dos agentes privados. Portanto, a análise keynesiana não pode ser reduzida ao trade-off de curto termo entre inflação e desemprego da interpretação monetarista (MENDONÇA, 2000,). Nesse sentido, no caso das mudanças climáticas, de acordo com Bartholomew e Diggle (2021), o envolvimento do banco central é fundamental porque pode promover políticas de mitigação dos riscos climáticos. Segundo Bolton (2020), embora algumas das ações necessárias não sejam da competência dos bancos centrais e supervisores, elas são de seu interesse direto na medida em que salvaguardem o sistema financeiro.

Um importante estudo elucidou esse ponto. Em 2008, o BCB introduziu a Resolução 3.545 que instituiu uma condição para a concessão de crédito rural no Bioma Amazônia. Para obter crédito, os mutuários deveriam apresentar provas de conformidade com normas ambientais, legitimidade de seus títulos de terras e regularidade de seus estabelecimentos rurais. Um estudo, conduzido por Assunção *et al.* (2015), estima que cerca de R\$ 2,9 bilhões (US\$ 1,4 bilhões) em crédito rural não foram contraídos entre 2008 e 2011 devido às restrições impostas pela Resolução 3.545. Essa redução no crédito impediu o desmatamento de mais de 2.700 km<sup>2</sup> de área de floresta, representando uma queda de 15% do desmatamento no período.

Exploramos a variação na concessão de crédito causada pela Resolução 3.545 para identificar o efeito do crédito rural sobre o desmatamento. Os resultados sugerem que o crédito tem uma relação positiva e fortemente significativa com o desmatamento - a redução de crédito rural induzida pela resolução levou a uma diminuição do desmatamento no Bioma Amazônia. Em particular, os municípios onde o crédito diminuiu mais como resultado da Resolução 3.545 foram também os que apresentaram as quedas mais nítidas em desmatamento. Simulações contrafactuais indicam que, na ausência da restrição de crédito imposta pela Resolução 3.545, cerca de 2.700 km<sup>2</sup> adicionais de área de floresta teriam sido desmatados entre 2009 e 2011. Considerando que a taxa de desmatamento na Amazônia Legal no final dos anos 2000 foi de cerca de 5.000 km<sup>2</sup> por ano, o efeito atribuído à resolução é bastante impressionante (ASSUNÇÃO *et al.*, 2013, p. 4).

**Tabela 1** – Concessões de crédito rural observada e estimada usando a amostra completa e as subamostras, 2002-2011 (R\$ milhões).

	AMOSTRA COMPLETA			MUNICÍPIOS PREDOMINANTEMENTE PECUARISTAS			MUNICÍPIOS PREDOMINANTEMENTE AGRÍCOLAS		
	OBSERVADO	ESTIMADO	DIFERENÇA	OBSERVADO	ESTIMADO	DIFERENÇA	OBSERVADO	ESTIMADO	DIFERENÇA
2002	1.595			1.107			487		
2003	2.306			1.509			797		
2004	3.002			1.954			1.047		
2005	2.982			2.059			922		
2006	2.623			1.960			662		
2007	2.630			1.884			746		
2008	2.506	3.174	668	1.785	2.336	550	719	861	141
2009	2.772	3.594	821	1.968	2.658	690	798	965	166
2010	3.203	3.852	649	2.360	2.934	574	837	960	123
2011	3.170	3.928	758	2.259	2.989	731	905	996	91
<b>2008-2011 TOTAL</b>	<b>11.651</b>	<b>14.547</b>	<b>2.896</b>	<b>8.372</b>	<b>10.918</b>	<b>2.545</b>	<b>3.260</b>	<b>3.781</b>	<b>521</b>

Fonte: Assunção et al (2013).

Nota: Os números apresentados nas colunas nomeadas “estimado” foram calculados em simulações contrafactuais e referem-se a estimativas do que teria ocorrido na ausência da política.

A Tabela 1 representa as concessões de crédito rural, enquanto a Tabela 2, representa o desmatamento observado. A partir dessas duas amostras, pode-se inferir que existe uma relação entre concessão de crédito e desmatamento, principalmente na pecuária.

**Tabela 2** – Desmatamento observado e estimado usando a amostra completa e as subamostras, 2002-2011 (km<sup>2</sup>).

	AMOSTRA COMPLETA			MUNICÍPIOS PREDOMINANTEMENTE PECUARISTAS			MUNICÍPIOS PREDOMINANTEMENTE AGRÍCOLAS		
	OBSERVADO	ESTIMADO	DIFERENÇA	OBSERVADO	ESTIMADO	DIFERENÇA	OBSERVADO	ESTIMADO	DIFERENÇA
2002	21.549			18.820			2.728		
2003	25.686			21.635			4.051		
2004	23.087			19.708			3.378		
2005	20.087			17.656			2.431		
2006	9.946			8.823			1.123		
2007	10.565			9.372			1.193		
2008	11.295			9.757			1.539		
2009	5.220	5.688	468	4.566	5.149	584	654	818	165
2010	5.657	7.398	1.741	4.690	5.456	766	966	1.150	184
2011	5.119	5.693	574	4.473	4.316	-158	645	525	-120
<b>2009-2011 TOTAL</b>	<b>15.995</b>	<b>18.778</b>	<b>2.783</b>	<b>13.730</b>	<b>14.922</b>	<b>1.192</b>	<b>2.265</b>	<b>2.493</b>	<b>229</b>

Fonte: Assunção *et al* (2013).

Nota: Os números apresentados nas colunas nomeadas “estimado” foram calculados em simulações contrafactuais e referem-se a estimativas do que teria ocorrido na ausência da política.

Analisando as Tabelas 1 e 2, pode-se perceber, a partir de 2008, como a limitação do crédito impactou, positivamente, no desmatamento. Ademais, percebe-se que essa estratégia de sustentabilidade teve maior efeito nos municípios predominantemente pecuaristas. Isso sugere que pecuaristas são mais restritos a crédito, já que as mudanças na disponibilidade de crédito subsidiado para essa categoria estão relacionadas a maiores mudanças no desmatamento. Portanto, esse estudo sugere que o condicionamento do crédito rural pode ser um instrumento de política efetivo para o combate ao desmatamento. Fearnside (2005) aponta o aumento das emissões de GEE como consequência do desmatamento. Os incêndios florestais emitem gases de efeito estufa. O grande incêndio de Roraima de 1998 liberou, através da combustão, de 17,9 a 18,3×10<sup>6</sup> toneladas de carbono equivalente ao carbono de CO<sub>2</sub>, dos quais 67% (12,0 a 12,3×10<sup>6</sup> toneladas de carbono) foram provenientes de queimadas na floresta primária. Como já apontado precedentemente, o aumento de concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, agrava o fenômeno do efeito estufa, provocando aumento da temperatura terrestre, com consequentes mudanças climáticas.

Todavia, mesmo estando mais presentes na promoção de políticas de mitigação dos riscos climáticos, os bancos centrais precisam manter sua autonomia.

O *trade-off* é real e difícil. Se o banco central avaliasse a situação por si mesmo e contemplasse ações, sua legitimidade seria contestada (Tucker 2018). Além disso, se exporia a várias pressões políticas. Por outro lado, se solicitar alguma orientação formal por parte de órgãos eleitos (por exemplo, o parlamento), corre o risco de alimentar a percepção de que perdeu sua independência. Pode haver maneiras e procedimentos sutis para navegar entre esses riscos, mas os perigos são reais e justificariam uma grande cautela. Em todas as circunstâncias, o banco central deve manter o absoluto poder de interromper qualquer ação ou programa se seu objetivo prioritário – estabilidade de preços – for comprometido (BRUNNERMEIER; LANDAU, 2020, p. 225).

Para manter sua neutralidade e exercer seu papel de estabilizador do sistema financeiro, o banco central pode incentivar soluções alocativas por meio de outros órgãos governamentais.

Os bancos centrais devem então estimular e apoiar essas soluções que venham a ser realizadas por outros órgãos governamentais, para assim evitar que sejam necessárias maiores intervenções pelas autoridades monetárias no mercado de crédito e alocação de capital que visem corrigir as distorções e imperfeições do sistema financeiro. Essas intervenções e a regulação dada pelos bancos centrais que redirecionem capital e recursos podem ser interpretadas como soluções *second-best* de internalização de externalidades e devem evitar efeitos negativos maiores do que os já existentes caso nada seja feito em outras instâncias (CAMPOS, 2021, p. 69).

Todavia, Campos (2021) aponta que, caso a intervenção dos bancos centrais seja necessária - em uma situação de colapso do sistema, por exemplo - é preciso empregar mecanismos de intervenção tanto pela política monetária quanto por instrumentos regulatórios e prudenciais. Para mitigar as possíveis repercussões negativas de uma plausível perda de autonomia, será necessária a promoção de políticas que melhorem a divulgação de informações. Eichengreen *et al.* (2011) aponta que uma possível solução seria o aperfeiçoamento de relatórios, para dar legitimidade para as ações dos bancos centrais através de clara comunicação de suas avaliações dos riscos, bem como as justificativas para a tomada de decisão política da intervenção.

Segundo um estudo de McKibbin *et al.* (2017), políticas de mudanças climáticas podem ter implicações importantes na política monetária e vice-versa. Por exemplo, uma política de precificação do carbono poderia afetar o preço de alguns setores, como o de energia, fornecendo resultados de preços estáveis e previsíveis, e outros mais voláteis. Tudo o mais constante, preços mais voláteis representam maiores desafios para as autoridades do banco central do que preços mais previsíveis, em parte porque complicam a previsão de inflação e outras variáveis econômicas que os bancos centrais usam para referenciar suas políticas. Da mesma forma, a política monetária pode ter impactos importantes sobre os resultados macroeconômicos da política de redução de emissões e eventos climáticos extremos. Por exemplo, se os preços continuamente crescentes devido às restrições de carbono induzirem o banco central a aumentar

as taxas de juros para desacelerar a inflação, isso exacerbaria a queda na atividade econômica geral da política de carbono, reduzindo assim a produção interna bruta (PIB), o emprego e o bem-estar relativo. a outras maneiras pelas quais um banco central poderia reagir (MCKIBBIN *et al.*, 2017).

Do ponto de vista monetário, um imposto sobre o carbono é um choque de oferta agregada complexo. Por um lado, o imposto aumenta os custos no setor de energia fóssil e, assim, reduz a produção total que pode ser produzida para um determinado conjunto de fatores primários. Por outro lado, se a receita do imposto for usada para reduzir outros impostos distorcidos, esse componente da política seria um choque de oferta na outra direção, reduzindo custos e aumentando o produto potencial. Para simplificar as coisas, na discussão abaixo vamos supor que o impacto macroeconômico líquido, sem levar em conta os benefícios ambientais da política, seja negativo, ou seja, que quaisquer impactos positivos sobre a oferta de reduções em outros impostos não são suficientes para compensar totalmente o impacto negativo do próprio imposto sobre o carbono. Assim, o produto real pode retornar à sua taxa básica de crescimento, mas o nível de produção seria menor a cada momento em relação ao que teria sido (MCKIBBIN *et al.*, 2017).

Alguns analistas também estão preocupados que a ruptura climática e as respostas políticas a ela possam enfraquecer a estabilidade financeira, o que alguns autores argumentam que deveria ser uma responsabilidade adicional dos bancos centrais (CARNEY, 2015; BANK OF ENGLAND, 2015). Estão surgindo pesquisas sobre como a política monetária poderia promover a estabilidade financeira relacionada ao clima, com alguns defensores defendendo arranjos de *quantitative easing* (QE) 'verdes' por muitos bancos centrais (MURPHY; HINES, 2010; CAMPIGLIO, 2016). Além do uso dos programas de QE, alguns defendem a inclusão da estabilidade financeira como um objetivo permanente da política monetária, particularmente em uma economia propensa a choques de oferta persistentes que colocam em risco a estabilidade financeira (CECCHETTI *et al.*, 2000; WOODFORD, 2012). No entanto, o argumento de longa data que permanece é que a política monetária deve se concentrar nos objetivos tradicionais de estabilidade de preços e produção, com preocupações de estabilidade financeira mais bem tratadas por ferramentas regulatórias, como políticas macroprudenciais (BERNANKE; GERTLER, 1999; 2001; BANK OF ENGLAND, 2015).

Portanto, os bancos centrais precisam garantir a solidez e a estabilidade do sistema financeiro, sem se sobrepor ao papel de legislador. Eles precisam ter uma atuação mais proativa e se tornarem, nas palavras de Campos (2021), um ponto de coordenação para as diversas mudanças que serão necessárias entre os agentes do sistema financeiro. Sendo assim, ao liderar

essas mudanças e promover a mitigação dos riscos climáticos, a autoridade monetária não está extrapolando suas atribuições, mas justamente buscando o objetivo de preservá-las.

Os bancos centrais podem e devem propor novas políticas e ações, tanto a legisladores e órgãos do governo quanto ao setor privado, levando em conta pelo menos três fatores cruciais no embate entre mudanças climáticas e estabilidade financeira: os riscos, o horizonte de tempo e a resiliência do sistema (BOLTON *et al.*, 2020, p. 48).

De acordo com as recomendações do *The Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System* (NGFS), governos devem envidar esforços para implementar políticas que incentivem práticas sustentáveis, enquanto as firmas e organizações devem desenvolver estratégias de negócios e controles de gerenciamento de riscos em busca da sustentabilidade a longo prazo.<sup>1</sup>

Diante desse debate e a preocupação com os dados apresentados pelo IPCC, torna-se importante entender como os riscos climáticos impactam a economia.

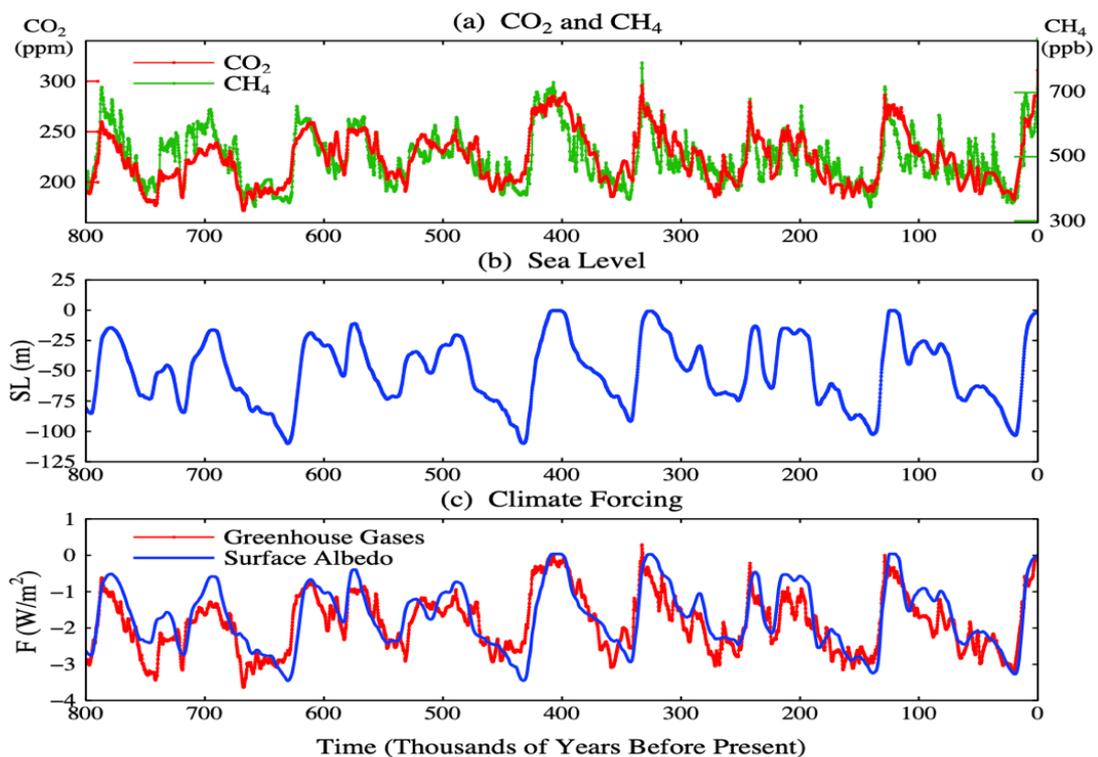
---

<sup>1</sup> A *network of central banks and supervisors for greening the financial system* (NGFS) é um grupo de bancos centrais e supervisores dispostos, de forma voluntária, a compartilhar as melhores práticas e contribuir para o desenvolvimento do meio ambiente e gestão de risco climático no setor financeiro e para mobilizar financiamento geral para apoiar a transição para uma economia sustentável.

### 3 EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ECONOMIA

De acordo com IPCC, *mudança climática* refere-se à variação, estatisticamente significativa, tanto na média quanto na variância do clima, persistindo por período acima de uma década. Esse fenômeno pode ocorrer devido a processos naturais ou através de mudanças antropogênicas que alteram a composição da atmosfera. O clima, definido por Sorre (1951) como a série dos estados da atmosfera, em sua sucessão habitual, varia naturalmente em todas as escalas temporais e espaciais. Na Figura 1, são apresentadas as variações de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>; nível do mar e forçantes climáticas resultantes para os últimos 800 mil anos. Tais dados foram coletados a partir do registro deixado pelas bolhas de ar aprisionadas nas geleiras da Antártica (NOBRE, REID; VEIGA, 2012).<sup>2</sup> Logo, existe uma variação climática natural da Terra.

**Figura 1**– Variação climática da Terra nos últimos 800 mil anos.



Fonte: Nobre, Reid e Veiga (2012).

Nota: CO e CH , nível do mar e forçantes climáticas resultantes para os últimos 800 mil anos.

