

## ***A mensuração dos riscos climáticos e ambientais no setor financeiro***



***Design e diagramação***

Departamento de Marketing e Comunicação  
Management Solutions - Espanha

***Fotografias***

Arquivo fotográfico da Management Solutions  
iStock  
AdobeStock

**© Management Solutions 2025**

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução, distribuição, comunicação ao público, no todo ou em parte, gratuita ou paga, por qualquer meio ou processo, sem o prévio consentimento por escrito da Management Solutions.

O material contido nesta publicação é apenas para fins informativos. A Management Solutions não é responsável por qualquer uso que terceiros possam fazer desta informação. Este material não pode ser utilizado, exceto se autorizado pela Management Solutions.

# Índice

	Introdução	4
	Resumo executivo	10
	Contexto regulatório	14
	Os riscos climáticos	20
	Os riscos ambientais	38
	Exemplo ilustrativo	44
	Conclusão	50
	Glossário	52
	Bibliografia	53

# Introdução

*"O risco climático não é apenas uma questão ambiental, mas também financeira. As instituições que não conseguirem o abordar hoje vão se expor a consequências muito maiores amanhã".*

Mark Carney<sup>1</sup>



Nas últimas décadas, os efeitos da mudança climática e da degradação ambiental se tornaram uma grande preocupação para muitas economias do mundo. Isso fez com que governos e empresas reavaliassem seus impactos e considerassem suas implicações em todos os setores.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)<sup>2</sup> destacou os efeitos tangíveis do aumento das temperaturas globais sobre os fenômenos climáticos. De acordo com o Relatório de Síntese de 2023 do IPCC<sup>3</sup>, as atividades humanas, especialmente as emissões de gases de efeito estufa, constituem um dos principais impulsionadores da mudança climática, com impactos de grande alcance que já são observados em todas as regiões do planeta. As temperaturas globais da superfície aumentaram em aproximadamente 1,2°C em comparação com os níveis pré-industriais, afetando consideravelmente os fenômenos meteorológicos e os extremos climáticos. Esse aquecimento está causando mudanças irreversíveis nos ecossistemas, nos níveis do mar e nos padrões atmosféricos, e se prevê que esses efeitos se intensifiquem se as emissões continuarem a aumentar.

O desenvolvimento econômico baseado em modelos de produção altamente dependentes de carbono em muitos setores econômicos está aumentando as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera (vide Figura 1).

Como resultado, houve um aumento consistente na temperatura global, que ultrapassou o nível de 1oC acima dos níveis pré-industriais (vide Figura 2).

Esse aumento pode chegar a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais já em 2030. Em alguns cenários, níveis de 2,5°C poderiam ser atingidos até 2050 (vide Figura 3).

Essa evolução da temperatura provocará mudanças de médio e longo prazo no comportamento do clima, assim como a um aumento na frequência e na gravidade de fenômenos meteorológicos extremos, gerando os denominados "riscos climáticos físicos" para os agentes econômicos, que podem diferir entre setores e regiões geográficas:

"Foram detectados danos econômicos derivados da mudança climática em setores expostos ao clima, com efeitos regionais na agricultura, silvicultura, pesca, energia e turismo, e através da produtividade do trabalho ao ar livre. Alguns fenômenos meteorológicos extremos, como os ciclones tropicais, reduziram o crescimento econômico no curto prazo" <sup>4</sup>.

Em relação aos riscos ambientais, de acordo com a Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras relacionadas à Natureza (TNFD) do FSB, "a ciência demonstrou que a natureza está se deteriorando em escala mundial e que a biodiversidade está diminuindo mais rapidamente do que em qualquer outro momento da história humana" <sup>5</sup>. Como resultado, os riscos relacionados à natureza passaram a ocupar um lugar de destaque na agenda política mundial.

<sup>1</sup>Mark Joseph Carney (2015), ex-governador do Banco da Inglaterra e presidente do Conselho de Estabilidade Financeira.

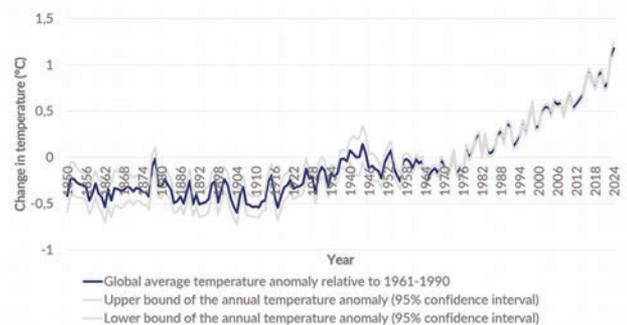
<sup>2</sup>O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) é o órgão das Nações Unidas que assessora sobre a ciência relacionada às mudanças climáticas. Criado em 1988, seu objetivo é proporcionar aos governos informação científica que possam utilizar para elaborar políticas climáticas.

<sup>3</sup>IPCC. Relatório de Síntese AR6 (2023).

<sup>4</sup>IPCC: AR6 Climate Change (2022).

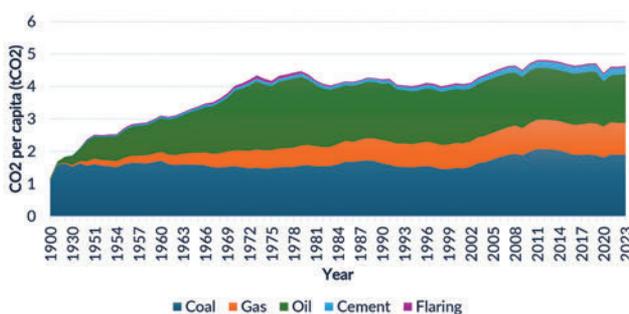
<sup>5</sup>TNFD (2023).

Figura 2: mudanças na temperatura da superfície.



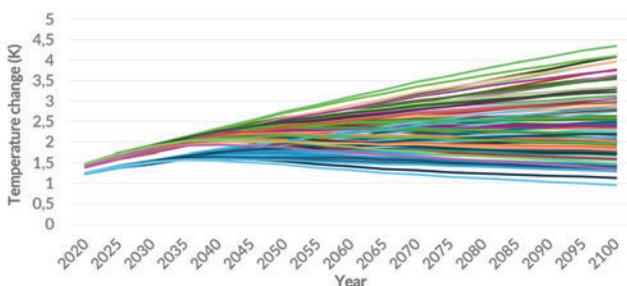
Mais detalhes podem ser encontrados no capítulo "Riscos climáticos" desta publicação.  
Fonte: Met Office Hadley Centre (2024).

Figura 1: emissões antropogênicas históricas de CO2 por pessoa.



Fonte: Global Carbon Budget (2024).

Figura 3: projeção de mudanças de temperatura em diferentes cenários e percentis (50º, 90º, 95º).



Mais detalhes podem ser encontrados no capítulo "Riscos climáticos" desta publicação.  
Fonte: NGFS (2024).