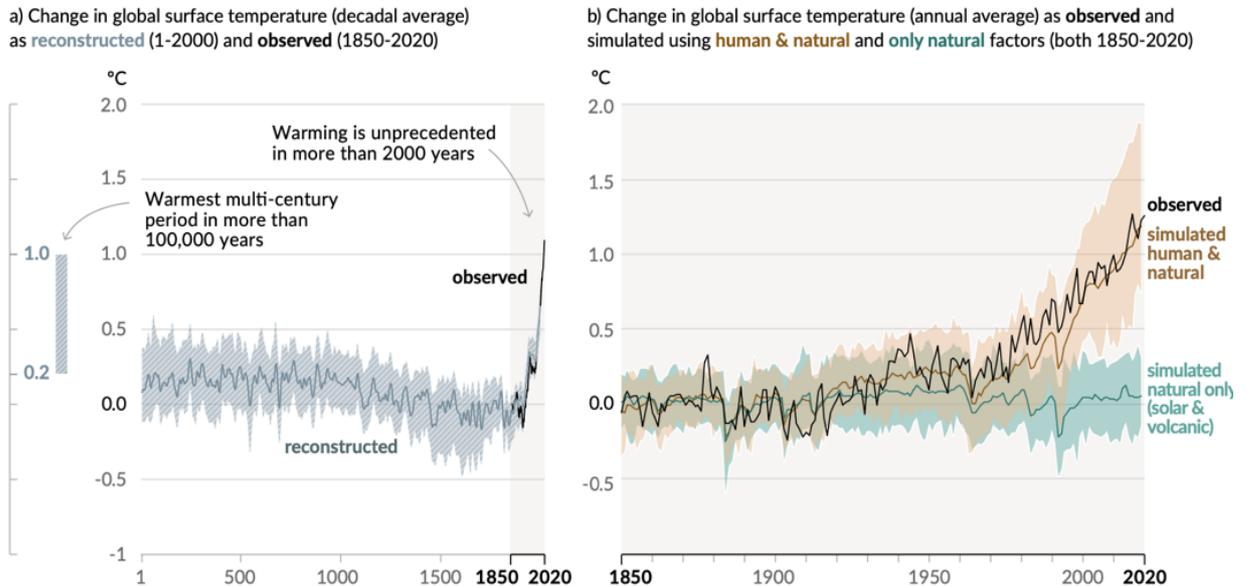
Eixo x: tempo (mil) Eixo y: quantidade.

<sup>2</sup> Forçantes climáticas, componentes do sistema climático e variações no clima. As forçantes aparecem como fatores que impulsionam as mudanças climáticas. Elas influenciam os componentes do sistema climático a interagirem entre si, provocando mudanças no clima. Adaptado de RUDDIMAN (2001).

Todavia, dados do IPCC 2021 apontam que desde 1850, o aumento médio da temperatura está cada vez mais intenso. A Figura 2 nos apresenta dois dados. O painel “a” mostra a mudança da temperatura média da Terra, enquanto, o painel “b” separa os fatores humanos e naturais dos fatores naturais para analisar esse aumento da temperatura desde 1850 até 2020.

A partir no painel a, percebe-se que nos últimos 150 anos, período das revoluções industriais e, conseqüentemente, de maior emissão de GEE, a temperatura média da Terra sofreu um aumento relevante. Ademias, por meio do painel b, que isola esse intervalo de tempo entre 1850 e 2020, observa-se que não foi algo causado apenas por fatores naturais. Quando incluímos, nessa análise, os fatores humanos, percebe-se esse aumento da temperatura média da Terra. Com isso, pode-se deduzir o quanto o fator humano tem influenciado no aquecimento terrestre.

**Figura 2** – (a) Mudança na temperatura global da superfície (média decadal) conforme reconstruída (1-2000) e observada (1850-2020) - (b) Mudança na temperatura global da superfície (média anual), conforme observado e simulado usando fatores humanos e naturais e a apenas naturais (ambos 1850-2020).



Fonte: IPCC (2021).

Nota: painel a é uma reconstrução da variação da temperatura terrestre até 2020. Painel b separa o fator humano do fator natural na análise de variação da temperatura.

Eixo x: tempo. Eixo y: aumento temperatura.

De acordo com Guerra (2009) a origem da exploração mais intensa dos recursos ambientais remonta à revolução industrial. Houve a substituição do modo de produção doméstico pelo sistema fabril, produzindo um enorme impacto sobre a estrutura da sociedade,

num processo de transformação acompanhado por notável evolução tecnológica. Nesse contexto, o consumo tornou-se desenfreado e, para atender esse aumento de demanda do mercado, a busca de matérias primas foi cada vez mais intensa. Isso gerou uma exploração descontrolada global dos recursos naturais existentes no planeta. Portanto, a partir século XX, o sistema econômico cresceu de maneira significativa propiciando uma grande mudança no sistema ecológico, acarretando assim exaurimento dos recursos naturais e incapacidade dos ecossistemas de absorverem as agressões impostas pela expansão econômica. Com isso, é a partir dessa mudança do modo de produção que se evidencia o aumento da temperatura terrestre, ocasionando o início da crise ambiental.

O principal fenômeno relacionado ao aquecimento global é o *efeito estufa*, que consiste na retenção de calor pela atmosfera em razão da presença excessiva de compostos gasosos em sua estrutura (GUERRA, 2009). Ocorre que, com a Revolução Industrial se intensificou a queima de combustíveis fósseis, cujo efeito é a formação de gases que alteram o equilíbrio ambiental.

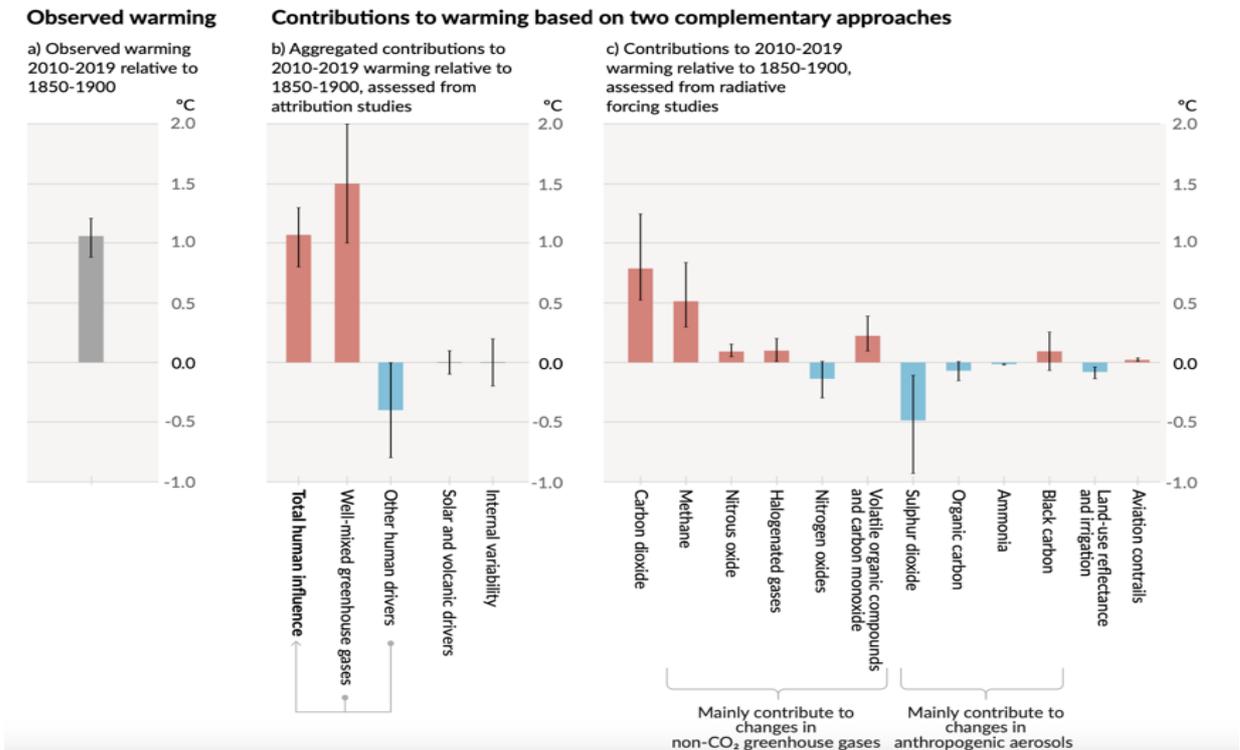
O efeito-estufa é um fenômeno natural existente na superfície terrestre. Há cerca de 200 anos passados, subsequentemente à Grande Revolução Industrial em escala mundial, o ser humano passou a exalar gases-estufa (principalmente dióxido de carbono) em grande quantidade, acompanhando a crescente industrialização e passou a intensificar o fenômeno natural (SUGUIO, 2008, p. 17).

Nas palavras de Guerra (2009) o efeito estufa é um fenômeno natural extremamente importante sem o qual não existiria vida na Terra. Sem esse fenômeno, a temperatura seria de aproximadamente 30° C mais fria. Portanto, sua função é manter aquecida a Terra para que haja vida.

Ao chegar à Terra, parte da energia do sol é aprisionada na atmosfera e isso a mantém aquecida, a uma temperatura média de 30o Celsius. É esse efeito benéfico que os cientistas chamam de efeito estufa e sem ele não haveria vida na Terra nem nos oceanos, pelos menos com a riqueza e diversidade que temos hodiernamente (GUERRA, 2009, p. 192).

Todavia, de acordo com o Figura 3, pode-se constatar que a temperatura média da Terra está aumentando e os gases do efeito estufa (GEE) são os principais responsáveis pelo aquecimento da Terra.

**Figura 3** – (a) Aquecimento observado em 2010-2019 em relação a 1850-1900 – (b) Contribuições agregadas para o aquecimento de 2010-2019 em relação a 1850-1900, avaliadas a partir de estudos de atribuição – (c) Contribuições para o aquecimento de 2010-2019 em relação a 1850-1900, avaliadas a partir de estudos de forçamento radiativo.



Fonte: IPCC (2021).

Nota: painel a representa o aumento de temperatura observado no período entre 2010-2019 com base no período 1850-1900. Painel b separa os agentes responsáveis por esse aumento da temperatura. Painel c separa os GEE responsáveis pelo aumento da temperatura.

Eixo x: agentes Eixo y: aumento temperatura.

Suguió (2008) afirma que o ambiente químico ótimo para sobrevivência dos seres vivos é composto de 78% de nitrogênio ( $N_2$ ); 21% de oxigênio ( $O_2$ ); 0,9% de argônio (Ar); 0,03% de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e vapor d'água. O  $CO_2$  é um gás que promove, naturalmente, o efeito estufa e sem a sua presença, a temperatura terrestre seria de  $-18^\circ C$ . Logo, percebe-se que qualquer pequena alteração da quantidade de  $CO_2$  na atmosfera impacta no clima.

A existência de cerca de 0,03% de  $CO_2$  na atmosfera terrestre provoca o fenômeno natural de efeito-estufa que tem mantido a temperatura média global em torno de  $15^\circ C$  centígrados. Se o teor deste gás fosse de 0%, a temperatura média na superfície terrestre desceria para  $-18^\circ C$ , transformando-se em ambiente inóspito à vida da maioria dos seres vivos (SUGUIÓ, 2008, p. 18).

A Figura 3c mostra que o  $CO_2$  é o gás que mais participa no agravamento do efeito estufa. Suguió (2008) afirma que atualmente o teor desse gás é 0,035%, podendo chegar a 0,06%. Tal aumento, segundo o autor, pode causar um incremento médio da temperatura em

2°C, provocando, conseqüentemente, a intensificação do aquecimento global. O que explica essa ampliação do efeito estufa é a exploração humana da natureza.

Além da industrialização, que estimula muito o aumento de gases de efeito estufa na atmosfera, como o gás carbônico em virtude da queima de combustível fóssil, apresenta-se, igualmente como grandes problemas, as queimadas das florestas e a poluição provocada pelo excesso de veículos nas cidades muito populosas que faz com que o CO<sub>2</sub> se acumule no ar, absorvendo mais calor (GUERRA, 2009, p. 193).

A contínua emissão de GEE altera a composição da atmosfera e favorece as mudanças climáticas. Afirma Mendonça (2003) que a elevação do volume de gases de aquecimento na alta troposfera, associada à destruição da camada de ozônio estratosférico, está provocando uma considerável transformação da composição atmosférica e do mecanismo de seus gases. Isso pode trazer conseqüências negativas para o meio ambiente e mudanças climáticas a nível global. Esse desequilíbrio na composição da atmosfera poderá prejudicar algumas regiões do planeta.

Provavelmente a maioria das pessoas deve achar que o incremento de 2º centígrados na temperatura média da superfície terrestre possa ser ignorado. Entretanto, em função das peculiaridades da Terra, este fato deverá originar regiões com temperaturas muito mais altas ou muito mais baixas que a média. Simultaneamente deverão surgir mudanças nas correntes oceânicas e possivelmente os seus efeitos se estenderão por todo o planeta. As vidas dos seres humanos e de outros animais serão afetadas por seqüência de inconveniências inimagináveis atualmente e certamente ficarão incomodados (SUGUIO, 2008, p. 19).

Ademais, esse aumento da temperatura não atinge uma região em específico. É de interesse do mundo diminuir a emissão de GEE para preservar o meio ambiente e a vida.

A concentração excessiva dos gases causadores do efeito estufa gera o aumento da temperatura terrestre fazendo com que o problema acima indicado ganhe contornos universalistas “globalizando” o problema, no sentido de que todos serão afetados pelos efeitos nocivos que são produzidos pelo mesmo (GUERRA, 2009, p. 194).

Sendo assim, as mudanças climáticas já estão bem visíveis e cada vez mais frequentes, trazendo conseqüências para a humanidade.

Grandes tragédias já aconteceram devido ao aumento da temperatura. Um bom exemplo foi o verão de 2003 na Europa, quando foram registrados os recordes de temperaturas mais elevadas, causando a morte de aproximadamente 35 mil pessoas. O derretimento das calotas polares localizadas em superfícies continentais tem sido uma outra grande preocupação. Caso as calotas continuem a derreter num ritmo acelerado, o nível dos oceanos pode vir a elevar-se, fazendo com que milhares de pessoas que vivem em regiões costeiras tenham que deixar suas casas (SANTOS, 2014, p. 4).

Do ponto de vista econômico, as mudanças climáticas podem trazer consequências negativas, pois, os riscos relacionados ao clima podem ameaçar a economia e o sistema financeiro. A mudança climática é um risco e um potencial gatilho para provocar instabilidade financeira por meio de vários canais que são vulneráveis a causar instabilidade severa (LÖYTTNIEMI, 2021). Segundo Campos (2021), o desequilíbrio do meio ambiente afeta o sistema financeiro por meio de dois canais de risco. O primeiro envolve *riscos físicos*, relacionados a eventos climáticos e a mudanças ambientais de longo prazo, decorrentes de danos à propriedade, infraestrutura e terrenos. O segundo, *o risco de transição*, resulta de mudanças na política climática, tecnologia e sentimento do consumidor e do mercado durante o ajuste para uma economia de baixo carbono. Os impactos desses riscos podem afetar severamente as condições macroeconômicas dos países e regiões atingidos.

Campos (2021) define *riscos físicos* como os riscos decorrentes dos eventos climáticos extremos cada vez mais severos e frequentes, tais como aumento da força das tempestades tropicais, mas também como os riscos relacionados às mudanças constantes de longo prazo do clima, como mudanças nos volumes de precipitações. Ocorre que, por causa do desequilíbrio ambiental causado pelo homem, eventos climáticos extremos são cada vez mais graves e frequentes. Esses eventos, quando acontecem, aumentam os riscos associados à saúde humana, à produção e distribuição de alimentos, à diminuição dos recursos da água, perdas de safras, migração humana, entre outros diversos impactos semelhantes.

Os choques de oferta e demanda na economia em consequência dos riscos físicos relacionados às mudanças climáticas e que afetam diretamente a macroeconomia interagem com a economia real e o sistema financeiro causando degradação econômica e financeira. Pelo lado da oferta, podem-se ter choques no fornecimento de energia, alimentos e água, na oferta de mão-de-obra e no estoque de capital. Já os choques na demanda sobrevivem da falta de investimentos e novos negócios bem como da diminuição do consumo das famílias (CAMPOS, 2021, p. 20).

Sendo assim, mudança climática pode afetar as economias por meio de vários canais de oferta e demanda.

Na ótica da produção, de acordo com Arndt, Loewald e Makrelov (2020) as mudanças climáticas afetarão a oferta de trabalho, a acumulação de capital e a produtividade. Por exemplo, espera-se que o aquecimento extremo aumente a mortalidade e a morbidade, reduzindo a base de habilidades. Isso pode gerar, no longo prazo, impactos negativos na renda e na produção. Uma estimativa sugere um declínio de 7 % no PIB *per capita* até 2100 para cada aumento de 0,04 graus Celsius (° C) nas temperaturas (Kahn *et al.*, 2019). Um dos setores mais sensíveis

aos riscos físicos é o agrícola, pois depende do setor da precipitação, disponibilidade de água para irrigação e manutenção das faixas históricas de temperatura.

Em áreas agrícolas, desastres decorrentes de climas extremos podem causar danos significativos às culturas e à infraestrutura do sistema alimentar, com potencial de desestabilizar os sistemas alimentares e ameaçar a segurança alimentar local e global. Lesk, Rowhani e Ramankutty (2016), em um *cross-country study*, descobriram que as secas e o calor extremo diminuem a produção de cereais em 9 a 10 por cento.<sup>3</sup> Em muitas economias em desenvolvimento, o setor agrícola tem fortes vínculos com outros setores da economia, como o agroprocessamento, levando a grandes efeitos colaterais. Esses pesquisadores descobriram que as perdas de produção devido às secas foram associadas a uma redução na área colhida e nos rendimentos, enquanto o calor extremo diminuiu principalmente os rendimentos de cereais. Portanto, é preciso que países mais dependentes do setor agrícola mitiguem os riscos físicos, para salvaguardar suas economias.

Por outro lado, na perspectiva de preço, choques negativos na produção agrícola também causam uma inflação de alimentos mais alta e mais volátil. Para mercados emergentes e economias em desenvolvimento, a inflação de alimentos tem um peso maior no índice de preços ao consumidor, levando a uma inflação global mais alta e mais volátil (ARNDT, LOEWALD; MAKRELOV, 2020). Isso pode aumentar o nível de pobreza e desigualdade, pois famílias mais pobres são as mais vulneráveis à inflação de alimentos. Com isso, um possível aumento de eventos climáticos catastróficos pode proporcionar uma mudança de curto e longo prazo nos preços relativos. Sendo assim, economias com produção e inflação mais voláteis serão mais vulneráveis à instabilidade financeira.

Pelo lado financeiro e fiscal, os riscos também podem aumentar em resposta a uma maior frequência e maior gravidade dos desastres naturais. Por exemplo, gastos do governo em resposta a desastres colocarão pressão sobre o fisco, em momentos em que a receita também pode estar sob pressão. Isso pode gerar instabilidade financeira e aumento da volatilidade da inflação.

Para os mercados emergentes com grandes passivos em moeda estrangeira e déficits em conta corrente, a combinação de queda nas exportações e aumento da dívida pública pode causar instabilidade econômica e financeira significativa, à medida que as receitas em moeda estrangeira diminuem e as restrições de financiamento externo se tornam mais restritas (ARNDT, LOEWALD; MAKRELOV, 2020, p. 4)

---

<sup>3</sup> O *cross-country study* na contabilidade se trata de comparar as práticas contábeis da forma como elas variam de país para país. Normalmente, esses estudos são feitos de acordo com assuntos específicos a respeito de cada setor de interesse, como mercado imobiliário, multinacionais, administração pública, etc. É geralmente feito a partir de congressos, estudos de casos e imersões diversas.

Sendo assim, de acordo com Arndt, Loewald e Makrelov (2020) desastres ambientais cada vez mais frequentes causam choques econômicos adversos. Isso impacta no preço do ativo e no balanço patrimonial, gerando perdas no mercado financeiro e de crédito, aumentando os riscos operacionais e passivos. Ocorre que, um choque adverso no capital de um banco leva a um aumento dos *spreads* de empréstimos e à redução das operações de crédito.

A interação entre o capital bancário e a atividade econômica, por sua vez, afeta o comportamento de risco do setor financeiro e gera efeitos aceleradores financeiros. Este mecanismo pode ampliar significativamente os impactos econômicos de eventos relacionados ao clima (ARNDT, LOEWALD; MAKRELOV, 2020, p. 4).

Além do mercado de crédito, mudanças climáticas atingem o setor de seguros através dos riscos de responsabilidade. Esses riscos estão ligados ao acionamento de seguros por quem sofreu perdas relacionadas ao clima. Esses riscos podem afetar as seguradoras diretamente e comprometer a estabilidade financeira geral por meio de seu impacto nas avaliações das empresas (CARNEY, 2015). Esse impacto sobre as seguradoras pode ser expressivo, pois, grandes perdas de seguro devido a um evento climático podem levar a problemas ou falência das seguradoras. Isso pode resultar em instabilidade financeira, se serviços de seguro essenciais ou mercados financeiros sistematicamente importantes não forem provisionados. As seguradoras também podem reduzir a cobertura em resposta aos crescentes riscos climáticos, o que, por sua vez, pode diminuir o valor da garantia e restringir as restrições de crédito para famílias e empresas (BATTEN, SOWERBUTTS; TANAKA, 2016). Sendo assim, de acordo com Klomp (2014) na ausência de cobertura de seguro, algumas das perdas relacionadas ao clima são transferidas para os balanços das empresas e famílias.

Portanto, os impactos macroeconômicos dos riscos físicos influenciam e podem gerar cenários que prejudicam a estabilidade financeira. De acordo com Campos (2021) variáveis macroeconômicas e o sistema financeiro podem se contagiar ciclicamente e entrarem numa espiral contínua de problemas e perdas, aumentando drasticamente os riscos de um colapso na economia. As consequências físicas das alterações climáticas possuem potencial impacto de alterações macroeconômicas afetando o produto interno bruto (PIB), produtividade e choques de demanda e oferta que afetarão tanto a economia real quanto o sistema financeiro. Com isso, a mitigação dos riscos físicos com a consequente diminuição dos eventos climáticos extremos e das alterações de longo prazo nos padrões climáticos das regiões e economias é fator para manutenção da estabilidade financeira e da solidez do sistema financeiro.

Por outro lado, os riscos ao sistema financeiro provenientes de mudanças financeiras e econômicas em direção a uma economia de baixo carbono são os chamados *riscos de transição* (CAMPOS, 2021). Ocorre que, a busca de fontes energéticas alternativas aos combustíveis fósseis pode impactar, negativamente, diversos setores da economia como o petrolífero, de transportes, construção civil, entre outros. Embora exista uma necessidade a curto prazo de redução dos GEE e combate às mudanças climáticas, uma ruptura radical nos modelos de negócios e na precificação dos ativos relacionados podem ter grandes impactos na estabilidade financeira e no bom funcionamento da economia como um todo. Não obstante a iminente necessidade de medidas de transição para uma economia verde, uma abrupta e rápida transição pode trazer mais danos do que benefícios à estabilidade financeira e econômica, sendo mais prudente uma transição suave e efetiva (CAMPOS, 2021). Para que essa transição ocorra de uma forma eficiente e menos arriscada, é preciso ter planejamento e começar quanto antes, pois, uma transição tardia pode ter custos maiores no futuro.

Uma transição tardia significa rupturas mais drásticas no futuro. Reduções e cortes nas emissões de GEE serão mais radicais e possivelmente com maiores custos financeiros do que uma transição antecipada e planejada. Governos devem sinalizar previamente suas mudanças políticas, legais e econômicas, fornecendo assim elementos para um adequado processo de transição na infraestrutura e tecnologias existentes. Em um cenário de rupturas drásticas, ativos físicos podem se tornar completamente obsoletos e sem valor em um curto período, levando a perdas de capital e renda por seus proprietários muito maiores do que seriam em uma transição suave e consistente (CAMPOS, 2021, p. 22).

Portanto, assim como os riscos físicos, os riscos de transição também possuem impactos econômicos que influenciam o sistema financeiro.

Sob uma ótica de custos, segundo Batten (2018) a redução das emissões de carbono requer um declínio na produção e consumo de produtos com alto teor de carbono, como combustíveis fósseis, uma queda na intensidade energética e uma mudança para a produção de energia com baixo teor de carbono. Acontece que, essa transição necessita de uma combinação de políticas que podem afetar, negativamente, empresas e trabalhadores empregados em setores intensivos em energia. Políticas de preços, por exemplo, impulsionam a transição para uma economia com baixa emissão de carbono, aumentando os preços para consumidores e firmas de commodities intensivas em carbono. Isso pode reduzir a lucratividade das empresas desse setor.

O FMI (2019a) argumenta que limitar os impactos das mudanças climáticas a 2 ° C exige um imposto sobre o carbono de US \$ 75 por tonelada de CO<sub>2</sub>. O atual imposto global agregado sobre o carbono é de apenas US \$ 2 por tonelada de CO<sub>2</sub>. Um imposto sobre o carbono

de US \$ 75 provavelmente aumentará os preços do carvão em média em 200 por cento em comparação com o preço de referência em 2030, o gás natural em 70 por cento e os preços da gasolina em 5 a 15 por cento. Os impactos podem ser diferentes entre os países, dependendo do consumo de energia de diferentes empresas, das fontes de energia e da composição do consumo doméstico. As empresas intensivas em energia na China e na Índia podem observar aumentos em seus custos entre 6 e 11 por cento (FMI, 2019a). Todavia, a precificação do carbono pode gerar receitas significativas, pois, se for feita adequadamente, pode gerar receitas significativas. a precificação adequada do carbono acaba redistribuindo a atividade econômica entre setores e empresas. Na China e na Rússia, as receitas podem ultrapassar 6% do PIB, enquanto na Índia e na Indonésia os ganhos de receita estão próximos de 2% do PIB (FMI, 2019a; PARRY, VEUNG; HEINE, 2014).

Além disso, a transição para uma economia menos intensiva em carbono também apresenta oportunidades. Segundo Arndt, Loewald e Makrelov (2020), além das futuras mudanças climáticas evitadas pela redução das emissões de gases de efeito estufa, as políticas de mitigação das mudanças climáticas ajudam a fornecer externalidades positivas que aumentam a produção e reduzem a inflação. Segundo Pindick e Rubinfeld (2013), externalidades é o que acontece quando a intervenção governamental ocorre para aumentar o bem-estar dos consumidores e produtores ao mesmo tempo. Os benefícios potenciais incluem transbordamentos tecnológicos, redução da dependência dos setores de recursos naturais, maior segurança energética e aumento da saúde por meio da redução da poluição do ar (KROGSTRUP; OMAN, 2019). Sendo assim, esses benefícios podem criar indústrias e, por consequência, novos empregos, aumentando os benefícios de mitigação de médio e longo prazo.

A política pode encorajar o desenvolvimento de novas tecnologias e essas novas tecnologias podem reduzir os custos de transição. Melhores tecnologias aumentam a atratividade de opções de emissões baixas ou zero. Por exemplo, na geração de eletricidade, avanços rápidos e imprevistos nas tecnologias de geração eólica e solar transformaram a geração de energia (ARNDT *et al.*, 2019).

Em resumo, a mitigação e adaptação às mudanças climáticas impactarão a política do banco central por meio de vários canais financeiros e da economia real. Embora, por uma questão didática, os conceitos de risco físico e risco de transição tenham sido tratados separadamente, eles estão interligados.

Ao se desejar uma diminuição dos eventos climáticos extremos e conseqüentemente reduzir os riscos físicos, são necessárias ações rápidas e imediatas, o que leva ao aumento dos riscos de transição. Por outro lado, ao buscar uma transição suave e mais programada, reduzindo assim os riscos de transição, os eventos climáticos extremos continuarão crescendo de forma acentuada, aumentando os riscos físicos. Na pior das hipóteses, em um cenário de uma transição postergada e na qual sejam necessárias ações drásticas para reverter as emissões de GEE, ambos os riscos estarão fortemente presentes, de forma muito mais ampla e com maior grau de certeza de ocorrência. (CAMPOS, 2021, p 24).

Sendo assim, os bancos centrais, provavelmente, enfrentarão vários efeitos da mudança climática. É preciso incluir os riscos ambientais nos modelos de risco para condução de política monetária e preservação da estabilidade do sistema financeiro. Se isso não ocorrer, os impactos econômicos serão de longo alcance e frequentemente irreversíveis, com efeitos particularmente grandes nas economias emergentes e em desenvolvimento (ARNDT, LOEWALD; MAKRELOV, 2020). Diante desse cenário, pretende-se entender quais foram as medidas tomadas por alguns bancos centrais.

#### 4 CONSIDERAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PELOS BANCOS CENTRAIS

No capítulo anterior, foram abordados os conceitos de risco físico e risco de transição. Nesse capítulo, será analisado como estão sendo considerados esses riscos por alguns bancos centrais. Os modelos de risco adotados por instituições financeiras consideram o meio ambiente como um elemento dado e constante, sendo apenas afetado marginalmente pelos efeitos do projeto financiado naquele momento isoladamente (CROCCO; FELL, 2020). Como foi analisado no capítulo anterior, tais alterações climáticas impactam, negativamente, a economia e ameaçam a estabilidade do sistema financeiro.

Com isso, as mudanças climáticas e os riscos decorrentes delas não estão sendo precificados nas avaliações de risco do mercado financeiro. Crocco e Fell (2020) apontam que a análise climática realizada nas instituições financeiras leva em conta o impacto ambiental dos projetos estudados, desconsiderando os impactos climáticos na economia como um todo, que podem transformar os setores de forma significativa. Além disso, eventos climáticos catastróficos, como ciclones e terremotos, não são levados em consideração. Sendo assim, os perigos impostos pela nova realidade têm potencial para causar grandes perdas financeiras. (BOLTON *et al.*, 2020). Carney (2015) afirma que os riscos climáticos estão apenas começando a se materializar e suas consequências não são conhecidas, são apenas projetadas, portanto, não podem ser extrapoladas.

Sendo assim, ainda é preciso integrar os riscos ambientais nos modelos de supervisão financeira e de mercado. A eficiência microeconômica das instituições financeiras precisa de um novo modelo de análise de risco que incorpore a nova realidade, e disso dependerá a resiliência do próprio sistema financeiro às novas mudanças (BOLTON *et al.*, 2020). Se isso não ocorrer, riscos físicos e de transição podem afetar o sistema financeiro.

O risco se materializa nos níveis de ativos físicos nas empresas e setores, por meio de suas próprias operações, do mercado ou mesmo pela cadeia de valores. Isso age sobre suas receitas e despesas, que por sua vez atingem sua capacidade financeira. Dessa forma, tendo iniciado no nível da empresa, o risco pode se materializar no nível do mercado financeiro, por meio de risco de crédito, liquidez, operacional e eventualmente sistêmico. (CROCCO; FALLEN, 2020, p. 5).

Diante disso, o sistema financeiro precisa se adaptar às novas realidades e os bancos centrais podem atuar para minimizar tais impactos e promover maior estabilidade do sistema financeiro. Sendo assim, pretende-se analisar, nos seguintes tópicos, como alguns bancos centrais têm incluído os riscos climáticos na condução da política monetária. Inicialmente, será analisado o caso do banco central do Brasil e, sucessivamente, serão expostos os casos de

economias já desenvolvidas com maior Produto Interno Bruto (PIB). Logo, serão analisados os casos da União europeia (como bloco único), Estados Unidos da América e Japão.

#### 4.1 BANCO CENTRAL DO BRASIL

No caso brasileiro, em setembro 2021, o Banco Central do Brasil (BCB) publicou seu primeiro Relatório de riscos e oportunidades sociais, ambientais e climáticas, que apresenta, de forma integrada, as ações do BCB relacionadas à gestão de riscos e oportunidades sociais, ambientais e climáticas, com destaque para as reservas internacionais para aprimorar o tratamento dos riscos e das oportunidades sociais, ambientais e climáticas na regulação prudencial e nas práticas de supervisão do Sistema Financeiro Nacional (SFN).<sup>4</sup> Esses riscos e oportunidades estão associados aos fatores ASG (ambientais, sociais e de governança), ou ainda, em inglês, fatores ESG (*environmental, social and governance*), incluindo os riscos e as oportunidades das mudanças climáticas, que podem impactar o próprio BCB e o SFN. O tema *ESG* também passou a fazer parte de discussões relacionadas à execução de políticas monetária e cambial. Além disso, para exercer seu papel de regulador e supervisor do SFN, o BCB criou a dimensão Sustentabilidade da Agenda BC# em setembro de 2020. Desde então, o BCB segue cronograma detalhado de medidas relacionadas à sustentabilidade e à mitigação de riscos sociais, ambientais e climáticos. (BCB, 2021)

No que diz respeito ao cenário global, o BCB participa de fóruns e organismos internacionais, como em grupos de trabalho do *Bank of International Settlement* (BIS)<sup>5</sup>, do *Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS)<sup>6</sup>, do *Financial Stability Board* (FSB)<sup>7</sup>, da *Network for Greening the Financial System* (NGFS)<sup>8</sup> e do G-20. No contexto interno à Instituição, são apontados avanços relacionados às atividades de responsabilidade social e

---

<sup>4</sup> As reservas internacionais são os ativos do Brasil em moeda estrangeira e funcionam como uma espécie de seguro para o país fazer frente às suas obrigações no exterior e a choques de natureza externa, tais como crises cambiais e interrupções nos fluxos de capital para o país.

<sup>5</sup> *Bank of International Settlement* é uma organização internacional responsável pela supervisão bancária. Visa "promover a cooperação entre os bancos centrais e outras agências na busca de estabilidade monetária e financeira". Sediado em Basileia, na Suíça, reúne 55 bancos centrais de todo o mundo.

<sup>6</sup> Basel Committee on Banking Supervision é uma organização que congrega autoridades de supervisão bancária, visando a fortalecer a solidez dos sistemas financeiros. O Comitê emitiu importantes recomendações sobre a questão do branqueamento de capitais.

<sup>7</sup> O *Financial Stability Board* é um órgão internacional que monitora e faz recomendações sobre o sistema financeiro global.

<sup>8</sup> A *network of central banks and supervisors for greening the financial system* (NGFS) é um grupo de bancos centrais e supervisores dispostos, de forma voluntária, a compartilhar as melhores práticas e contribuir para o desenvolvimento do meio ambiente e gestão de risco climático no setor financeiro e para mobilizar financiamento geral para apoiar a transição para uma economia sustentável.

ambiental do BCB e às ações operacionais, como a execução de operações de utilização dos resíduos de cédulas do meio circulante. (BCB, 2021). Com isso, o BCB entende a importância do gerenciamento de riscos climáticos. Pretende incluir, de forma adequada, essas variáveis em seus modelos, pois sua missão é garantir a estabilidade do poder de compra da moeda, zelar por um sistema financeiro sólido, eficiente e competitivo, e fomentar o bem-estar econômico da sociedade.