Entre eles, cabe destacar exemplos, sem ser uma lista exaustiva: (i) as cadeias de suprimentos essenciais, como a agricultura ou os semicondutores, enfrentam interrupções devido à escassez ou ao estresse hídrico, (ii) a perda de polinizadores está afetando negativamente a produção agrícola e, ao mesmo tempo, a demanda por polinizadores está crescendo em alguns países e (iii) a degradação florestal ameaça a viabilidade de longo prazo dos produtos dos quais alguns setores dependem, entre outros.

De fato, os bancos centrais e as instituições financeiras reconhecem cada vez mais que a degradação da natureza é uma fonte de risco sistêmico para o sistema financeiro e para as economias.

Nesse contexto, os setores produtivos e as economias domésticas podem ser transformados para mitigar a mudança climática e a degradação ambiental, ou adaptar-se a eles. No entanto, a transição para um sistema de produção descarbonizado que também proteja (ou pelo menos não prejudique) o meio ambiente implica em uma transformação drástica da economia mundial por meio de grandes mudanças regulatórias, de mercado ou tecnológicas, o que também implica em riscos significativos para os agentes econômicos, dando origem aos chamados "riscos de transição", que podem afetar a estabilidade econômica<sup>6</sup>.

Diante dessa realidade, os governos estão começando a tomar medidas políticas e fiscais para prevenir e mitigar os impactos negativos das atividades humanas sobre o clima e a natureza. Foram criadas várias organizações internacionais que estão trabalhando para estabelecer critérios e princípios para a mensuração, desempenho e divulgação de informações pelos agentes econômicos<sup>7</sup>. Em dezembro de 2015, o FSB criou a Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (TCFD), que tem como objetivo identificar a informação necessária para que investidores, credores e seguradoras meçam e avaliem os riscos e oportunidades associados à mudança climática<sup>8</sup>.

Em relação ao meio ambiente, em junho de 2021 foi lançada a TNFD, respaldada mundialmente pelo G7 e pelo G20. Seu objetivo é desenvolver uma referência de divulgação para todas as organizações de diferentes tamanhos, setores e jurisdições para fornecer aos tomadores de decisão nas empresas e nos mercados de capitais informação de melhor qualidade por meio de relatórios corporativos sobre a natureza que melhoram a gestão do risco empresarial e de carteira<sup>9</sup>.



Além disso, em novembro de 2021 se criou o International Sustainability Standards Board (ISSB)<sup>10</sup> foi criado e, em junho de 2023, publicou padrões de divulgação de sustentabilidade (IFRS S1 e S2), endossando os princípios do TCFD relacionados à quantificação e divulgação pelas empresas de seus riscos associados à mudança climática, bem como informação sobre estratégia, governança e gestão desses riscos, estabelecendo métricas e objetivos.

Por fim, a Diretiva de Relatórios de Sustentabilidade Corporativa (CSRD), adotada pela União Europeia, estabelece um marco regulatório mais rigoroso para que as empresas divulguem informações sobre seu impacto ambiental, social e de governança (ESG). A partir de 2025, las empresas sujetas a esta normativa deberán proporcionar reportes detallados sobre sus riesgos y oportunidades relacionados con la sostenibilidad según la información de cierre correspondiente al ejercicio fiscal iniciado en 2024, bem como seu desempenho em termos de estratégia, governança e métricas de sustentabilidade, alinhando-se aos padrões europeus e internacionais para melhorar a transparência e a comparabilidade da informação.

Com relação ao setor financeiro, e em virtude de sua importância sistêmica na economia global, em dezembro de 2017, oito bancos centrais e supervisores criaram a Network for Greening the Financial System (NGFS). A NGFS agora inclui 134 bancos centrais e supervisores que têm como objetivo contribuir para o

<sup>6</sup>Para obter mais informação sobre a definição de riscos físicos e de transição, consulte Management Solutions: "A gestão dos riscos associados à mudança climática". 2020. Página 17.

<sup>7</sup>Para obter mais detalhes, consulte Management Solutions: "A gestão dos riscos associados à mudança climática". 2020. Páginas 24 e 25.

<sup>8</sup>Após a publicação do "Relatório de Status" de outubro de 2023, o TCFD foi dissolvido. O FSB solicitou à Fundação IFRS que monitore o progresso das divulgações relacionadas ao clima pelas empresas. ([www.fsb-tcfd.org](http://www.fsb-tcfd.org))

<sup>9</sup><https://tnfd.global/about/>

<sup>10</sup>O objetivo do ISSB é (i) desenvolver padrões de divulgação de sustentabilidade, (ii) atender às necessidades de informação dos investidores, (iii) permitir que as empresas forneçam divulgações exaustivas de sustentabilidade para os mercados de capitais globais e (iv) facilitar a interoperabilidade com as divulgações específicas de cada jurisdição ou as direcionadas a grupos mais amplos de partes interessadas. Extraído de <https://www.ifrs.org/groups/international-sustainability-standards-board/>

desenvolvimento da gestão de riscos ambientais e climáticos no setor financeiro e mobilizar o financiamento convencional para apoiar a transição para uma economia sustentável<sup>11</sup>. Em abril de 2019, o NGFS recomendou a adoção dos princípios do TCFD:

"Os membros da NGFS se comprometem coletivamente a apoiar as recomendações da Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (TCFD). A NGFS incentiva todas as empresas que emitem dívidas ou ações, bem como as instituições do setor financeiro, a divulgarem em linha com as recomendações da TCFD"<sup>12</sup>.

## O setor financeiro: no centro do cenário

O setor financeiro está diretamente exposto aos riscos climáticos e ambientais (C&E, por sua sigla em inglês: Climate & Environmental) por meio das posições que mantém com suas contrapartes: estes riscos não apenas podem comprometer o desempenho operacional e financeiro das empresas, mas também são transmitidos ao setor financeiro, pois podem afetar as avaliações de ativos e os retornos de investimentos por meio dos canais de transmissão<sup>13</sup> (vide gráfico na Figura 4), ampliando assim os riscos sistêmicos nos mercados financeiros mundiais.

### Os efeitos dos riscos climáticos

Os riscos climáticos podem afetar todas as categorias tradicionais de riscos aos quais as instituições financeiras estão expostas<sup>14</sup>, como os riscos de crédito, de mercado, operacionais, de negócio, de liquidez ou reputacionais.

Os riscos físicos, como as enchentes, incêndios florestais ou tempestades, afetam diretamente os ativos e as operações das empresas, dado que podem interromper os processos de produção, danificar os ativos e acarretar custos significativos de reparo e recuperação. Isto pode levar a uma mudança na capacidade produtiva das empresas e deteriorar os fluxos de caixa e a rentabilidade, aumentando a probabilidade de inadimplência dos tomadores de empréstimos altamente expostos a esses riscos. Além disso, o valor dos ativos que servem de garantia para empréstimos pode ser reduzido, aumentando a gravidade das operações de crédito.