Responsabilidade socioambiental é um valor corporativo incorporado há muito tempo em nossas práticas internas, de regulação e supervisão do Sistema Financeiro Nacional (SFN). Especialmente na última década, o BCB deu um passo à frente e emitiu normativos com o intuito de iniciar a integração de fatores sociais e ambientais na análise de risco das instituições financeiras (IFs) (CAMPOS DE OLIVEIRA NETO, 2021, p. 5).

De acordo com o relatório, para preservar a estabilidade financeira e econômica, o gerenciamento de risco é uma ferramenta necessária. Para divulgar essas informações, o BCB segue o modelo recomendado pela *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* (TCFD), que divide o compartilhamento de dados nos seguintes grupos: Governança, Estratégia, Gestão de Riscos, e Métricas e Metas.<sup>9</sup>

A força tarefa estruturou suas recomendações em torno de quatro áreas temáticas que representam os elementos centrais das operações das organizações – governança, estratégia, gestão de riscos, e métricas e metas. As quatro recomendações gerais são sustentadas por divulgações financeiras relacionadas às mudanças climáticas – chamadas aqui de divulgações recomendadas – que formam um protocolo de informações que ajudarão investidores e outros públicos a entender o que as organizações pensam sobre e como avaliam riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas (TCFD, 2017, p. 26).

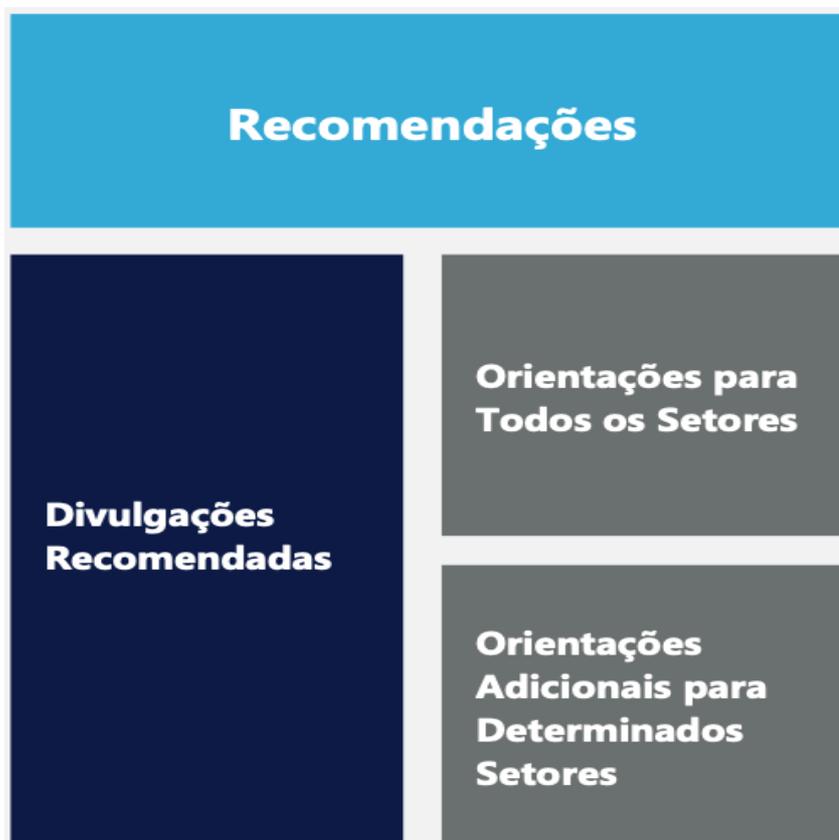
A Figura 4 representa a estrutura proposta pelo TCFD para ajudar todas as organizações a desenvolver divulgações financeiras relacionadas às mudanças climáticas, de acordo com as recomendações e as divulgações recomendadas, além de orientações complementares para setores específicos<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* é uma força-tarefa que reúne uma série de organizações com o objetivo de desenvolver um padrão comum para que empresas possam medir e divulgar os riscos financeiros relacionados ao clima.

<sup>10</sup> *Orientações para Todos os Setores e Orientações Adicionais para Determinados Setores* são orientações complementares.

**Figura 4** – Recomendações e orientações da TCFD na divulgação de informações sobre os riscos climáticos.



Fonte: TCFD (traduzido) (2017).

Nota: essa figura sintetiza a sugestão de divulgação de informações conduzida pela TCFD. As recomendações são a divulgação principal, seguidas das divulgações recomendadas, orientações para todos os setores e orientações adicionais para determinados setores.

O TCFD define *Recomendações* como quatro recomendações de ampla adoção relacionadas a: governança, estratégia, gestão de riscos e métricas e metas. *Divulgações Recomendadas* são divulgações específicas que as organizações devem incluir em seus relatórios financeiros para fornecer informações úteis para a tomada de decisões. *Orientações para Todos os Setores* são orientações para todas as organizações, com contexto e sugestões para a implementação das divulgações recomendadas. Por fim, define-se *Orientações Adicionais para Determinados Setores* como orientações que destacam considerações importantes para determinados setores e fornecem uma imagem mais completa dos possíveis impactos financeiros relacionados às mudanças climáticas sobre tais setores. Há orientações complementares para o setor financeiro e para setores não financeiros potencialmente mais afetados pelas mudanças climáticas.

Seguindo o modelo proposto pelo TCFD, é preciso divulgar a governança da companhia sobre riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas. Além disso, é recomendado

descrever como o Conselho supervisiona os riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas e entender seu papel na avaliação e gestão dos riscos (TCFD, 2017). No caso do Brasil, quem estabelece os objetivos estratégicos e o perfil de risco e de retorno das reservas internacionais é a Diretoria Colegiada, reunida na forma do Comitê de Governança, Riscos e Controles do Banco Central do Brasil (GRC).

**Figura 5** – Balanço patrimonial do BCB em R\$ bilhões.

(R\$ bilhões)	
Ativo	Passivo e PL
Ativo em moedas estrangeiras 2.112	Passivo em moedas estrangeiras 166
	Passivo em moeda local 3.195
	Meio circulante 343
Ativo em moeda local 2.041	Patrimônio Líquido (PL) 322
	Contas de resultado 127
Total do Ativo 4.153	Total do Passivo e PL 4.153

Fonte: (BCB, 2021).

Nota: essa figura representa o balanço patrimonial do BCB em bilhões de reais. Do lado esquerdo, são registrados os ativos em reservas internacionais e do lado direito, o passivo e PL.

Observa-se, no Balanço Patrimonial do BCB, apresentado na Figura 5, que as reservas internacionais representam parte significativa dos ativos do BCB. Essas reservas são importantes pois são investidas em diversos ativos nos principais mercados financeiros internacionais.

No que diz respeito ao gerenciamento dos investimentos, a estrutura de governança das reservas está amparada na Política de Gestão Integrada de Riscos do BCB. Os investimentos são realizados de acordo com diretrizes estabelecidas pelo GRC, que define o perfil de risco e de retorno esperado por meio de uma carteira de referência detalhada e replicável, limites operacionais para os desvios em relação à carteira de referência e critérios de mensuração de resultados. Entre os critérios de alocação estratégica, parâmetros relacionados aos riscos ambientais e climáticos estão sendo introduzidos gradativamente no processo decisório. (BCB, 2021, p. 23).

Além disso, o COMEF<sup>11</sup> e o COPOM<sup>12</sup> avaliam os riscos climáticos (incêndios, secas, enchentes, temperaturas extremas, etc.) que põem em risco o SFN. Ocorre que tais riscos podem afetar os preços relativos na economia, possibilitando alterar a demanda por moeda, valores de bens físicos e de colaterais, além de trazerem custos financeiros altos para a sociedade como um todo.

No que diz respeito à estratégia, a TCFD recomenda divulgar os impactos reais e potenciais de riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas sobre os negócios, a estratégia e o planejamento financeiro da organização, sempre que tais informações forem relevantes. Ocorre que os investimentos das reservas internacionais possuem perfil conservador e buscam realizar o hedge cambial da dívida externa bruta do país, com o objetivo de reduzir a exposição do país a oscilações cambiais, e uma alocação com perfil anticíclico. A alocação é feita com o auxílio de técnicas de otimização risco- -retorno de carteira, observados os critérios de segurança, liquidez e rentabilidade, priorizados nessa ordem (BCB, 2021). Porém, ainda não existe uma metodologia consolidada na literatura como melhor prática de avaliação de riscos climáticos para a construção de carteiras de investimentos. Por isso é importante a participação em fóruns internacionais e seguir as recomendações da TCFD e NGFS. Sendo assim, a dimensão Sustentabilidade da Agenda BC# lançou as bases das novas medidas para um sistema financeiro sustentável.

As ações normativas com enfoque prudencial dedicaram-se ao aprimoramento das regras de gerenciamento dos riscos social, ambiental e climático aplicáveis ao SFN, e à definição de requisitos de divulgação de informações relativas aos riscos e às oportunidades decorrentes de questões sociais, ambientais e climáticas que impactam as instituições financeiras (IFs). Outra ação normativa, com enfoque na conduta das IFs, definiu requisitos a serem observados pelas instituições no estabelecimento de sua Política de Responsabilidade Social, Ambiental e Climática (PRSAC). (BCB, 2021, p. 24).

O aperfeiçoamento da regulação prudencial foi ancorado em três objetivos fundamentais:

- 1) manutenção da vanguarda brasileira no estabelecimento de regras sobre o tema, por meio da incorporação das discussões internacionais mais recentes sobre o assunto;

---

<sup>11</sup> Comitê de Estabilidade Financeira é o órgão colegiado do Banco Central (BC) que estabelece diretrizes para a manutenção da estabilidade financeira e a prevenção da materialização do risco sistêmico – ou seja, o risco de ocorrência de interrupção de serviços financeiros essenciais às famílias e às empresas, que prejudique significativamente a economia brasileira.

<sup>12</sup> O Comitê de Política Monetária (Copom) é o órgão do Banco Central, formado pelo seu Presidente e diretores, que define, a cada 45 dias, a taxa básica de juros da economia – a Selic.

- 2) inclusão explícita de aspectos relativos às mudanças climáticas no arcabouço regulatório brasileiro, tanto sob a ótica de gerenciamento de riscos quanto de política de responsabilidade; e
- 3) aprimoramento de definições e comandos aplicáveis.

A ação normativa sobre a divulgação de informações tem o objetivo específico de promover a transparência e a disciplina de mercado. Além das ações normativas, a área de supervisão está desenvolvendo um padrão de coleta de informações junto às IF's, para auxiliar no monitoramento dos riscos social, ambiental e climático.

No setor de gestão de riscos, a recomendação do TCFD é divulgar como a organização identifica, avalia e gerencia os riscos relacionados às mudanças climáticas. De acordo com o BCB, a análise dos riscos associados ao processo de investimento é fundamental para o entendimento dos resultados financeiros e para a adequação da carteira de referência aos objetivos de investimento das reservas. Nesse sentido, o BCB está acompanhando também métricas associadas às emissões de gases de efeito estufa que são construídas com base em emissões equivalentes de CO<sub>2</sub>.

O acompanhamento das métricas de CO<sub>2</sub>e visa à avaliação do impacto de diferentes estratégias de investimento no perfil de carbono da carteira. A carteira das reservas internacionais é investida majoritariamente em títulos soberanos e, embora exista exposição ao mercado acionário norte-americano, não há aquisição de ações de empresas. Assim, o acompanhamento de índices e métricas associados à carteira é predominantemente influenciado por indicadores associados a países, e não a empresas (BCB, 2021, p. 25).

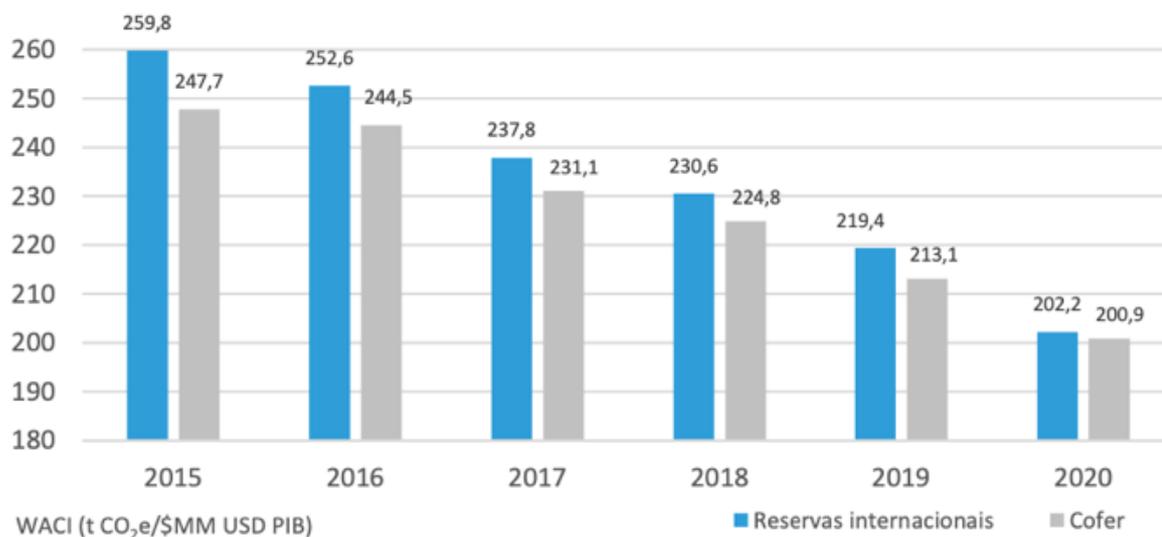
Todavia, a previsão para utilização de indicadores para o monitoramento dos riscos social, ambiental e climático associados ao SFN é para 2023. Tais indicadores ainda estão em fase de construção.

Por fim, pretende-se analisar as métricas e metas adotadas pelo BCB. A TCFD sugere divulgar as métricas e as metas utilizadas para avaliar e gerir riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas, sempre que tais informações forem relevantes. Na gestão da carteira das reservas internacionais, o BCB acompanha métricas que são utilizadas internacionalmente, como a média ponderada da intensidade de carbono (*weighted average carbon intensity* – WACI).<sup>13</sup> A combinação da alocação por países com dados de emissão de CO<sub>2</sub>e normalizados pelo PIB leva à composição da métrica que é exibida na Figura 6.

---

<sup>13</sup> A métrica de Intensidade Média Ponderada de Carbono estima a exposição do índice a empresas intensivas em carbono. Para este cálculo, a intensidade de carbono de cada constituinte do índice (t CO<sub>2</sub>e/USD 1 milhão) é tomada e multiplicada pelo seu peso no índice.

**Figura 6 – Média ponderada da intensidade de carbono das reservas internacionais.**



Fonte: (BCB, 2021).

Nota: A figura apresenta também como ilustração o Waci de uma carteira teórica de bancos centrais composta pela distribuição de moedas das reservas internacionais, conforme apresentado no site do FMI.

A *Waci*, de acordo com a TCFD, mede a exposição da carteira de empresas intensivas em carbono, expressa em toneladas de CO<sub>2</sub>e / \$ M de receita. Métrica recomendada pela TCFD. Diferentemente das outras métricas como a *Total Carbon Emission (TCE)*<sup>14</sup>, na WACI, as emissões de GEE de Escopo 1<sup>15</sup> e Escopo 2<sup>16</sup> são alocadas com base no peso do portfólio (o valor atual do investimento em relação ao valor do portfólio atual), em vez da abordagem de propriedade de capital (conforme descrito na metodologia para Emissões Totais de Carbono) (TCFD, 2017). Nesse caso, as emissões de GEE dos Escopos 1 e 2 são alocadas aos investidores com base em uma abordagem de participação acionária. Sob esta abordagem, se um investidor detém 5% da capitalização de mercado total de uma empresa, o investidor detém 5% da empresa, bem como 5% das emissões de GEE (ou carbono) da empresa (TCFD, 2017). A TCFD não recomenda esse tipo de métrica para comparar portfólios porque os dados não estão normalizados. Na Figura 7, segue o resumo da WACI.

<sup>14</sup> Na TCE as emissões de GEE associadas a um portfólio são calculadas de forma absolutas, expressas em toneladas de CO<sub>2</sub>e.

<sup>15</sup> São as emissões liberadas para a atmosfera como resultado direto das operações da própria empresa. Todos os combustíveis que produzem emissões de gases de efeito estufa devem ser incluídos no escopo 1, a combustão dos veículos pertencentes ou controlados pela empresa, por exemplo.

<sup>16</sup> São as emissões indiretas, provenientes da energia elétrica adquirida para uso da própria companhia. Ou seja, todas as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera a partir do consumo de eletricidade, vapor, calor e refrigeração entram aqui.

**Figura 7** – Resumo fórmula para cálculo do Waci.

Metric	Supporting Information
Weighted Average Carbon Intensity	<i>Description</i> Portfolio's exposure to carbon-intensive companies, expressed in tons CO <sub>2</sub> e / \$M revenue. <i>Metric recommended by the Task Force.</i>
	<i>Formula</i> $\sum_n^i \left( \frac{\text{current value of investment}_i * \text{issuer's Scope 1 and Scope 2 GHG emissions}_i}{\text{current portfolio value} \quad \text{issuer's \$M revenue}_i} \right)$
	<i>Methodology</i> Unlike the next three metrics, Scope 1 and Scope 2 GHG emissions are allocated based on portfolio weights (the current value of the investment relative to the current portfolio value), rather than the equity ownership approach (as described under methodology for Total Carbon Emissions). Gross values should be used.
	<i>Key Points</i> + / - <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Metric can be more easily applied across asset classes since it does not rely on equity ownership approach.</li> <li>+ The calculation of this metric is fairly simple and easy to communicate to investors.</li> <li>+ Metric allows for portfolio decomposition and attribution analysis.</li> <li>- Metric is sensitive to outliers.</li> <li>- Using revenue (instead of physical or other metrics) to normalize the data tends to favor companies with higher pricing levels relative to their peers.</li> </ul>

Fonte: TCFD (2017).

A Figura 7 apresenta também como ilustração o WACI de uma carteira teórica de bancos centrais composta pela distribuição de moedas das reservas internacionais, conforme apresentado pelo FMI (*Currency Composition of Official Foreign Exchange Reserve – COFER*).<sup>17</sup> A queda consistente entre 2015 e 2020 no valor do WACI das carteiras analisadas reflete basicamente a queda de emissões de carbono dos países normalizada pelo PIB.

Percebe-se, ainda, maior participação de países com menor emissão de carbono relativa ao PIB na carteira teórica Cofer. Outra métrica para avaliação refere-se às emissões de CO<sub>2</sub>e *per capita*, que permite acompanhar a intensidade das emissões em relação à população do país. A média mundial atual de emissão per capita é de 6,5 t CO<sub>2</sub>e por pessoa e, para o cumprimento da meta do Acordo de Paris até 2050, seria necessário alcançar a média de cerca de 2 t CO<sub>2</sub>e por pessoa até 2030. (BCB, 2021, p. 27).

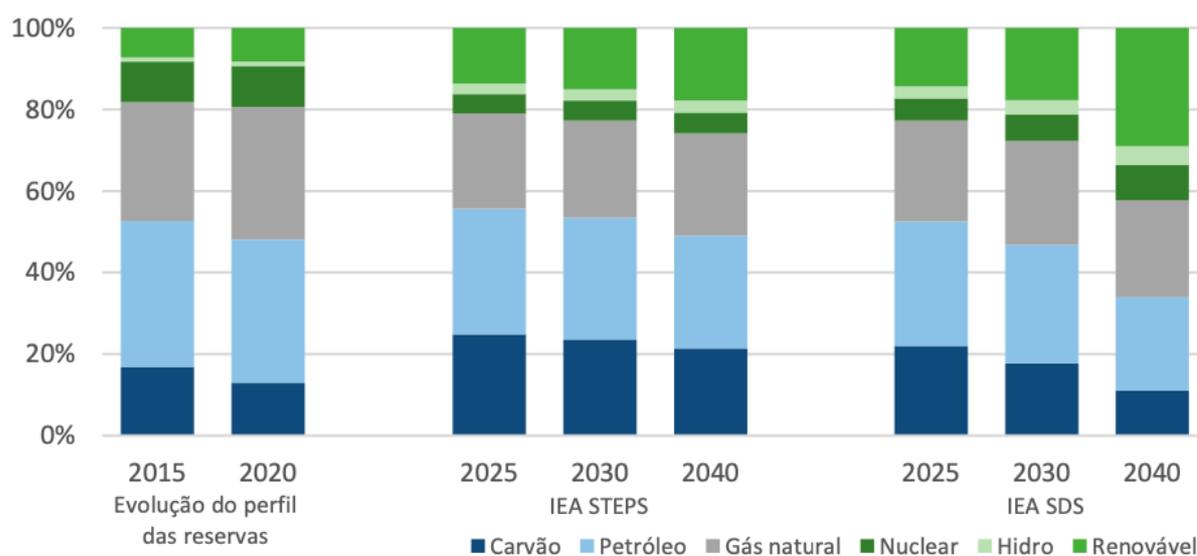
De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA)<sup>18</sup>, é possível compor o perfil de geração de energia associado à alocação das reservas internacionais nas diferentes moedas. A IEA discute dois cenários de evolução do perfil de geração de energia e sua aderência ao compromisso estabelecido pelo Acordo de Paris. Esse compromisso é de que, neste século, o

<sup>17</sup> O Fundo Monetário Internacional (FMI) busca estimular a cooperação monetária global, proteger a estabilidade financeira, facilitar o comércio internacional, promover altos níveis de emprego e crescimento econômico sustentável e reduzir a pobreza em todo o mundo.

<sup>18</sup> International Energy Agency (IEA) trabalha com países ao redor do mundo para moldar políticas de energia para um futuro seguro e sustentável.

aumento da temperatura global não ultrapasse 2 °C em relação às temperaturas do período pré-industrial. Sendo assim, segundo o Relatório de Riscos e Oportunidades Sociais, Ambientais e Climáticas (BCB, 2021), a IEA se propõe a explorar diferentes cenários possíveis: um cenário em que são refletidas as intenções e metas políticas anunciadas até o momento e outro cenário com base no cumprimento integral das metas de energia sustentável. Trata-se, respectivamente, do Cenário de Políticas Declaradas (*Stated Policies Scenario*, STEPS) e do Cenário de Desenvolvimento Sustentável (*Sustainable Development Scenario* – SDS). O STEPS reflete não apenas as políticas existentes, mas também as intenções e os planos já anunciados, e seus impactos no clima. O SDS, por outro lado, propõe uma evolução do perfil das políticas de forma aderente aos objetivos do Acordo de Paris de manter o aumento da temperatura média global abaixo de 2 °C, comparativamente às temperaturas do período pré-industrial, e buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais. Para atingimento desse objetivo, é exigido um nível de emissões líquidas zero (balanço de emissões produzidas com remoções por captura e sequestro de carbono) na segunda metade deste século. A Figura 8 ilustra o perfil de fontes de geração de energia ponderado das aplicações das reservas internacionais nos países que compõem seus investimentos. O perfil é afetado pelas mudanças de alocação dos ativos que compõem as reservas e pelo perfil da matriz energética dos países. O Figura 8 apresenta também os perfis para os cenários (STEPS e SDS).

**Figura 8 – Perfil de geração de energia.**



Fonte: (BCB, 2021).

Nota: a figura representa a evolução da composição da carteira de geração de energia, comparando também a projeção do IEA STEPS com o IEA SDS.

Por fim, destacam-se algumas ações realizadas em 2020 pelo BCB para incentivar a redução do consumo de recursos naturais, como a efetivação de licitação para compra de lixeiras de coleta seletiva, a fim de substituir as lixeiras individualizadas por compartilhadas, em todos os prédios do BCB, em 2021. A realização da primeira fase da campanha de conscientização nacional sobre coleta seletiva de resíduos, em fase de implementação em todos os prédios do BCB. Além disso, a destinação, em todo o país, de resíduos recicláveis descartados às associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, em atendimento ao Decreto 5.940, de 25 de outubro de 2006, bem como, a destinação, nas praças de Brasília, São Paulo e Rio de Janeiro, dos resíduos gerados por meio da destruição de Listagens de Eliminação de Documentos (LED) do BCB para cooperativas de catadores de materiais recicláveis.

Outra ação adotada foi a realização de reuniões com membros do SFN, para apresentar as práticas de sustentabilidade que vêm sendo desenvolvidas dentro do BCB, servindo como benchmarking para eles. Entre essas práticas, está a adaptação dos processos de autorização para eliminação da recepção e remessa de documentos em papel, sendo que foi viabilizada a adoção do Protocolo Digital, eliminando a recepção de documentos em papel na instrução dos pleitos de autorização realizados por instituições ao BCB. Anualmente, nos processos de autorização, são protocolados em torno de 7.000 documentos, e são enviadas comunicações de decisões para aproximadamente 3.500 processos. Assim sendo, a eliminação do trânsito de documentos em papel trouxe ganhos tanto ao BCB quanto aos pleiteantes, ao tornar o processo mais ágil, mais seguro e menos oneroso. Soma-se a isso o benefício em sustentabilidade trazido pela expressiva redução do consumo de papel.

Além disso, houve participação de edições do evento “Café com PLS”, organizado pela Advocacia-Geral da União (AGU), com vistas à troca de experiências com outros órgãos e entidades públicas sobre as melhores práticas de sustentabilidade que vêm sendo adotadas. Portanto, para cumprir sua missão de garantir a estabilidade do poder de compra da moeda, zelar por um sistema financeiro sólido, eficiente e competitivo, e fomentar o bem-estar econômico da sociedade, o BCB pretende adotar essas medidas na gestão e mitigação dos riscos climáticos.

## 4.2 BANCO CENTRAL EUROPEU

No seu discurso de abertura da quinta conferência anual do *European System Risk Board* (ESRB)<sup>19</sup>, Christine Lagarde, Presidente do Banco Central Europeu (BCE) e Presidente do Conselho Europeu de Risco Sistémico, afirmou que mitigar as mudanças climáticas requer um esforço coletivo no qual o setor financeiro tem um papel fundamental a desempenhar na transição para uma sociedade mais verde. É preciso que o setor canalize recursos para financiar a transição para uma economia mais sustentável. O BCE é um dos bancos centrais mais empenhados em ter em consideração o impacto das alterações climáticas no enquadramento de política monetária, sendo, inclusive, um membro ativo NGFS. Por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas de 2021 (COP 26), o BCE compromete-se a contribuir, no seu domínio de responsabilidade, para uma ação decisiva para implementar o Acordo de Paris e adaptar as consequências das alterações climáticas. O Acordo de Paris estabelece - entre outros - o objetivo de tornar os fluxos financeiros consistentes com um caminho para baixas emissões de gases de efeito estufa e desenvolvimento sustentável.

Como já analisado no capítulo anterior, as mudanças climáticas podem afetar a estabilidade de preços por meio de eventos climáticos extremos e incertezas relacionadas à transição para uma economia de baixo carbono.

As alterações climáticas e a transição para uma economia mais sustentável afetam as perspectivas em termos de estabilidade de preços através do seu impacto em indicadores macroeconômicos como a inflação, o produto, o emprego, as taxas de juro, o investimento e a produtividade, a estabilidade financeira e a transmissão da política monetária (PORTAL EBC, 2021).

Em setembro de 2021, o BCE publicou os resultados do seu *teste de estresse*<sup>20</sup> climático para a economia europeia. Nas palavras de Santos (2008), testes de estresse se referem a uma gama de técnicas que ajudam a avaliar a vulnerabilidade do setor financeiro em eventos excepcionais, mas plausíveis. É baseado no delineamento de um conjunto comum de choques e cenários aplicados em instituições financeiras, com o objetivo de analisar tanto o efeito

---

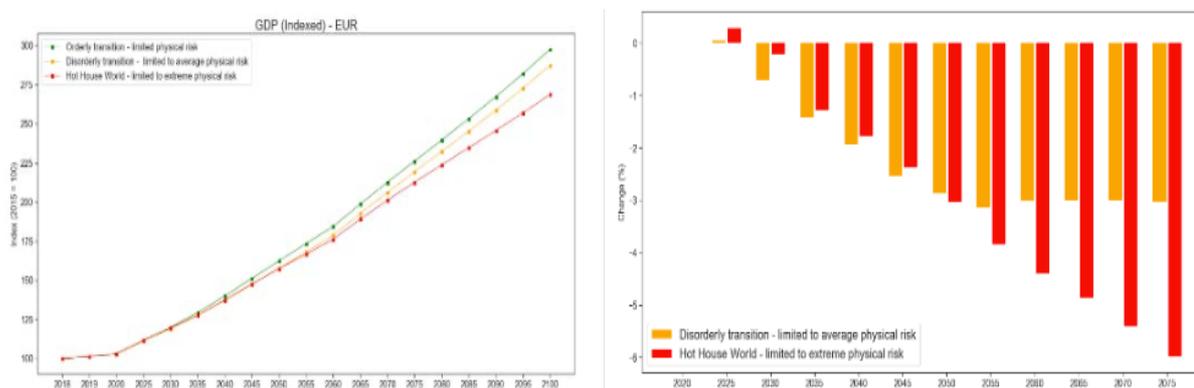
<sup>19</sup> O ESRB é um organismo independente da UE e faz parte do Sistema Europeu de Supervisão Financeira (SESF), cujo objetivo é assegurar a supervisão do sistema financeiro da UE.

<sup>20</sup> Os testes de estresse são uma ferramenta amplamente utilizada para a gestão de risco das instituições financeiras. Os bancos centrais e os bancos individuais realizam esses testes para determinar as potenciais fontes de risco que podem encontrar em cenários de mudança severa nas condições macroeconômicas e avaliar a sua capacidade de resistência a tais eventos. Ao testarem a si mesmos ou o sistema financeiro como um todo além da capacidade operacional normal, as vulnerabilidades podem ser quantificadas e a estabilidade do sistema ou da entidade em questão pode ser estudada e obtida com mais facilidade. (TABAK, GUERRA, MIRANDA, SOUZA, 2012, p. 4).

agregado como a distribuição destes nas instituições. O exercício testou o impacto das alterações climáticas em mais de quatro milhões de empresas em todo o mundo e 1.600 bancos da área do euro em três cenários diferentes de política climática: *cenário de transição ordenada* (*orderly transition*), em que as medidas de política climática são bem calibradas e implementadas de maneira oportuna e eficaz, cumprindo as metas do Acordo de Paris; *cenário de efeito estufa mundial* (*hot house world*), em que nenhuma regulamentação ou política destinada a limitar as mudanças climáticas é introduzida, o que leva a riscos físicos extremamente elevados, com temperaturas globais acima de 3 °C; *cenário de transição desordenada* (*disorderly transition*), é um cenário climático intermediário que pressupõe o atraso na implementação das medidas de política climática necessárias.

Os resultados do teste mostram que há benefícios claros em agir antecipadamente. Os custos de curto prazo da transição são insignificantes em comparação com os custos da mudança climática irrestrita no médio e longo prazo.

**Figura 9 – Impacto dos riscos físicos e de transição no PIB real.**



Fonte: ECB economy-wide climate stress test (2021).

Nota: painel a mostra a evolução do PIB de acordo com cada cenário de transição verde, enquanto o painel b mostra o impacto de riscos físicos nos cenários de transição desordenada e de efeito estufa mundial.

Eixo x: tempo. Eixo y (painel a): PIB. Eixo y (painel b): impacto no PIB.

Analisando a Figura 9 e com base no teste de estresse, percebe-se que os níveis projetados do PIB real nos cenários adversos ficam abaixo do cenário de transição ordenada, e essas diferenças se tornam maiores no horizonte de longo prazo. A Figura 9 mostra que é de esperar que o PIB real cresça em todos os cenários nas próximas décadas; no entanto, presume-se que o ritmo de aumento varie entre os cenários. De 2045/50 em diante, o cenário mais adverso

do ponto de vista macroeconômico (impacto) seria o cenário mundial de efeito estufa, enquanto o mais benéfico seria a transição ordenada já a partir de 2030.<sup>21</sup>

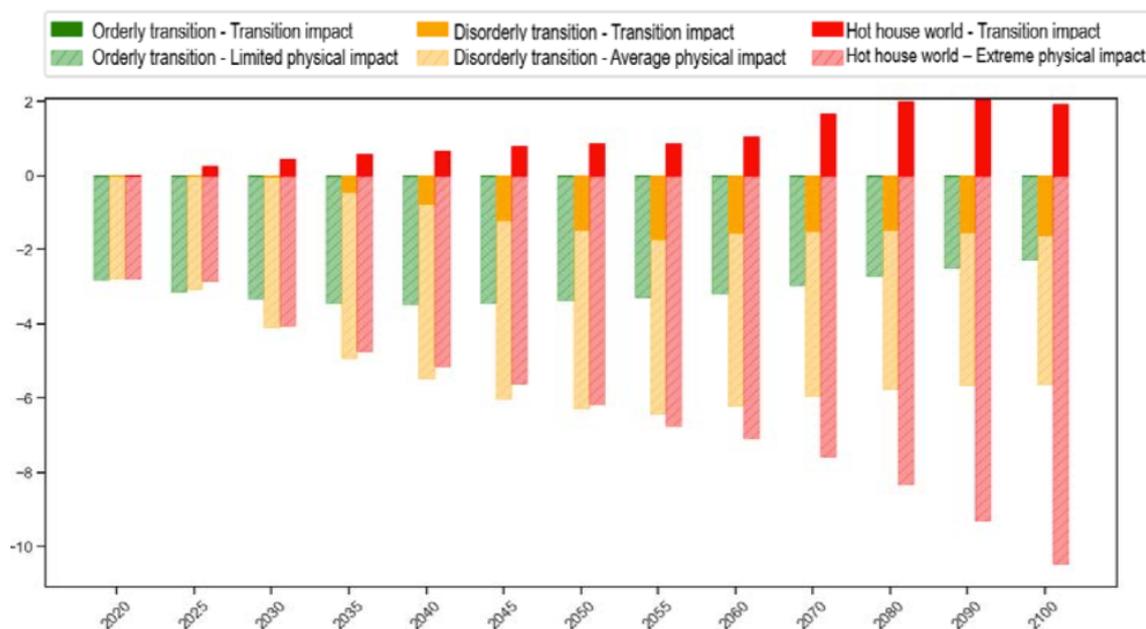
Além disso, os resultados do teste de estresse destacam que, se as políticas de transição para uma economia mais verde não forem introduzidas, os riscos físicos se tornarão cada vez maiores com o tempo; aumentam de forma não linear e, devido à natureza irreversível das alterações climáticas, esse aumento continuará ao longo do tempo. O estudo BCE mostra que os custos de transição incorridos afetam a macroeconomia no curtíssimo prazo, ao passo que os danos das catástrofes naturais teriam um impacto significativo no PIB real a mais longo prazo. Por esta razão, no curtíssimo prazo, o PIB real aumentaria mais no cenário de efeito estufa mundial em comparação com o cenário de base. No entanto, a médio e longo prazo, os custos macroeconômicos associados ao risco físico se tornariam mais significativos do que aqueles relacionados ao risco de transição. Por fim, os maiores custos de transição associados a uma transição desordenada implicariam em um impacto negativo maior no PIB, mesmo quando comparado ao cenário mundial de efeito estufa: esta situação, porém, se reverte após 2045, quando o aumento da frequência e gravidade das catástrofes naturais passa a prevalecer, com efeitos cada vez mais negativos sobre o PIB até o final do século. Sendo assim, o impacto do risco físico no PIB prevalece sobre os custos de transição em todos os cenários e ao longo do horizonte de projeção.