Por outro lado, as empresas que não adaptarem seus modelos de produção a uma economia descarbonizada poderão sofrer uma

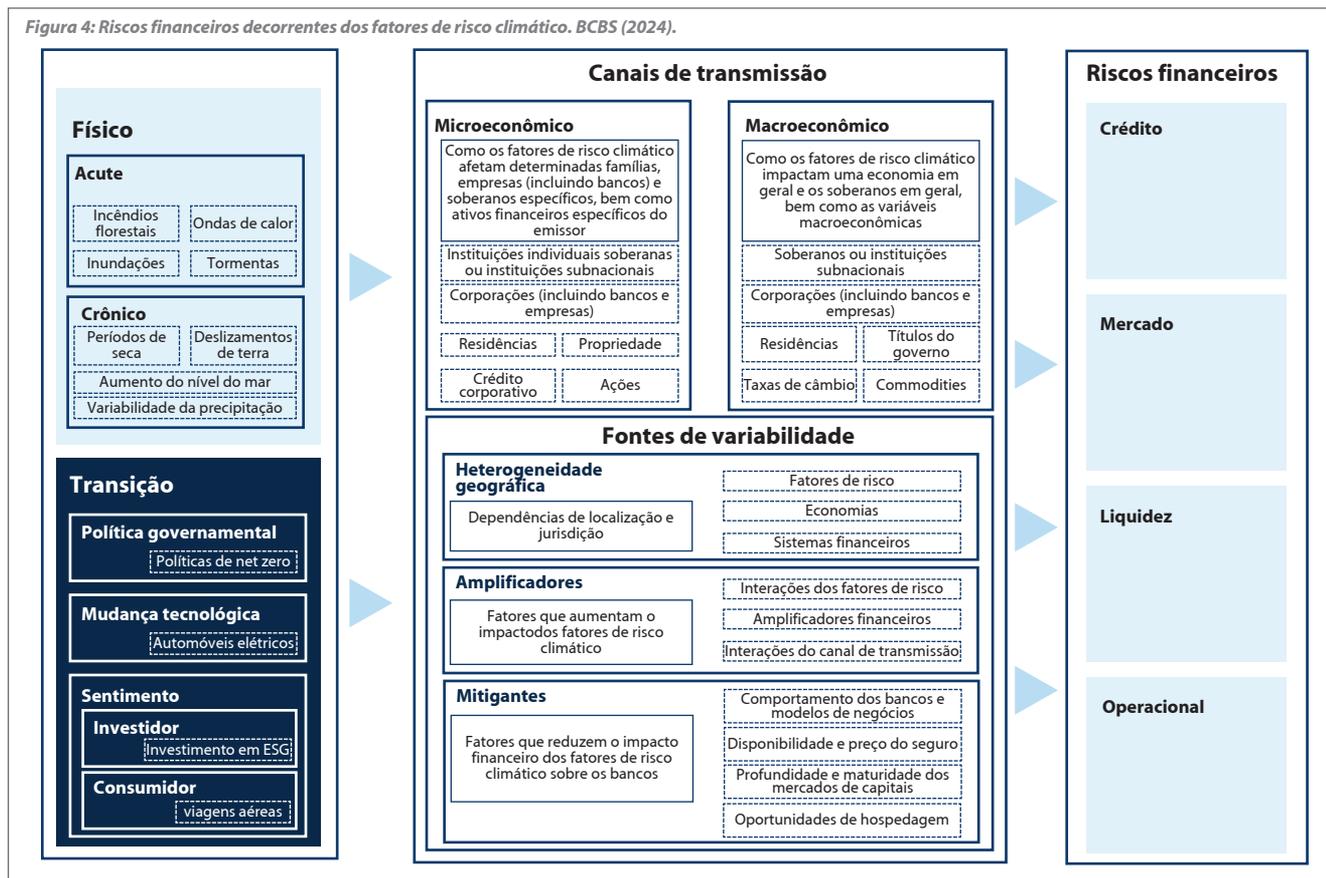
<sup>11</sup>NGFS (2023).

<sup>12</sup>NGFS (2019).

<sup>13</sup>Canais de transmissão: refere-se às cadeias causais que explicam como os fatores de risco climático afetam os bancos direta e indiretamente por meio de suas contrapartes, seus ativos e as economias em que operam. BCBS: Fatores de risco relacionados ao clima e seus canais de transmissão. Abril de 2021. Fatores de risco relacionados ao clima e seus canais de transmissão (bis.org).

<sup>14</sup>EBA (2024).

Figura 4: Riscos financeiros decorrentes dos fatores de risco climático. BCBS (2024).



erosão gradual de sua posição competitiva e de sua participação no mercado, um aumento de ativos bloqueados ou a desvalorização dos ativos, especialmente em setores com uso intensivo de carbono. Isso se traduz em redução de receitas e em um risco maior de rebaixamento de qualificação de crédito ou inadimplência, o que representa riscos de crédito consideráveis para as instituições financeiras.

Além disso, não apenas a posição da carteira de crédito, senão também a avaliação dos instrumentos financeiros pode ser diretamente afetada pelos riscos climáticos. Os instrumentos de capital e dívida de empresas expostas a altos riscos climáticos podem sofrer uma alteração em seu valor de mercado à medida que os investidores recalibram suas expectativas à luz dos riscos e oportunidades emergentes. Esse processo de reavaliação pode levar a uma maior volatilidade nos mercados financeiros e resultar em perdas significativas para investidores e instituições que detêm esses instrumentos. Os instrumentos de renda fixa são suscetíveis a ajustes de classificação de crédito relacionados a riscos climáticos, o que pode afetar seu rendimento e valor de mercado. Conforme os participantes do mercado incorporam cada vez mais a avaliação de riscos climáticos em suas decisões de investimento, o preço dos títulos refletirá o aumento da percepção de risco, o que pode levar a ajustes maiores.

### Os efeitos dos riscos ambientais

Assim como ocorre com os riscos climáticos, há vínculos entre as fontes de riscos financeiros relacionados à natureza (biodiversidade e ecossistemas) e as instituições financeiras, provenientes de canais de transmissão específicos (vide Figura 5).

Tanto os riscos climáticos como os ambientais podem ser ampliados se as seguradoras considerarem esses riscos em

determinadas regiões ou setores muito altos para serem subscritos, reduzindo sua exposição ou aumentando significativamente os prêmios, o que poderia deixar famílias e empresas sem cobertura, aumentando assim os efeitos sistêmicos<sup>15</sup>.