O Figura 10 mostra que o impacto do risco de transição é limitado a não mais de 2% do PIB europeu no caso de uma transição desordenada. Desastres naturais mais frequentes e graves poderiam, em contraste, levar a uma redução do PIB de 10% até 2100, caso as políticas para mitigar as mudanças climáticas não fossem introduzidas em um cenário mundial de efeito estufa. Finalmente, no cenário de efeito estufa mundial, a falta de políticas de transição teria um impacto positivo no PIB: no entanto, esse benefício seria limitado a não mais que 2% em 2090 e seria mais do que compensado por o aumento de danos por riscos físicos.

---

<sup>21</sup> Painel da esquerda analisa o crescimento do PIB, sob os três cenários de política ambiental. O painel da direita analisa o impacto no PIB dos riscos físicos nos cenários de efeito estufa e transição desordenada, quando comparados com o cenário de transição ordenada.

**Figura 10** – Análise do PIB real entre risco transição e físico.



Fonte: ECB economy-wide climate stress test (2021).

Nota: Eixo x: tempo. Eixo y: impacto no PIB.

Por fim, esse estudo revela ainda que os bancos da área do euro podem ser severamente afetados em um cenário em que as mudanças climáticas não sejam mitigadas. As perdas esperadas nas carteiras de empréstimos corporativos aumentam significativamente ao longo do tempo, impulsionadas pelo risco físico cada vez maior, com potencial de se tornarem críticas nos próximos 30 anos. Para quantificar o impacto sobre o risco de crédito dos bancos, as mudanças na probabilidade de inadimplência (PD's) e perda por inadimplência (LGD's) das carteiras de empréstimos dos bancos são derivadas em diferentes cenários climáticos. Além disso, a análise combina as projeções sobre PD's e LGD's para estimar as perdas esperadas nas carteiras de crédito corporativo dos bancos no final do horizonte de tempo (2050).

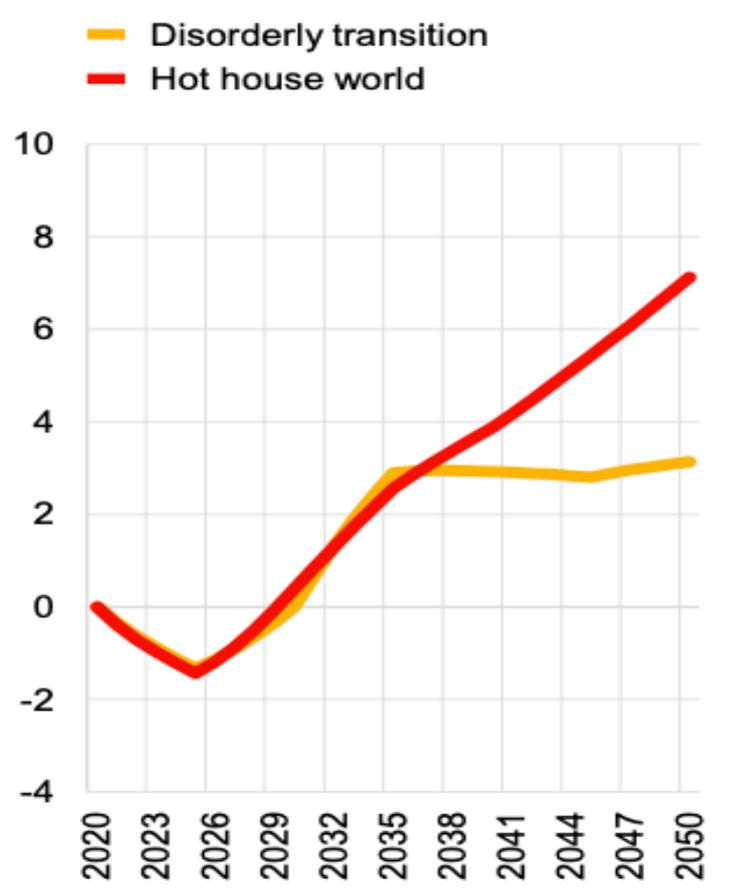
Os resultados mostram, em todas as diferentes sub amostras de bancos considerados, que há evidências claras dos benefícios de uma transição ordenada em comparação com os outros cenários adversos. Os custos de curto prazo de uma transição verde são mais do que compensados pelos benefícios de longo prazo, enquanto o risco físico tende a prevalecer no médio e longo prazo se as políticas climáticas não forem implementadas: com base nesta suposição, o impacto sobre a carteira de crédito dos bancos mais expostos ao risco físico pode ser muito significativo.

A Figura 11 apresenta os desvios percentuais medianos das probabilidades de inadimplência no cenário de efeito estufa mundial e cenários de transição atrasada em relação à transição ordenada (cenário de base) para os bancos da área do euro. Os bancos se

beneficiariam até o início de 2030 se a economia não fizesse ou atrasasse a transição, com uma PD até 1,5% menor do que no cenário de transição ordenada. Esse efeito, no entanto, é mais do que revertido no médio e longo prazo.

Em 2050, a mediana das PD's da carteira de empréstimos teria aumentado 7% em cenário de efeito estufa mundial em relação à linha de base: se o risco físico não for mitigado, essa tendência de aumento poderá continuar, mesmo depois de 2050. Em um cenário de transição desordenada, os PD's relativamente mais altos atingem o pico em 2035 em cerca de 1% a 2% devido ao pressuposto de que as empresas financiarão sua transição por meio de um aumento em sua dívida. Este encargo financeiro para as empresas se traduziria em carteiras dos bancos (ECB, 2021, p. 54).

**Figura 11** – Probabilidades de inadimplência: mudanças percentuais em relação ao cenário de linha de base.

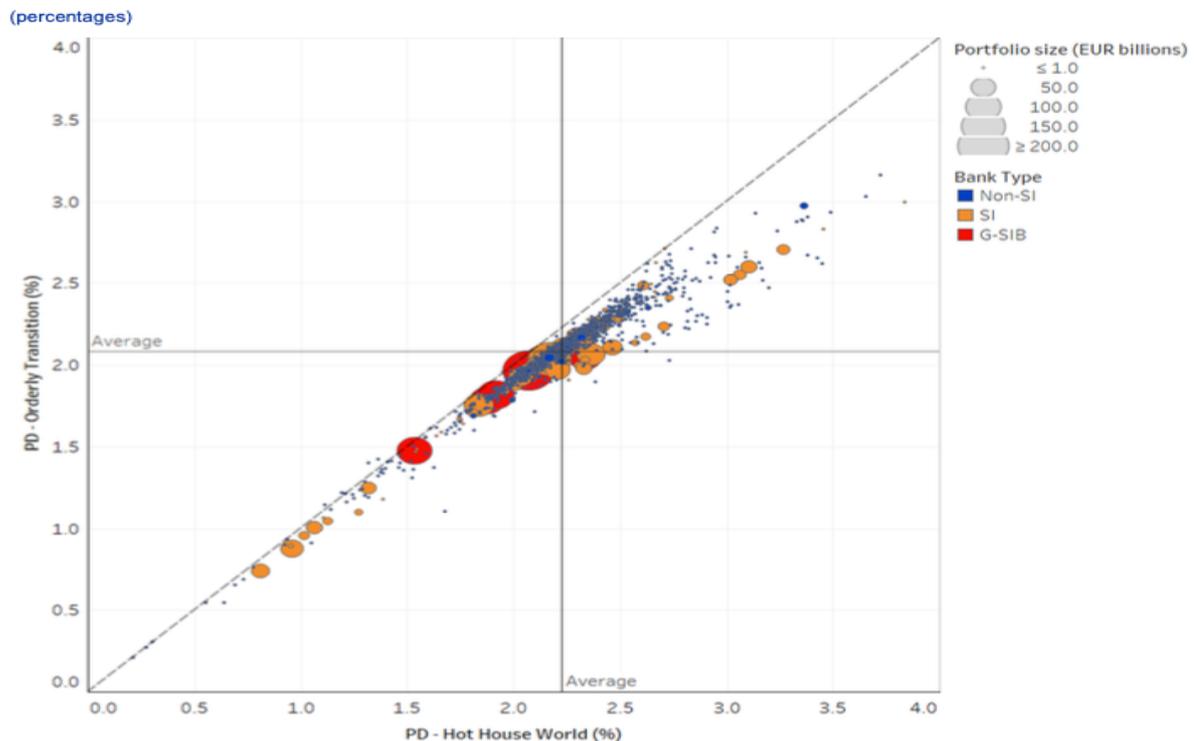


Fonte: ECB economy-wide climate stress test (2021).

Nota: Eixo x: tempo (Intervalo entre 2020 e 2050). Eixo y: probabilidade inadimplência dos bancos nos cenários de efeito estufa e transição desordenada.

A Figura 12 compara as PD's da carteira de crédito sob o cenário de transição ordenada (eixo y) com o cenário mundial de efeito estufa (eixo x). Os bancos localizados abaixo da linha diagonal teriam seus PD's relativamente mais altos em um cenário mundial de efeito estufa, que é o caso de todos os bancos grandes, com exceção de alguns bancos pequenos (ECB, 2021, p. 56).

**Figura 12** – Probabilidades de inadimplência em 2050: transição ordenada versus cenário mundial de efeito estufa.



Fonte: ECB *economy-wide climate stress test*, 2021.

Nota: A cor dos pontos indica o tipo de banco, enquanto o diâmetro, indica o tamanho da carteira de crédito.

Eixo x: percentual de PD no cenário de efeito estufa. Eixo y: Pd no cenário de transição ordenada.

Fonte: Cálculos do BCE com base em cenários NGFS (2020), dados AnaCredit, Orbis, Urgentem e Four Twenty Seven (2018). Notas: Os bancos são classificados como bancos globais sistemicamente importantes (G-SIB's) se, com base em vários critérios sistêmicos, sua falência desencadear uma ampla crise financeira e ameaçar a economia global. Os bancos são classificados como instituições significativas (SI) com base na definição estabelecida no Regulamento do MUS e no Regulamento-Quadro do MUS. Quanto maior o tamanho das bolhas no gráfico, maiores são as exposições de empréstimos a NFCs. As bolhas azuis referem-se aos LSI's, as bolhas amarelas aos SI's e as bolhas vermelhas aos G-SIB's.

Esses resultados sublinham a necessidade de transição para uma economia mais verde, não apenas para garantir que as metas do Acordo de Paris sejam cumpridas, mas também para limitar a ruptura de longo prazo para as economias, negócios e meios de subsistência. Sendo assim, o BCE compromete-se a contribuir, no âmbito do seu mandato, para os objetivos do Acordo de Paris e para os esforços do NGFS com as seguintes ações específicas.

Na primeira etapa, pretende-se recolher dados para analisar os riscos relacionados com alterações climáticas. BCE argumenta que as políticas e medidas climáticas dependem de dados confiáveis. Por isso, o BCE está desenvolvendo novos indicadores para ajudar a avaliar a vulnerabilidade dos bancos a riscos físicos climáticos. Além disso, nessa primeira etapa, pretende-se adaptar os modelos macroeconômicos, para que possam os riscos relacionados às alterações climáticas. Isso vai ajudar a avaliar o impacto das alterações climáticas e das políticas conexas na economia, no sistema financeiro e na forma como a nossa política monetária é transmitida às pessoas e às empresas.

Na segunda etapa, o BCE tem como objetivo interpretar os dados coletados. Serão realizados *testes de estresse (stress test)* no balanço do BCE em 2022 para verificar a exposição aos riscos climáticos. Sempre nessa etapa, pretende-se verificar a exposição das empresas e dos bancos aos riscos climáticos. Em 2021, foi realizado um teste de estresse (analisado precedentemente) focado nos riscos climáticos, que revelou que os custos, para os bancos e as empresas, de uma rápida adaptação a políticas ecológicas são muito inferiores aos custos de não fazer nada e de lidar com catástrofes naturais graves no futuro. Em 2022, pretende-se realizar um outro teste de estresse focado nos bancos, para determinar o seu grau de preparação para os riscos climáticos suscetíveis de se concretizarem. Ademais, o BCE quer tornar a divulgação de riscos climáticos uma prioridade. É preciso conhecer e avaliar os riscos climáticos e como estes impactam a economia e o sistema financeiro. Por isso, o BCE projeta introduzir requisitos de divulgação de informações sobre riscos climáticos como um dos critérios de elegibilidade de ativos do setor privado para utilização como garantia nas suas operações de política monetária. Além disso, objetiva-se analisar como os rating de crédito refletem os riscos climáticos.<sup>22</sup> As avaliações disponibilizadas pelas agências de rating de risco são um instrumento fundamental para compreender o risco geral dos ativos, pois ajudam a entender o risco de inadimplência do credor. Dessa forma, o BCE almeja verificar como as agências de *rating* incorporam os riscos climáticos nas suas avaliações. Além disso, busca-se desenvolver normas mínimas, para verificar que esses riscos sejam coerentemente considerados nas avaliações internas do próprio BCE.

Por fim, na terceira etapa, o BCE incluirá os riscos climáticos no quadro de ativos de garantia. Serão considerados os riscos climáticos na avaliação dos ativos que os bancos pretendem utilizar como garantia para obter empréstimos do sistema euro. Logo, os ativos com riscos climáticos mais elevados poderão ser tratados de modo diferente daqueles com riscos

---

<sup>22</sup> O termo é utilizado para descrever a classificação de uma instituição (ou mesmo de um país) conforme o risco que ela representa para o mercado quanto a sua capacidade de honrar as dívidas assumidas por ela.

climáticos mais reduzidos. Além disso, o BCE almeja tornar suas aquisições de ativos mais ecológicas. Serão introduzidos mais critérios climáticos para orientar as compras de ativos do setor empresarial. Isso poderá implicar analisar em que medida os emitentes cumprem o Acordo de Paris ou estão empenhados em atingir metas semelhantes. Ademais, a partir de 2023, o BCE começará a divulgar informações sobre riscos climáticos relativamente ao programa de compra de ativos do setor empresarial.

#### 4.3 BANCO CENTRAL DO JAPÃO

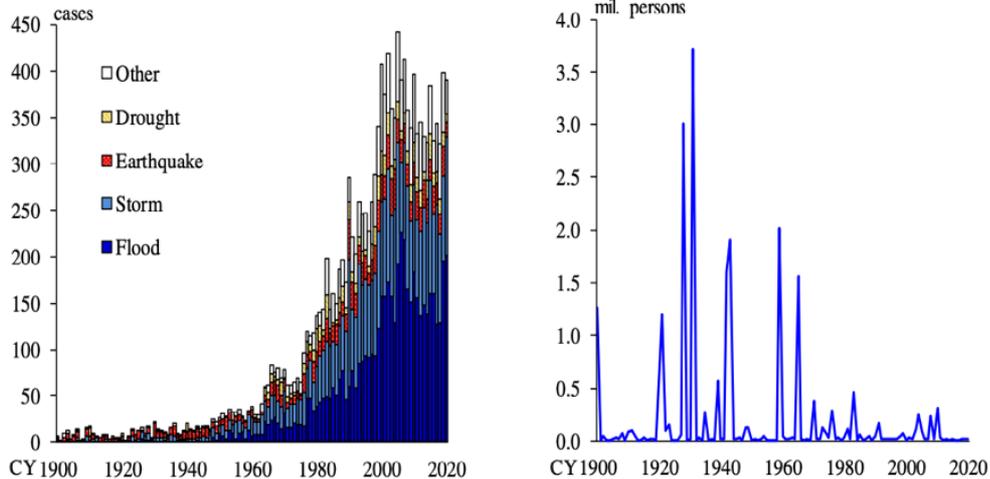
O Banco Central do Japão (BOJ) também tem ficado atento na questão climática. Haruhiko Kuroda, no dia 27 de julho de 2021, no *Japan National Press Club*, divulgou e explicou a estratégia do BOJ sobre as mudanças climáticas.

A mudança climática é um desafio global que terá um amplo impacto em nossa sociedade e atividade econômica no futuro. Empresas individuais e famílias se envolveram em atividades econômicas sem a devida consideração do impacto das emissões de gases de efeito estufa, e isso resultou em uma quantidade excessiva de emissões de gases de efeito estufa na sociedade e na economia como um todo. Se essa situação continuar, o aumento das temperaturas e um aumento ainda maior nos desastres naturais de grande escala em todo o mundo resultariam em custos sociais e econômicos negativos significativos. (KURODA, 2021, p. 1).

Em julho de 2018 e agosto 2021, a província de Hiroshima foi atingida por chuvas torrenciais, por isso, vários cientistas estão realizando pesquisas sobre mudanças climáticas com base nas ciências físicas e as discussões ainda estão em andamento. O número de desastres naturais parece estar aumentando, enquanto o número de mortes está diminuindo, de acordo com a Figura 13.

**Figura 13 – Desastres Naturais.**

*Increase in Number of Global Reported Natural Disaster Events*      *Decrease in Number of Global Deaths from Natural Disasters*



Fonte: Japan's Economy and Monetary Policy (2021).

Nota: painel a mostra o número de casos de desastres ambientais separados por tipo de evento. Painel b mostra o número de mortes (em mil) em cada ano.

Eixo x: tempo Eixo y: quantidade.

O governo japonês tem o objetivo ambicioso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa no Japão a zero e alcançar a neutralidade de carbono até 2050. Também promoverá políticas que contribuam para o crescimento centrado na descarbonização, incluindo a precificação do carbono. Para isso, foi formulada uma estratégia com diversas medidas.

No que diz respeito à política monetária, o BOJ decidiu introduzir uma nova medida de provisionamento de fundos para que as instituições financeiras que divulgam um determinado nível de informação sobre seus esforços para enfrentar a mudança climática possam receber recursos do Banco de encontro aos seus investimentos ou empréstimos feitos como parte de tais esforços. Ela lançará a medida provavelmente em 2021. O Banco considera esta medida como uma nova abordagem para apoiar os esforços sobre as alterações climáticas do lado da política monetária.

Ocorre que, nos últimos anos, empresas e instituições financeiras têm intensificado seus esforços para enfrentar as mudanças climáticas. No entanto, eles enfrentaram várias dificuldades. Existem incertezas consideráveis sobre vários fatores, como mudanças nas emissões de gases de efeito estufa, desastres naturais em grande escala e inovações técnicas em resposta às mudanças climáticas (KURODA, 2021).

Conseqüentemente, as melhores práticas e respostas podem mudar com o tempo. As empresas levam em consideração as mudanças na situação quando se envolvem em suas

atividades comerciais e de investimento, e as instituições financeiras fornecem os fundos necessários. O BOJ também criará formas de exercer a disciplina de mercado, solicitando às instituições financeiras que divulguem um determinado nível de informação. A medida é uma nova tentativa de apoiar os esforços em relação às mudanças climáticas por meio da condução da política monetária. O Banco acredita que a nova medida acelerará os esforços de empresas e instituições financeiras no Japão para enfrentar a mudança climática (KURODA, 2021).

Por outro lado, para proteger o sistema financeiro dos riscos físicos e de transição, o BOJ apoiará, ativamente, as instituições financeiras na identificação e gestão de seus riscos financeiros relacionados ao clima, com o objetivo de manter a estabilidade do sistema financeiro e o bom funcionamento da intermediação financeira. Para isso, o BOJ manterá discussões aprofundadas com instituições financeiras sobre seus esforços para abordar os riscos financeiros relacionados ao clima e sobre seu envolvimento com clientes corporativos na busca pela descarbonização. Além disso, O BOJ incentivará as instituições financeiras a aprimorar suas divulgações, tanto qualitativa quanto quantitativamente, com base na estrutura TCFD, que foi incorporada ao “Código de Governança Corporativa do Japão”.

Do ponto de vista das pesquisas, o BOJ aprofundará sua análise de como as mudanças climáticas afetarão a macroeconomia, incluindo a atividade econômica e os preços, os mercados financeiros e o sistema financeiro, e empregará esforços na coleta de dados relacionados ao clima e no aprimoramento de ferramentas analíticas para melhor conduzir a vigilância e identificar riscos. Também examinará o funcionamento dos mercados financeiros e da infraestrutura e considerará maneiras de abordar questões relevantes para os sistemas de pagamentos e as infraestruturas de mercado.

Em seu discurso em reunião com os líderes locais, Masazumi Wakatabe, vice-presidente do BOJ, afirmou a importância de uma força conjunta na mitigação dos riscos decorrentes das mudanças climáticas.

Diante das incertezas, mais estudos e pesquisas são necessários. Do ponto de vista da prestação de contas, a coleta de dados, bem como a análise e avaliação dos efeitos das políticas também são necessárias. Além disso, como a mudança climática é uma falha do mercado global, ela deve ser tratada em nível global. Assim, não apenas as ações do Japão, mas também a colaboração entre países ao redor do mundo é necessária (WAKATABE, 2021, p.11).

Sendo assim, o BOJ contribuirá para o desenvolvimento de medidas contra as mudanças climáticas, aprendendo com a experiência de outras jurisdições em fóruns internacionais, como o Grupo dos Sete G7 e o Grupo dos Vinte G20, compartilhando a experiência adquirida com

suas medidas e participando de discussões multilaterais. No que diz respeito ao sistema financeiro, em estreita colaboração com a Agência de Serviços Financeiros, o Banco contribuirá para a construção de uma estrutura internacional para abordar os riscos financeiros relacionados ao clima em fóruns como o Comitê de Supervisão Bancária da Basileia, o FSB e o NGFS. Com relação às lacunas de dados, o Banco trabalhará com instituições financeiras e as autoridades relevantes para contribuir com iniciativas internacionais para melhorar a disponibilidade de dados necessários para avaliar os riscos financeiros relacionados ao clima. Ademais, como parte de sua cooperação financeira internacional, o BOJ, em conjunto com outros bancos centrais, fortalecerá seus esforços para promover o investimento em produtos financeiros relacionados ao clima, como títulos verdes, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento dos mercados financeiros.

Por fim, o BOJ conduzirá suas operações comerciais prestando a devida consideração às mudanças climáticas, de acordo com o princípio existente de operações comerciais adequadas e eficientes do banco central. Até o momento, o BOJ vem desenvolvendo esforços na redução das emissões de gases de efeito estufa e economia de energia para atingir as metas estabelecidas pelos governos central e local, e fortaleceu seu plano de continuidade de negócios para fazer frente ao crescente risco de inundações. O Banco continuará com esses esforços.

Quanto à comunicação externa, o Banco fará divulgações, levando em consideração as recomendações da TCFD e aprimorará sua comunicação com o público sobre as condutas relacionadas ao clima em geral. Dado que os impactos das mudanças climáticas sobre a atividade econômica, os preços e o sistema financeiro são altamente incertos e podem variar muito com o tempo, o Banco seguirá apropriadamente a natureza em evolução das questões relacionadas ao clima. Fará intercâmbio de diálogos com várias partes interessadas nacionais e estrangeiras, incluindo participação ativa em discussões internacionais e revisará constantemente suas medidas, fazendo ajustes quando necessário. Se não agirmos agora, efeitos negativos significativos podem se tornar evidentes ou aumentar 20 ou 30 anos depois. (WAKATABE, 2021).

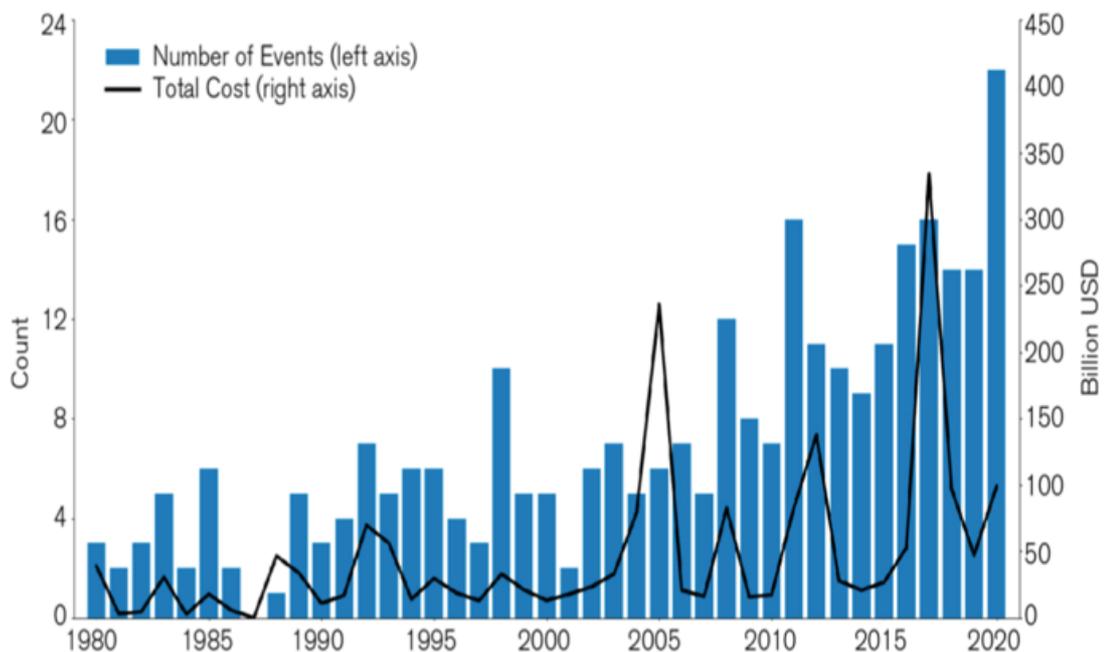
#### 4.4 BANCO CENTRAL DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

O Banco Central dos Estados Unidos da América (EUA) também tem tomado algumas medidas em relação às mudanças climáticas. Leal Brainard, membro do Conselho de Governadores do Sistema do *Federal Reserve* (FED) reconheceu a importância da consideração e mitigação dos riscos climáticos.<sup>23</sup>

A mudança climática é um dos maiores desafios do nosso tempo. Há evidências crescentes de que os eventos climáticos extremos relacionados às mudanças climáticas estão aumentando – secas, incêndios florestais, furacões e ondas de calor estão se tornando mais comuns. Eventos relacionados ao clima estão já afetando adversamente a vida de muitos americanos. (BRAINARD, 2020, p. 1).

A Figura 14 mostra o histórico de custos dos desastres ambientais nos EUA em bilhões de dólares.

**Figura 14** – Custo, em bilhões de dólares, de desastres climáticos e meteorológicos nos EUA.



Fonte: Relatório Climático do Conselho de Supervisão de Estabilidade Financeira FSOC (2021).

Nota: As contagens de eventos e as estimativas de custo total refletem eventos de desastres climáticos com custos superiores a um bilhão em dólares ajustados ao CPI em 2020.

O histograma representa o número de eventos, enquanto a linha o custo total.

<sup>23</sup> *Federal Reserve* é o banco central dos EUA.

O Conselho de Supervisão de Estabilidade Financeira (FSOC)<sup>24</sup>, que é responsável por identificar os riscos para a estabilidade financeira dos Estados Unidos, promover a disciplina de mercado e responder às ameaças emergentes à estabilidade do sistema financeiro dos Estados Unidos publicou seu Relatório sobre Risco Financeiro Relacionado ao Clima em 21 de outubro de 2021. O relatório resume os esforços dos membros para identificar e avaliar os riscos financeiros relacionados ao clima e descreve uma série de recomendações para melhorar as divulgações financeiras relacionadas ao clima e avaliar e mitigar riscos de estabilidade financeira relacionados ao clima. Diante desse cenário, o FED está promovendo algumas medidas para mitigar os riscos climáticos.

Primeiramente, a equipe do *Federal Reserve* está participando de um novo fluxo de trabalho do NGFS sobre “Preenchimento de lacunas de dados”. Ocorre que, embora os canais de transmissão por meio dos quais os riscos climáticos afetam os bancos sejam cada vez mais aparentes, a quantificação desses riscos continua sendo um desafio. Até o momento, os esforços de medição têm sido prejudicados por lacunas de dados e obstáculos metodológicos, muitos dos quais são exclusivos das mudanças climáticas e contribuem para o elevado grau de incerteza nas estimativas de riscos relacionados ao clima. O fluxo de trabalho criará uma lista detalhada de lacunas nos itens de dados no nível macroeconômico, no nível do mercado e no nível dos participantes do mercado financeiro necessários para modelar o risco climático (BRINARD, 2020). Para enfrentar esses desafios, o FED está identificando dados, tecnologia e recursos de modelagem adicionais, incluindo aqueles disponíveis por meio de outras agências do governo dos EUA, que são necessários para compreender os riscos financeiros e econômicos associados às mudanças climáticas.

O FED apoia a ênfase do relatório FSOC na necessidade de divulgações consistentes e comparáveis, que são fundamentais para uma análise rigorosa e completa dos riscos relacionados ao clima. De acordo com o relatório climático do FSOC (2021), o FED trabalhará com os colegas do *Financial Stability Oversight Council* para apoiar o desenvolvimento e a implementação de abordagens eficazes nesta área. A *Securities and Exchange Commission* (SEC), que é responsável por regular o mercado financeiro dos EUA (o equivalente da CVM no Brasil)<sup>25</sup>, está desenvolvendo uma proposta de regulamentação sobre a divulgação obrigatória de riscos climáticos por emissores públicos. A proposta terá como objetivo tornar as divulgações mais consistentes, comparáveis e úteis.

---

<sup>24</sup> *Financial Stability Oversight Council*.

<sup>25</sup> Comissão de Valores Mobiliários regula o mercado de capitais no Brasil.

As mudanças climáticas também apresentam desafios de modelagem. As várias décadas nas quais os riscos climáticos são projetados para se materializar excedem em muito o horizonte de tempo de planejamento e gerenciamento de risco típico de um banco. Além disso, os modelos de risco financeiro costumam ser retrospectivos e extrapolam tendências históricas, que, no caso do clima, podem ser indicadores não confiáveis de resultados futuros. Novas ferramentas e abordagens voltadas para o futuro serão necessárias. (BRAINARD, 2020). Com o tempo, será importante desenvolver uma estrutura para avaliar como os bancos estão levando em consideração os riscos relacionados ao clima em sua modelagem e gestão de riscos de crédito, mercado, liquidez e operacional. De acordo com o FSOC, o *Federal Reserve* está desenvolvendo um programa de análise de cenários relacionados ao clima, uma ferramenta cada vez mais usada por empresas individuais e agências regulatórias, para avaliar os riscos econômicos e financeiros potenciais decorrentes de diferentes resultados climáticos.

Além disso, o FED busca aprofundar a compreensão das implicações das mudanças climáticas para a economia e o sistema financeiro dos EUA, inclusive por meio da série Seminário Virtual sobre Economia do Clima, grupos internos focados na literatura climática emergente e conferências acadêmicas. A equipe do FED está colaborando e compartilhando conhecimento por meio da Rede do Sistema Climático e outros fóruns.

Por fim, o FED criou, em janeiro de 2021 o Comitê de Supervisão do Clima (SCC)<sup>26</sup> e, em março de 2021, anunciou a formação do Comitê de Estabilidade Financeira do Clima. Este comitê da equipe do *Federal Reserve System* complementa o foco microprudencial do SCC e está realizando um trabalho para identificar as ligações entre as mudanças climáticas e a estabilidade financeira, inclusive investigando como as mudanças climáticas podem aumentar as vulnerabilidades do setor financeiro e procurando canais de amplificação relacionados ao clima.

Sendo assim, o FED compartilhará seu progresso e espera se coordenar com seus colegas do FSOC para enfrentar os desafios críticos descritos no relatório do FSOC. À medida que o FED avança em sua compreensão dos riscos de estabilidade financeira associados às mudanças climáticas e ganha experiência com políticas para fortalecer o sistema, continuará a trabalhar em conjunto com colegas nacionais e internacionais para aprimorar suas respostas.

---

<sup>26</sup> *Supervision Climate Committee.*

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS BANCOS CENTRAIS

De acordo com os dados apresentados, pode-se observar que todos os bancos centrais analisados reconhecem a importância do risco climático. Um dos pontos de maior contato é a busca pela construção de indicadores, a partir de uma coleta de dados ainda embrionária. Outro ponto em comum diz a respeito da importância da divulgação das informações. Os bancos centrais pretendem seguir as recomendações do TCFD para executar tal tarefa.

Apesar de ter algumas semelhanças nas políticas praticadas até agora, existe bastante heterogeneidade entre os bancos centrais. O BCE parece estar em estágio mais avançado em relação aos outros. Até agora, nenhum outro banco central publicou um teste de estresse com mesmo grau de complexidade do que aquele publicado em setembro de 2021. Além disso, o BCE e o BOJ (embora em menor proporção) estão monitorando o mercado de crédito e atentos ao risco de inadimplência dos bancos. Além disso, ambos os bancos centrais estão praticando uma política de compra de títulos verdes, para diminuir a emissão de carbono. Capriotti (2017) define os títulos verdes como investimentos voltados exclusivamente para projetos sustentáveis e/ou socioambientais. Esses títulos apresentam como característica principal a motivação dos investidores que, além de naturalmente buscarem retorno de seus investimentos, buscam vincular o investimento à conservação, recuperação e preservação do meio ambiente. Inclusive, o BOJ tem uma meta bastante ambiciosa de chegar a zero emissão de carbono em 2050. Outro ponto em comum, é a solicitação de informações sobre os riscos climáticos por parte das empresas, apoiando, inclusive, a gestão de riscos financeiros relacionados ao clima. O BOJ pretende incentivar, também, investimentos verdes.

No caso do BCB, além desse foco da coleta de dados, construção de indicadores, gerenciamento de risco e compra de títulos verdes, há uma condução de ações sustentáveis. O BCB pretende promover redução do consumo de recursos naturais através de algumas ações, como a efetivação de licitação para compra de lixeiras de coleta seletiva, a fim de substituir as lixeiras individualizadas por compartilhadas, em todos os prédios do BCB.

Já o FED, demonstra-se bastante neutro na promoção de política de sustentabilidade. Suas ações ainda estão bastante embrionárias. Um ponto de destaque é o desenvolvimento de uma proposta de regulamentação sobre a divulgação obrigatória de riscos climáticos por emissores públicos, por parte da SEC.