Portanto, há uma necessidade urgente de desenvolver metodologias para mensurar esses riscos nas instituições financeiras e companhias de seguros. Essa mensuração apresenta alguns desafios e complexidades para o setor financeiro, principalmente decorrentes da incerteza inerente aos impactos das mudanças climáticas e da degradação ambiental, da falta de métricas padronizadas, da dificuldade de integrar esses riscos aos modelos financeiros existentes e da disponibilidade e qualidade das informações:

- ▶ Primeiro, a natureza incerta e de longo prazo das mudanças climáticas e o lento ritmo da degradação ambiental prejudicam a eficácia dos modelos tradicionais de avaliação de riscos, que dependem muito de dados históricos. Os riscos de C&E são caracterizados pelo fato de se materializarem em um horizonte de longo prazo. Portanto, a análise de cenários e os testes de estresse, que podem considerar diferentes cenários futuros (em vez de se basear apenas em dados históricos), tornam-se ferramentas fundamentais para a análise.
- ▶ Em segundo lugar, a ausência de métricas e definições padronizadas dos riscos climáticos e ambientais complica sua mensuração e comparação entre setores e regiões geográficas. Embora iniciativas como a TCFD ou a TNFD tenham feito progressos significativos no incentivo à divulgação de informações financeiras relacionadas ao clima e ao meio ambiente, a variabilidade nas práticas de

<sup>15</sup>FSB (2020).

Figura 5: Canais de transmissão de riscos ambientais.



Fonte: Documento interno da Management Solutions baseado na estrutura do TNFD.



divulgação de relatórios e a natureza qualitativa de muitas dessas informações limitam sua utilidade para a avaliação de riscos. Essa falta de padronização prejudica a capacidade das instituições financeiras de realizar análises exaustivas e comparar os riscos em suas carteiras de forma sistemática<sup>16</sup>.

- ▶ Terceiro, os riscos de C&E exigem técnicas inovadoras de modelagem que permitam incorporar cenários climáticos futuros e seus possíveis impactos econômicos. Entretanto, o desenvolvimento desses modelos prospectivos exige um entendimento sofisticado da ciência climática e sua interação com as variáveis econômicas, uma habilidade que ainda está evoluindo no setor financeiro.
- ▶ Por fim, a disponibilidade e a qualidade dos dados são outras restrições. Uma avaliação de risco precisa depende do acesso a dados confiáveis, granulares e relevantes sobre os riscos físicos e transitórios associados à mudança climática e à degradação ambiental, que podem ser altamente específicos de cada região. Entretanto, a falta de granularidade e precisão dos dados climáticos e ambientais (por exemplo, projeções geolocalizadas dos impactos climáticos, informações sobre emissões de setores específicos, situação e evolução dos ecossistemas, geolocalização dos ativos produtivos das empresas etc.) dificulta a capacidade das instituições financeiras de realizar avaliações de risco precisas. As iniciativas para melhorar a qualidade e a acessibilidade dos dados climáticos individuais e setoriais são cruciais para o progresso na mensuração desses riscos.

Além disso, a integração dos riscos de C&E no processo de tomada de decisões financeiras é fundamental por dois motivos principais: (i) permite que as instituições tomem decisões mais informadas sobre empréstimos, investimentos e subscrição de seguros, aumentando, assim, sua própria resiliência aos riscos relacionados à C&E; e (ii) ao mensurar e avaliar com precisão esses riscos, as instituições financeiras podem alocar capital de forma mais eficiente, direcionando os fundos para projetos e empresas que não apenas sejam menos suscetíveis a eles, senão que também contribuam para a transição rumo a uma economia de baixo carbono e de respeito ao meio ambiente.

Essa integração não está isenta de desafios. As instituições financeiras enfrentam a complexa tarefa de integrar esses riscos em suas estruturas de gestão de risco existentes, que não foram originalmente projetadas para acomodar a natureza multifacetada dos riscos de C&E. Essa integração exige não apenas o desenvolvimento de novas ferramentas e métricas, mas também uma mudança cultural nas organizações para reconhecer a importância dos riscos de C&E e priorizar sua gestão<sup>17</sup>.

Em resumo, a adoção de metodologias sólidas de mensuração pelo setor financeiro não é apenas uma exigência regulatória, mas também um imperativo estratégico. Ela fornece a base para o desenvolvimento de produtos financeiros inovadores, como títulos verdes e empréstimos vinculados à sustentabilidade, que podem incentivar e apoiar a transição para uma economia sustentável. Além disso, ao avaliar e gerenciar com precisão os riscos de C&E, as instituições financeiras podem se proteger contra os riscos reputacionais, operacionais e financeiros associados à mudança climática e à degradação ambiental, ao mesmo tempo em que desempenham um papel fundamental na mobilização dos investimentos necessários para mitigar seus efeitos.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo oferecer uma perspectiva sobre as diferentes metodologias de mensuração dos riscos climáticos e ambientais, com foco no setor financeiro e de seguros. Para tanto, o documento está estruturado em quatro seções, que têm por objetivo: (i) resumir os requisitos de supervisão em relação à mensuração dos riscos C&E; (ii) discutir diferentes abordagens quantitativas que podem ser aplicadas à mensuração dos riscos climáticos físicos e de transição, dependendo da natureza das carteiras; (iii) propor abordagens para tratar da quantificação dos riscos ambientais; e (iv) mostrar a aplicação da metodologia descrita por meio de um estudo de caso da mensuração dos impactos dos riscos climáticos de transição em uma carteira de títulos corporativos<sup>18</sup>.

<sup>16</sup>No entanto, esforços para essa padronização estão em andamento em algumas jurisdições, como o CSRD ou os requisitos do Pilar III na Europa.

<sup>17</sup>Para uma discussão sobre a gestão de riscos climáticos, consulte Management Solutions: "A gestão dos riscos associados à mudança climática. 2020. Capítulo "Gestão de riscos associados à mudança climática".

<sup>18</sup>Essas abordagens são executadas por meio da ferramenta de mensuração de riscos climáticos da Management Solutions, MS<sup>2</sup> (Management Sustainability Solutions). Trata-se de uma ferramenta própria da Management Solutions, desenhada especificamente para medir os riscos associados às mudanças climáticas, adaptada às particularidades do setor financeiro e de seguros.

# Resumo executivo

*“O risco climático exige uma mentalidade científica: quantificar o risco é o primeiro passo para gerenciá-lo e transformá-lo em uma oportunidade”.*

Larry Fink<sup>19</sup>

O aumento das temperaturas, a intensificação de eventos climáticos extremos e a degradação ambiental representam riscos significativos que podem afetar o desenvolvimento das economias em todo o mundo. Como os modelos econômicos são baseados em setores altamente dependentes de carbono, as temperaturas globais continuam a subir.

Essas mudanças climáticas geram riscos físicos, como o aumento da frequência e da severidade de fenômenos como enchentes e ondas de calor, que afetam a produtividade e a rentabilidade de vários setores econômicos e representam uma ameaça econômica para empresas e governos.

O setor financeiro, devido ao seu papel central na economia, enfrenta riscos diretos e indiretos associados a esse contexto de mudança climática e degradação ambiental. As instituições financeiras estão expostas aos riscos climáticos por meio de suas carteiras de crédito, investimento e seguros. Os riscos físicos, como os incêndios florestais e as tempestades, afetam a capacidade produtiva das empresas e podem corroer os valores dos ativos que garantem os empréstimos, aumentando o risco de inadimplência e a deterioração dos balanços patrimoniais. Esse contexto exige que o setor bancário e de seguros reavaliem suas práticas de gestão de riscos para antecipar, gerenciar e mitigar os impactos climáticos e ambientais.