Sendo assim, qual a postura mais adequada para ser tomada? Para enfrentar os riscos climáticos, é mais indicada uma conduta mais intervencionista ou os bancos centrais podem mitigar os riscos climáticos, desenvolvendo seu papel de manutenção de estabilidade de preço

e do sistema financeiro, mantendo total neutralidade? Campos (2021) argumenta que os riscos físicos e de transição devem ser identificados, mensurados, amplamente divulgados e precisamente endereçados aos agentes do sistema financeiro, a fim de assegurar a estabilidade financeira das economias de países, blocos e regiões. Os bancos centrais que não estejam fazendo isso, inevitavelmente, falharão em sua missão básica de garantir a estabilidade financeira. Portanto, pode-se perceber como o foco dos bancos centrais tenha mudado ao longo do tempo. Bolton (2020) argumenta que os banqueiros centrais das economias avançadas fundamentaram suas ações em torno do papel de estabilidade de preços e, nas últimas décadas, cada vez mais em torno da estabilidade financeira, principalmente, desde a Grande Crise Financeira de 2008.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve por objetivo analisar como os bancos centrais estão enfrentando as mudanças climáticas. O objetivo principal é resultante da percepção de que, estudos que avaliam as medidas adotadas pelos bancos centrais diante das mudanças climáticas são ainda escassos e, além disso, da percepção da relevância do tema dados os acontecimentos de desastres ambientais.

Para atingir tal propósito, a pesquisa revisou alguns autores referências nos estudos das mudanças climáticas, evidenciando a complexidade em conduzir uma transição verde. Existe um debate sobre a postura que os bancos centrais precisam manter, diante desse cenário. Tirole (2021), por exemplo, preocupa-se com o caráter independente do banco central. O autor defende que os reguladores financeiros não têm os instrumentos para conduzir políticas de sustentabilidade. Além disso, uma excessiva intervenção poderia impactar, negativamente, na credibilidade dos bancos centrais, pois ficariam menos transparente. Por outro lado, políticas mais intervencionistas, como aquela conduzida pelo BCB em 2008, mostraram-se, parcialmente, eficazes na transição para uma economia mais verde. A restrição do crédito na região da Amazônia corroborou para a diminuição do desmatamento. Dado que esse fenômeno está ligado ao efeito estufa, pode-se concluir que com essa medida, o BCB tentou proteger o sistema financeiro de riscos climáticos.

Ademais, a pesquisa explorou os impactos dos riscos climáticos na economia, através de uma revisão bibliográfica. Além disso, foram consultados alguns modelos estatísticos, como o estudo de Lesk *et al.* (2016) sobre a relação entre aumento de temperatura climática, produção agrícola e inflação. Mas também foi consultado o teste de estresse do BCE para entender os efeitos dos riscos climáticos no mercado de crédito e no sistema financeiro como um todo.

A consulta dos discursos de alguns líderes e relatórios dos bancos centrais analisados possibilitou comparar em qual fase cada banco central se encontra, quais as maiores preocupações e estratégias de divulgação dos riscos climáticos. Nessa perspectiva, percebeu-se o quanto o BCE está a frente nesses estudos, evidenciando sua postura mais intervencionista se comparada ao FED, por exemplo. O BCB apresenta um caráter intervencionista, propondo políticas de sustentabilidade como aquela mencionada no estudo de Assunção (2013). Todavia, ainda não desenvolveu um teste de estresse tão completo como o BCE. O BOJ, assim como o BCE, está monitorando o mercado de crédito e projeta chegar à emissão zero de GEE em 2050. Dos bancos centrais analisados, o FED parece ser a instituição com maior dúvida na questão do papel do banco central na mitigação de risco. Ainda não existem políticas claras e bem

definidas. Há apenas uma construção de dados e atenção na divulgação de informações sobre o risco climático por parte dos diversos agentes, sejam eles públicos ou privados. Ness sentido, percebe-se pela literatura, que a postura mais adequada seria manter certo grau de neutralidade dos bancos centrais, com inclusão das mudanças climáticas nos modelos de risco e atuação em conjunto com outros agentes no que diz respeito à transição verde. Os bancos centrais deveriam ter uma postura intervencionista apenas em situações de emergência, caso os riscos climáticos estejam comprometendo gravemente a estabilidade do sistema financeiro. Sendo assim, para manter sua autonomia e credibilidade, seria importante promover o aumento da transparência de suas ações, melhorando e aperfeiçoando relatórios e divulgações técnicas. Isso pode conferir legitimidade para as suas ações através de clara comunicação de suas avaliações dos riscos, bem como justificativas para a tomada de decisão política da intervenção.

Por fim, pode-se concluir que ainda há muito caminho pela frente para os reguladores financeiro. Ainda não foram desenvolvidos indicadores de riscos climáticos e ainda não há soluções claras para serem tomadas na transição para condução verde. Dessa forma, recomenda-se, como sugestão para futuras pesquisas, analisar possíveis soluções para a transição verde e algumas orientações para construir indicadores de riscos climáticos, propondo e analisando modelos econométricos.

## REFERÊNCIAS

- ALOGOSKOUFIS, S.; DUNZ, N.; EMAMBAKSHSH, T.; HENNING, T.; KAIJSER, M.; KOURATZOGLOU, C.; MUNÓZ, M. A.; PARISI, L.; SALLEO, C. **Occasional Paper Series**: ECB economy-wide climate stress test. 2021. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op281~05a7735b1c.en.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- ARNDT, C.; CHINOWSKY, P.; FANT, C.; PALTSEV, S.; SCHLOSSER, C. A.; STRZEPEK, K.; TARP, F.; THURLOW, J. **Climate change and developing country growth**: the cases of Malawi, Mozambique, and Zambia. *Climatic Change*. 154(3-4): 335-349, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02428-3>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- ARNDT, C.; LOEWALD, C.; MAKRELOV, K. **Climate change and its implications for central banks in emerging and developing economies**. South African Reserve Bank, Working Paper Series WP/20/04, 2020. Disponível em: <https://www.resbank.co.za/en/home/publications/publication-detail-pages/working-papers/2020/10001>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. **Crédito afeta desmatamento**: evidência de uma política de crédito rural na Amazônia. Climate Policy Initiative/Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas/PUC: Rio de Janeiro, 2013.
- \_\_\_\_\_. Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: prices or policies? **Environment and development economics**, 697-722, 2015. DOI:10.1017/S1355770X15000078. Acesso em: 14 mar. 2021.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de riscos e oportunidades sociais, ambientais e climáticas**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/relatorio-risco-oportunidade>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- BANK OF ENGLAND. **The impact of climate change on the UK insurance sector: a climate change adaptation report** by the Prudential Regulation Authority. 2015. Disponível em: <http://www.bankofengland.co.uk/prad/documents/supervision/activities/pradefra0915.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- BARTHOLOMEW, L.; DIGGLE, P. **Climate change and central banks**: the case for violating neutrality. 2021.
- BATTEN, S. **Climate change and the macro-economy**: a critical review. Bank of England Working Paper n. 706, 2018. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3104554>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- BATTEN, S.; SOWERBUTTS, R.; TANAKA, M. **Let's talk about the weather**: the impact of climate change on central banks. Bank of England, Working Paper n. 603, 2016. Disponível em: <https://www.bankofengland.co.uk/working-paper/2016/lets-talk-about-the-weather-the-impact-of-climate-change-on-central-banks>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- BERNANKE, B S.; GERTLER, M. **Monetary policy and asset price volatility**. Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review 84, 17–51, 1999.

\_\_\_\_\_. Should Central Banks respond to movements in asset prices? **American Economic Review**, 91(2): 253-257, 2001.

BOARD OF GOVERNORS OF THE FEDERAL RESERVE SYSTEM. **Financial stability report**. Washington, DC, 2021. Disponível em: <https://www.federalreserve.gov/publications/financial-stability-report.htm>. Acesso em: 14 nov. 2021.

BOLTON, P.; HONG, H.; KACPERCZYK, M.; VIVES, X. **Resilience of the financial system to natural disasters**. VoxEu.org, 2021. Disponível em: <https://voxeu.org/content/resilience-financial-system-natural-disasters>. Acesso em: 14 nov. 2021.

BOLTON, P.; DESPRES, M.; PEREIRA DA SILVA, L. A.; SAMAMA, F.; SVARTZMAN, R. **The green swan: central banking and financial stability in the age of climate change**. Disponível em: Banque de France, 2020. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/othp31.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRAINARD, L. **Building Climate Scenario Analysis on the Foundations of Economic Research**. Federal Reserve Stress Testing Research Conference Federal Reserve Bank of Boston, Boston, 2021. Disponível em: <https://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/brainard20211007a.htm>. Acesso em: 10 jan. 2022.

\_\_\_\_\_. **Strengthening the financial system to meet the challenge of climate change**. The Financial System & Climate Change: a regulatory imperative, hosted by the Center for American Progress. Washington D. C., 2020. Disponível em: <https://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/brainard20201218a.htm>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BRUNNERMEIRE, M. K.; LANDAU, J. **Central banks and climate change**. VoxEu.org, 2020. Disponível em: <https://voxeu.org/article/central-banks-and-climate-change>. Acesso em: 16 jan. 2022.

CAPRIOTTI, B. P.; SCHMID, M. L. Os títulos de dívida *green bonds* e seus potenciais benefícios para o mercado brasileiro. **Caderno PAIC**, v. 18, n. 1, p. 196-215, 2017. Disponível em: <https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/253>. Acesso em: 16 jul. 2021.

CAMPOS, R. I. **Mudanças climáticas e estabilidade financeira: incerteza, riscos e o papel dos bancos centrais**. Universidade Federal de Brasília, 2021.

CAMPIGLIO, E. Beyond carbon pricing: the role of banking and monetary policy in financing the transition to a low-carbon economy. **Ecological Economics**, 121, 220-230, 2016.

CARDIM DE CARVALHO, F. J. **Economia monetária**. Segunda edição, São Paulo, 2012.

CARNEY, M. **Breaking the tragedy of the horizon: climate change and financial stability**. 2015. Bank of England, 2018. Disponível em: <https://www.bankofengland.co.uk/speech/2015/breaking-the-tragedy-of-the-horizon-climate-change-and-financial-stability>. Acesso em: 10 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. **Breaking the tragedy of the horizon: climate change and financial stability.** Speech delivered at at Lloyd's of London, 29 September 2015. Disponível em: <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2015/speech844.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CECCHETTI, S. G. H.; GENBERG, J. LIPSKY; WADHWANI, S. **Asset Prices and Central Bank Policy.** Geneva Reports on the World Economy n. 2, International Center for Monetary and Banking Studies, Geneva, 2000.

DATHEIN, R. **Uma introdução à teoria pós-keynesiana.** UFRJ, 2000.

MENDONÇA, H. F DE. A teoria da independência do Banco Central: uma interpretação crítica. **Estudos Econômicos**, v. 30, n. 1, p. 101-127, São Paulo, 2000. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ee/article/view/117611>. Acesso em: 18 ago. 2021.

CROCCO, M.; FEIL, F. Um ensaio sobre riscos ambientais e a estabilidade do sistema financeiro: o caso do brasil no pós pandemia. *In*: BERCOVICI, G.; SICSÚ, J.; AGUIAR, R (org.). **Utopias para reconstruir o Brasil.** 2020.

ERB, R.D. O papel dos bancos centrais. **Finanças & Desenvolvimento**, 11-13, 1989.

EUROPEAN CENTRAL BANK. **The ECB pledge on climate change action.** Frankfurt, 2021. Disponível em: [https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.pledge\\_climate\\_change\\_action211103~6af74636d8.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.pledge_climate_change_action211103~6af74636d8.en.pdf). Acesso em: 18 dez. 2021.

EUROPEAN CENTRAL BANK. **ECB presents action plan to include climate change considerations in its monetary policy strategy.** Frankfurt, 2021. Disponível em: [https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2021/html/ecb.pr210708\\_1~f104919225.en.html](https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2021/html/ecb.pr210708_1~f104919225.en.html). Acesso em: 18 dez. 2021.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/33045/desmatamento-no-brasil--um-problema-ambiental/i/pt-br>. Acesso em: 14 out. 2021.

FINANCIAL STABILITY OVERSIGHT COUNCIL. **Report on Climate-Related Financial Risk 2021.** WASHINGTON, D.C., 2021.

FREITAS, M. C. P. **Racionalidade da regulamentação e supervisão bancária: uma interpretação heterodoxa.** Regulação financeira e bancária, São Paulo: Atlas (2005).

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **Fiscal monitor: how to mitigate climate change.** 2019. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/FM/Issues/2019/09/12/fiscal-monitor-october-2019>. Acesso em: 14 out. 2021.

GRIPPA, P.; SCHMITTMANN, J.; SUNTHEIM, F. Climate change and financial risk. **Finance & Development**, v. 56, n. 4, 2019. Disponível em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2019/12/pdf/climate-change-central-banks-and-financial-risk-grippa.pdf>. Acesso em: 14 out. 2021.

GUERRA, S. A crise ambiental na sociedade de risco. **Lex Humana**, 177–215, 2009. Disponível em: [https://digitalis-dsp.uc.pt/jspui/bitstream/10316.2/33889/1/LH1-2\\_artigo8.pdf](https://digitalis-dsp.uc.pt/jspui/bitstream/10316.2/33889/1/LH1-2_artigo8.pdf). Acesso em: 13 set. 2021.

ILZETZKI, Ethan; JIA, Jason. **The ECB's green agenda**. VoxEu.org, 2021. Disponível em: <https://voxeu.org/article/ecb-s-green-agenda>. Acesso em: 14 jan. 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

KLOMP, J. Financial fragility and natural disasters: an empirical analysis. **Journal of Financial Stability** 13: 180-92, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2014.06.001>. Acesso em: 14 fev. 2022.

KROGSTRUP, S.; OMAN, W. **Macroeconomic and financial policies for climate change mitigation: a review of the literature**. International Monetary Fund, 2019. ISSN: 9781513511955/1018-5941.

KURODA, H. **The Bank of Japan's strategy on climate change**. Speech at the Japan National Press Club, 2021. Disponível em: [https://www.boj.or.jp/en/announcements/press/koen\\_2021/ko210727a.htm/](https://www.boj.or.jp/en/announcements/press/koen_2021/ko210727a.htm/). Acesso em: 14 jan. 2022.

LESK, C.; ROWHANI, P.; RAMANKUTTY, N. Influence of extreme weather disasters on global crop production. **Nature** 529: 84, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature16467>. Acesso em: 14 nov. 2021.

LÖYTTYNIEMI, Timo. **Integrating climate change into the financial stability framework**. VoxEu.org, 2021. Disponível em: <https://voxeu.org/article/integrating-climate-change-financial-stability-framework>. Acesso em: 14 jan. 2022.

MCKIBBIN, W.; MORRIS, A. C.; WILCOXEN P. J.; PANTON A. J.; **Climate change and monetary policy: dealing with disruption**. 2017. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3084399](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3084399). Acesso em: 14 jan. 2022.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5o Edição. Editora Atlas S.A. São Paulo. 2003.

MINSKY, H. **Can “it” happen again?** Essays on Instability and Finance. Armonk, New York: M. E. Sharpe, 1982.

MURPHY, R.; HINES, C. Green quantitative easing: paying for the economy we need. **Finance for the Future**, 2010. Disponível em: <http://www.financeforthefuture.com/GreenQuEasing.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

NICOLLETTI, M.; LEFÉVRE, G.B. **Precificação de carbono no Brasil: perspectivas e aprendizados a partir de uma simulação de mercado cap-and-trade**. 2016.

NOBRE, C. A.; REID, J.; SOARES VEIGA, A.P.; **Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas**. INPE, São José dos Campos, 2012.

PENNING BLANK, Dionis Mauri. O contexto das mudanças climáticas e suas vítimas. **Mercator**, Universidade Federal do Ceará, v. 14, n. 2, p. 157-172, mai./ago. 2015. DOI: 10.4215/RM2015.1402.0010. Acesso em: 14 nov. 2021.

PINDYCK, R.; RUBINFELD, D. **Microeconomia**. São Paulo, 2013.

SANTOS, J; SOUZA S., R. M.; ALBUQUERQUE F. A.; SILVA, J. S.; BORGES G. B., M.; FERRERIA, T. F. V.; BANDEIRA, A. S. Os impactos produzidos pelas mudanças climáticas. **Revista ACSA**, UFCG, 2013. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/259/pdf>. Acesso em: 14 nov. 2021.

SANTOS, T. R. E. **Testes de estresse em sistemas financeiros: uma aplicação ao Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Teoria Econômica) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/D.12.2008.tde-30062008-144144. Acesso em: 24 jan. 2022.

SCHLOTTFELDT, C. L. **Supervisão bancária e o papel dos bancos centrais: teoria, experiências internacionais e evidências empíricas**. UFRS, Porto Alegre, 2009.

SORRE, M. Objeto e método da climatologia. **Revista do Departamento de Geografia**, 18 (2006) 89-94, 2006.

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da terra**. Instituto Geológico. Secretaria do meio ambiente do estado de São Paulo. São Paulo, 2008.

TABAK, B.M.; GUERRA, S.M.; MIRANDA, R. C.; SOUZA, S. R. **Teste de estresse para risco de liquidez: o caso do sistema bancário brasileiro**. Trabalho para discussão BCB, 2012.

TASK FORCE ON CLIMATE-RELATED FINANCIAL DISCLOSURES. **Recomendações da força-tarefa para divulgações financeiras relacionadas às mudanças climáticas**. 2017.

TIROLE, J. **Economia do bem comum**. Editora Schwarcz/Companhia das Letras, 2020.

WAKATABE, M. **Japan's economy and monetary policy**. Speech at a Meeting with Local Leaders in Hiroshima, 2021.

WEDER DI MAURO, B. **Combatting climate change: a CEPR collection**. Centre for Economic Policy Research, London, 2021.

WOODFORD, M. **Inflation targeting and financial stability**. NBER Working Paper n. 17967, 2012.