Portanto, é necessário desenvolver mecanismos quantitativos para mensurar os impactos que os riscos climáticos e ambientais podem ter sobre o valor econômico dos balanços patrimoniais das instituições, com o objetivo de gerenciar os riscos e reforçar a resiliência do sistema financeiro, promovendo, assim, a mudança estrutural em direção a uma economia sustentável.

## Requisitos supranacionais para a mensuração de riscos climáticos e ambientais

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a degradação ambiental levou a órgãos reguladores e autoridades financeiras a estabelecerem um marco regulatório para a mensuração de riscos climáticos e ambientais, impulsionando a integração desses riscos nos modelos de gestão das instituições financeiras.

O Comitê de Supervisão Bancária da Basileia (BCBS) desenvolveu 18 princípios que constituem um pilar essencial para a gestão e supervisão de riscos climáticos, abrangendo aspectos como governança, adequação de capital e integração dos riscos climáticos nas estruturas de análise de risco.

Na Europa, a Autoridade Bancária Europeia (EBA) e o Banco Central Europeu (BCE) desenvolveram marcos específicos que complementam esses princípios internacionais. A EBA desenvolveu diretrizes para a incorporação dos riscos ESG (ambientais, sociais e de governança) na estratégia, na governança e nos sistemas de gestão de riscos das instituições financeiras. O BCE também estabeleceu em suas expectativas de supervisão a exigência de que as instituições incorporem os riscos relacionados ao clima na estratégia, na gestão de riscos e na divulgação, bem como implementar testes de estresse climático, com o objetivo de fortalecer a transparência e a responsabilidade na tomada de decisões.

Outros órgãos reguladores globais também adotaram marcos significativos. No Reino Unido, o Banco da Inglaterra emitiu diretrizes que enfatizam a identificação e a mensuração dos riscos climáticos em grandes instituições financeiras, enquanto nos EUA, a SEC desenvolveu normas para a divulgação dos riscos climáticos.

Esse esforço global para consolidar regulações específicas reflete a importância crítica dos riscos climáticos e ambientais no sistema financeiro. Embora existam diferenças nas abordagens entre jurisdições, a convergência a padrões internacionais aponta para uma maior integração da sustentabilidade no setor financeiro.

## Os riscos climáticos

Há dois tipos principais de riscos climáticos que afetam o setor financeiro: riscos físicos e riscos de transição.

Os riscos físicos referem-se a danos causados por eventos climáticos extremos (agudos), como enchentes, incêndios florestais e tempestades, bem como mudanças graduais no clima (crônicas), como o aumento do nível do mar e o aquecimento global. Esses riscos têm um impacto direto sobre os ativos físicos das empresas, aumentando o risco de inadimplência das contrapartes financeiras. No caso de empréstimos garantidos por ativos imobiliários ou industriais, esses fenômenos podem reduzir o valor das garantias, afetando os índices financeiros e aumentando a probabilidade de perdas para as instituições financeiras.

Para uma avaliação adequada dos riscos físicos, são utilizados cenários climáticos que projetam possíveis evoluções das variáveis climáticas, como temperatura e precipitação, em níveis regional e global. Esses cenários, desenvolvidos pelo IPCC, combinam trajetórias socioeconômicas e níveis de emissão de gases de efeito estufa, possibilitando a previsão de diferentes graus de aquecimento global e seus efeitos sobre o clima.

A metodologia de mensuração de risco físico emprega estas projeções para simular a probabilidade de eventos climáticos extremos e calcular o impacto esperado nos ativos das carteiras financeiras em função da geolocalização dos ativos físicos e sua exposição a eventos climáticos. Isso é feito usando "curvas de danos" (também chamadas de funções de impacto) que quantificam a perda econômica provável segundo a intensidade do evento climático.

Por outro lado, os riscos de transição estão associados ao processo de mudança para uma economia de baixo carbono. Esses riscos surgem de mudanças regulatórias, tecnológicas e de mercado que visam à redução das emissões de gases de efeito estufa. Os setores com uso intensivo de carbono, como energia e transporte, estão particularmente expostos a esses riscos, pois enfrentam possíveis desvalorizações de ativos ou custos adicionais para se adaptarem às normas de sustentabilidade. Para as instituições financeiras, os riscos de transição representam a possibilidade de determinados ativos perderem valor ou de as contrapartes enfrentarem custos mais altos para se adaptarem a novas regulações ambientais ou à tecnologia.

A análise dos riscos de transição se baseia no uso de cenários de transição que projetam diferentes caminhos para a descarbonização da economia. Esses cenários levam em conta variáveis como a rapidez com que as políticas climáticas são implementadas e o nível de inovação em tecnologias limpas. Os cenários de transição permitem prever como a mudança para uma economia sustentável pode afetar os setores econômicos, avaliando a exposição dos ativos financeiros a riscos regulatórios e tecnológicos.

A metodologia para mensurar os riscos de transição em carteiras financeiras usa esses cenários para estimar o impacto na qualidade do crédito e no valor dos ativos das contrapartes. No caso de carteiras de crédito corporativo, a metodologia aplica uma análise de sensibilidade setorial para avaliar a vulnerabilidade de cada empresa de acordo com sua exposição a riscos de transição. Essa análise identifica as contrapartes cuja capacidade de adaptação é menor, calculando o impacto sobre a probabilidade de inadimplência e a perda em caso de inadimplência. Da mesma forma, para as carteiras de ativos financeiros, se empregam modelos de avaliação para estimar o efeito do risco de transição em títulos privados e públicos, bem como em ações, permitindo que as carteiras de investimento sejam ajustadas de acordo com esses riscos.





## Riscos ambientais

Os riscos ambientais incluem a degradação de ecossistemas, a perda de biodiversidade e o esgotamento de recursos naturais. Esses riscos são impulsionados por fatores como desmatamento, poluição e mudanças nos padrões de uso da terra, afetando tanto as cadeias de suprimentos quanto a segurança de recursos essenciais. Portanto, todos eles representam ameaças significativas para a economia. Para as instituições financeiras, a exposição aos riscos ambientais implica possíveis perdas econômicas devido à vulnerabilidade das contrapartes em setores dependentes de recursos naturais.

Assim como no caso dos riscos climáticos, o uso de cenários de riscos ambientais possibilita a simulação do impacto de diferentes níveis de deterioração ambiental sobre os ativos financeiros. Esses cenários projetam, por exemplo, como a perda de polinizadores ou o estresse hídrico podem afetar a produtividade agrícola e, conseqüentemente, a estabilidade econômica das empresas deste setor.

Para mensurar os riscos ambientais, é proposta uma metodologia que se concentra na avaliação da resiliência das empresas à perda de recursos naturais e à vulnerabilidade de suas cadeias de suprimentos, analisando o impacto da degradação dos recursos sobre as receitas das empresas e a sustentabilidade de seus ativos e, portanto, sobre sua solvência.

As metodologias e os modelos disponíveis atualmente são ferramentas essenciais e acessíveis para lidar com os complexos desafios climáticos e ambientais, permitindo a integração eficaz destes riscos na análise financeira e respaldando a tomada de decisões estratégicas em um contexto de crescente incerteza ambiental.

O gerenciamento dos riscos climáticos e ambientais tornou-se uma questão de grande relevância, principalmente no setor financeiro. A gestão desses riscos exige quantificar os impactos sobre o valor dos investimentos por meio do uso de metodologias e ferramentas avançadas e ferramentas que permitam fortalecer a tomada de decisões.

Para tanto, a governança interna e os investimentos em tecnologia devem ser fortalecidos para facilitar a integração dos citados riscos à estratégia de negócios. Um processo que deveria ser feito em colaboração com os órgãos reguladores e potencializando0 iniciativas setoriais que ajudassem a superar, entre outras coisas, as limitações nos dados.

# Contexto regulatório

*"A regulamentação internacional deve reconhecer que o risco ambiental não conhece fronteiras. Somente uma visão regulatória global pode preparar o setor financeiro para um futuro sustentável".*

*Kristalina Georgieva<sup>20</sup>*



O cenário regulatório sobre a gestão dos riscos climáticos e ambientais (C&E) ressalta a necessidade de os integrar às estruturas de risco das instituições financeiras. Esta seção apresenta uma visão geral das principais regulações e expectativas de supervisão, destacando como as autoridades de diferentes jurisdições estabelecem os requisitos essenciais para a incorporação dos riscos climáticos e ambientais nos modelos de risco, estratégias de dados e estruturas de governança das instituições. Ao alinhar suas estratégias e modelos com essas expectativas regulatórias, as instituições não apenas atenderão aos padrões regulatórios em constante mudança, senão que também fortalecerão sua resistência aos crescentes desafios impostos pelos riscos de C&E.

### **Global: Princípios do BCBS para a gestão e o monitoramento eficazes dos riscos financeiros relacionados ao clima<sup>21</sup>**

O Comitê de Supervisão Bancária da Basileia (BCBS) publicou 18 princípios destinados a melhorar a gestão de riscos financeiros relacionados ao clima, com o objetivo de fortalecer a gestão de riscos e as práticas de supervisão. Esses princípios são dirigidos tanto aos bancos quanto aos supervisores prudenciais, com foco especial na melhoria da governança corporativa, dos controles internos e dos processos de avaliação, bem como na gestão e na divulgação dos riscos relacionados ao clima. O BCBS promove uma abordagem baseada em princípios, incentivando os bancos a integrar os riscos climáticos em suas estruturas de governança (princípios 1 a 4) e nos processos de gestão de riscos (princípio 5). Os princípios de 6 a 12 ampliam essas diretrizes para incorporar os riscos climáticos à adequação do capital, à liquidez e à análise de cenários, fortalecendo a capacidade de adaptação dos bancos às mudanças impulsionadas por políticas climáticas. Os princípios 13 a 18, dirigidos aos supervisores prudenciais, destacam a importância da supervisão proativa desses riscos, incentivando a cooperação internacional e a adoção de práticas comuns para a avaliação e a gestão dos riscos financeiros relacionados ao clima.

Esses princípios fornecem orientação para a integração dos riscos climáticos aos modelos de risco e às estruturas de teste de estresse, oferecendo aos bancos um roteiro para alinhar suas práticas às expectativas dos supervisores. As recomendações sobre governança e controle interno são fundamentais, especialmente no contexto do desenvolvimento e validação de novos modelos de risco que considerem os riscos climáticos físicos e transitórios.

Embora esses princípios não sejam juridicamente vinculantes, eles estão alinhados com algumas outras regulações e expectativas, como as expectativas de supervisão do Banco Central Europeu (BCE) sobre a gestão de riscos climáticos e ambientais<sup>22</sup>.

### **Global: Boletim do BCBS sobre a aplicação dos princípios para a gestão de riscos financeiros relacionados ao clima<sup>23</sup>**

Este boletim se baseia nos princípios do BCBS descritos acima, fornecendo orientação prática sobre os desafios associados à aplicação de práticas de gestão do risco climático. Uma das principais questões abordadas é a disponibilidade e a qualidade dos dados, que muitas vezes representam um desafio para a integração dos riscos climáticos nos modelos financeiros. Os bancos são incentivados a usar questionários específicos e a conduzir um processo de due diligence para os clientes no estágio de admissão, complementado por divulgações públicas e fornecedores de dados de terceiros. Entretanto, o boletim adverte contra o excesso de confiança em fontes externas e enfatiza a necessidade de processos internos de coleta de dados climáticos.

Além disso, o BCBS sugere o uso de análises de cenários para testar vários cenários de risco climático, que devem complementar os modelos internos. Essas sugestões de aplicação oferecem às instituições estratégias práticas para melhorar as avaliações de risco climático, inclusive diante das dificuldades que apresentam os dados.

### **Europa: Pacote bancário de 2021 da Comissão Europeia (CRR III/CRD VI)<sup>24</sup>**

O Pacote Bancário 2021 da Comissão Europeia (incluindo CRR III e CRD VI) é uma estrutura regulatória fundamental para a integração dos riscos ESG, que englobam tanto os riscos climáticos e ambientais (C&E) quanto outros fatores de sustentabilidade, nos sistemas de gestão de risco das instituições financeiras. O CRR III exige o desenvolvimento de modelos baseados em classificações internas (IRB) e processos de quantificação de riscos. Os principais requisitos incluem definições de inadimplência, os dados usados para modelagem e as regras para sistemas de classificação, a estimativa de parâmetros de risco e a governança interna. O regamento enfatiza a necessidade de harmonizar as definições dos riscos ESG, incluindo os riscos ambientais, físicos e de transição, e exige que as instituições integrem estes riscos em suas estratégias de negócios e de risco.

A CRD VI fortalece ainda mais o foco na sustentabilidade ao integrar os riscos climáticos e ambientais à estrutura prudencial. As instituições devem adotar estratégias e processos que lhes permitam avaliar e gerenciar os riscos ESG em diversos

<sup>20</sup>Kristalina Ivanova Georgieva-Kinova (2021), diretora do Fundo Monetário Internacional.

<sup>21</sup>BCBS (2022).

<sup>22</sup>BCE (2020).

<sup>23</sup>BCBS (2023).

<sup>24</sup>Comissão Europeia (2021).

horizontes temporais. O Artigo 87a exige especificamente que as instituições desenvolvam estratégias para cobrir exposições a curto, médio e longo prazo a riscos relacionados ao clima, integrando esses riscos em todas as dimensões de sua atividade, desde a estratégia até os controles internos.

## Europa: Diretrizes da EBA sobre gestão de risco ESG<sup>25</sup>

As diretrizes da Autoridade Bancária Europeia (EBA) fornece uma abordagem estruturada para a integração dos riscos ESG, em particular os riscos climáticos, nas estruturas de gestão de riscos. Essas diretrizes enfatizam a necessidade de as instituições integrarem os riscos ESG em seus sistemas de gestão de riscos, garantindo que os riscos climáticos sejam levados em consideração na formulação de estratégias, as estruturas de governança e os controles internos.

As instituições devem incorporar os riscos relacionados ao clima em suas políticas, limites e estruturas de controle interno. Além disso, as diretrizes sugerem o estabelecimento de apetite ao risco e Indicadores-Chave de Risco (KRIs) adequados para monitorar e gerenciar a exposição aos riscos climáticos. Ao alinhar os riscos ESG com a estratégia geral de risco da instituição, estas diretrizes garantem que os riscos climáticos não sejam tratados como separados de outros riscos financeiros, mas que sejam totalmente integrados ao perfil de risco da organização.

As diretrizes da EBA estão divididas em três blocos principais: (i) uma metodologia de referência para a identificação e mensuração dos riscos de ESG; (ii) padrões mínimos e uma metodologia para a gestão e monitoramento de riscos de ESG; e (iii) planos de acordo com a CRD VI.

O primeiro bloco, relativo à metodologia para a identificação e mensuração dos riscos ESG, que exige que as avaliações de materialidade sejam realizadas anualmente ou ao menos a cada dois anos para instituições de crédito pequenas e não significativas (SNICs). Essas avaliações devem ser integradas às estratégias e aos procedimentos internos, considerando todos os tipos de risco financeiro em setores com alta contribuição para as mudanças climáticas que resultem materiais. Além disso, devem ser coletados dados qualitativos e quantitativos sobre o impacto de ESG nas atividades mais relevantes e deve ser adotada uma abordagem baseada em riscos que avalie a probabilidade e a gravidade de sua materialização. É essencial implementar sistemas de coleta de dados sobre riscos de ESG e avaliar o perfil de risco das empresas, especialmente no caso de grandes corporações, usando três métodos de avaliação: baseados no setor, a carteira e métodos de alinhamento de carteiras, e baseados em cenários climáticos.

O segundo bloco se concentra nos padrões mínimos e na metodologia de gestão e acompanhamento dos riscos de ESG, enfatizando sua integração à estrutura de gestão de riscos da instituição. Se requer que as instituições gerenciem e mitiguem esses riscos de curto, médio e longo prazo, usando ferramentas como ajustes de prazos financeiros e diversificação de portfólio.



É essencial entender como os riscos de ESG afetam o modelo de negócios e definir claramente os riscos materiais enfrentados. Além disso, é preciso estabelecer um apetite de risco adequado, comunicando os objetivos estratégicos e instruindo a equipe sobre esses riscos. Os efeitos materiais dos riscos de ESG devem ser incluídos no ICAAP e no ILAAP, avaliando seu impacto em riscos de crédito, mercado, liquidez, operacionais, reputacionais e de concentração, bem como estabelecendo indicadores de alerta precoce para acompanhamento contínuo.

O terceiro bloco afirma que os planos de transição devem demonstrar como as instituições asseguram sua robustez diante dos riscos ESG e sua preparação para a transição a uma economia sustentável. Os objetivos e planos de curto, médio e longo prazo devem ser integrados às estratégias de negócio e estar alinhados e serem consistentes com o apetite de risco da instituição, as estratégias de financiamento, o ICAAP e a gestão dos riscos. É essencial atribuir funções e responsabilidades claras para a gestão dos riscos ESG ao longo das três linhas de defesa e manter uma comunicação relevante e periódica em todos os níveis da organização, garantindo a capacidade e os recursos necessários. As instituições devem usar métricas específicas para avaliar sua resiliência frente aos riscos de transição, como as emissões de gases de efeito estufa financiadas, para avaliar sua resiliência aos riscos físicos e gerenciar os riscos relacionados à biodiversidade. Além disso, elas devem estabelecer processos para coletar e verificar dados, monitorar a implantação dos planos e avaliar sua capacidade de alcançar os objetivos.

<sup>25</sup>EBA (2025).



## Europa: Relatório da EBA sobre o papel dos riscos ambientais e sociais no marco prudencial<sup>26</sup>

O relatório da EBA avalia a capacidade do marco prudencial de capturar os riscos ambientais e sociais e propõe melhorias específicas para acelerar a integração desses riscos na gestão financeira. O relatório sugere que os fatores ambientais e climáticos sejam incluídos nos processos de due diligence do cliente, na diferenciação do risco de crédito e nos métodos de quantificação de risco.

Recomenda que as avaliações de garantias financeiras levem em consideração os fatores ambientais e sugere que os programas de teste de estresse incorporem cenários climáticos para avaliar os possíveis impactos de longo prazo. O relatório também destaca a importância de recalibrar os sistemas de classificação para que reflitam os riscos ambientais e sociais, garantindo que esses fatores sejam integrados à estimativa dos parâmetros de risco, como a probabilidade de default (PD) e a perda em caso de default (LGD).

## Europa: Guia do BCE sobre modelos internos<sup>27</sup>

O Guia do BCE sobre modelos internos define as expectativas de supervisão para o uso de modelos internos, em particular no contexto da modelagem de risco de crédito. Ela interpreta as diretrizes da EBA com ênfase adicional em governança, validação de modelos e processos de auditoria. O Guia exige que as instituições garantam a integração dos riscos relacionados ao clima nos modelos internos, em especial ao calcular os parâmetros de risco de crédito.

O BCE também incentiva os bancos a adotarem abordagens conservadoras quando os dados de risco climático forem limitados, garantindo que os riscos climáticos sejam refletidos adequadamente mesmo na ausência de conjuntos completos

de dados. Esse Guia é essencial para as instituições que desejam modificar os modelos de risco de crédito existentes ou desenvolver novos modelos que levem em conta os riscos relacionados ao clima.

## Europa: Diretrizes finais do BCE sobre riscos climáticos e ambientais<sup>28</sup>

As diretrizes finais do BCE sobre riscos climáticos e ambientais fornecem uma estrutura abrangente para a integração dos riscos climáticos nos processos de governança, estratégia, gestão de riscos e divulgação das instituições financeiras. Essas diretrizes exigem que os riscos climáticos sejam integrados aos modelos e estratégias de negócios, garantindo que os conselhos de administração e a alta administração levem plenamente em conta esses riscos ao tomar decisões.

Espera-se que as instituições integrem os riscos climáticos em seu Processo Interno de Avaliação da Adequação de Capital (ICAAP), nas estruturas de apetite ao risco e no monitoramento do risco de crédito. Além disso, as diretrizes exigem que as instituições divulguem os parâmetros de risco relacionados ao clima e outras informações chave, garantindo a transparência para as partes interessadas e a conformidade com os requisitos do Pilar 3.

## Europa: Prioridades de supervisão do BCE para 2024-2026<sup>29</sup>

O BCE definiu as prioridades de supervisão para o período de 2024 a 2026, com foco especial nos riscos relacionados ao clima. O BCE planeja acompanhar as deficiências identificadas nos testes de estresse de risco climático de 2022 e avaliar a adequação das instituições às expectativas relacionadas ao risco climático até o final de 2024.

A principal área de foco, portanto, se centra na revisão do alinhamento dos credores com essas expectativas, cujo descumprimento pode incluir a aplicação de sanções ou add-ons específicos. Além disso, revisará os requisitos de divulgação relacionados aos riscos climáticos e sua incorporação na análise de riscos reputacional e legal. Embora essas prioridades não sejam regras vinculantes, elas refletem o compromisso do BCE em garantir que as instituições financeiras integrem totalmente os riscos climáticos em suas estruturas operacionais e estratégicas.

<sup>26</sup>EBA (2023)

<sup>27</sup>BCE (2024).

<sup>28</sup>BCE (2020).

<sup>29</sup>BCE (2023).

## Europa: Parecer sobre o monitoramento da gestão dos riscos ambientais, sociais e de governança (ESG) enfrentados pelas Instituições de Previdência Complementar (IORPs) (EIOPA-BoS-19-248)<sup>30</sup>

Em dezembro de 2019, a Autoridade Europeia de Seguros e Pensões Complementares de Reforma (EIOPA) publicou o parecer sobre a supervisão da gestão de riscos ambientais, sociais e de governança (ESG) por Instituições de Previdência Complementar (IORPs) (EIOPA-BoS-19-248). Esse documento fornece orientação específica para que as IORPs integrem fatores ESG em seus processos de gestão de risco e tomada de decisão. O parecer destaca a necessidade de uma avaliação exaustiva dos riscos de longo prazo relacionados à mudança climática e a outras questões de sustentabilidade, promovendo um maior alinhamento com práticas sustentáveis no setor de previdência.

## Europa: Parecer sobre o monitoramento do uso de cenários de risco climático no Processo de Avaliação da Solvência e da Situação Financeira (ORSA) (EIOPA-BoS-21-127)<sup>31</sup>

Em abril de 2021, a Autoridade Europeia de Seguros e Previdência (EIOPA) publicou seu parecer sobre a supervisão do uso de cenários de risco climático no Processo de Avaliação da Solvência e da Situação Financeira (ORSA) (EIOPA-BoS-21-127). Esse parecer estabelece recomendações para que as seguradoras incorporem cenários de risco climático em suas análises de solvência, destacando a importância de avaliar o impacto potencial da mudança climática na estabilidade financeira de longo prazo e incentivando a gestão proativa desses riscos no setor de seguros.

## UK: Relatório do Banco da Inglaterra sobre riscos relacionados ao clima e marcos regulatórios de capital<sup>32</sup>

O Banco da Inglaterra publicou um relatório em março de 2023 descrevendo algumas ideias sobre riscos relacionados ao clima e estruturas de capital regulatório, incluindo o desenvolvimento de uma capacidade interna de identificação, mensuração e monitoramento de riscos, a necessidade de melhorar o uso de ferramentas prospectivas, como análise de cenários e testes de estresse, a captura de riscos de longo e curto prazo e a garantia de uma estrutura robusta para avaliar os impactos dos riscos climáticos no capital (por exemplo, a inclusão de riscos climáticos na provisão de perda de crédito esperada).

## UK: Declaração de Supervisão 3/19 do Bank of England (BoE) e Carta “Dear CEO” (PRA)<sup>33,34</sup>

Em ambas as publicações, o Banco da Inglaterra delineou expectativas e orientações detalhadas sobre como as empresas devem integrar suas abordagens para gerenciar riscos financeiros relacionados ao clima, incluindo o desenvolvimento de uma abordagem estratégica, a identificação de riscos atuais e futuros plausíveis e medidas apropriadas para mitigar esses riscos. Essas expectativas deveriam ser atendidas até o final de 2021.

<sup>30</sup>EIOPA (2019).

<sup>31</sup>EIOPA (2021).

<sup>32</sup>BoE (2023).

<sup>33</sup>BoE (2019).

<sup>34</sup>Sam Woods (2020).



## **EUA: Princípios para a gestão de riscos financeiros relacionados ao clima em instituições financeiras grandes**<sup>35</sup>

Em outubro de 2023, os órgãos reguladores bancários federais dos EUA publicaram um conjunto de princípios destinados a ajudar as instituições financeiras a se concentrarem nos principais aspectos da gestão de riscos financeiros relacionados ao clima, como governança, políticas, procedimentos, definição de limites, planejamento estratégico, gestão e medição de riscos, dados e relatórios.

## **EUA: Regras finais da SEC para divulgação de informações relacionadas ao clima aos investidores**<sup>36</sup>

Em março de 2024, a Comissão de Valores Mobiliários dos EUA (SEC) publicou suas regras finais para melhorar e padronizar as divulgações relacionadas ao clima para os investidores. Essas regras, baseadas na estrutura da Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (TCFD), são adaptadas às necessidades dos investidores e à situação das empresas registradas na SEC. O objetivo é garantir a consistência, a comparabilidade e a confiabilidade das divulgações relacionadas ao clima, especialmente em relação aos riscos materiais que afetam a estratégia empresarial, os resultados operacionais ou a condição financeira das empresas, bem como seus planos de transição.

Os registrados devem incluir informações sobre riscos climáticos físicos (agudos e crônicos) e transitórios (regulatórios, tecnológicos, de mercado, entre outros) e seu impacto sobre os negócios e a estratégia empresarial. Exige-se a divulgação das metas climáticas, dos planos de transição e das metodologias usadas para mensurar e monitorar o progresso, incluindo o uso de compensações de carbono ou certificados de energia renovável (RECs).

A estrutura também exige a apresentação de métricas de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para os escopos 1 e 2, se relevantes para os negócios da empresa, com a opção de obter um relatório de certificação de um terceiro independente. As empresas também devem detalhar os impactos financeiros de eventos climáticos severos e as atividades de transição, bem como os custos relacionados a compensações de carbono e RECs. A regulação permite uma fase de adaptação gradual, com aplicação total a partir do ano fiscal de 2025 (FYB 2025).

Os requerimentos regulatórios e supervisores expostos demonstram como os reguladores, supervisores e instituições internacionais estão progredindo no desenvolvimento de estruturas, regulamentações e padrões destinados a canalizar os investimentos para a transição econômica, aumentando a transparência em relação à sustentabilidade e ao risco climático e garantindo a resiliência do sistema financeiro.

No entanto, esta crescente pressão regulatória impõe desafios significativos tanto para o setor financeiro quanto para os próprios órgãos de supervisão. No âmbito de riscos ESG, ainda

há muitas áreas que exigem mais clareza e desenvolvimento regulatório. Um dos principais desafios está na falta de uma estrutura uniforme para avaliar de forma homogênea o impacto dos riscos de ESG nas diferentes categorias de riscos financeiros (crédito, mercado, operacional etc.). Atualmente, nenhuma metodologia padrão com uma abordagem unificada foi definida, o que introduz elevada incerteza na aplicação de metodologias coerentes e consistentes e na comparação dos impactos dos riscos e oportunidades em diferentes entidades e regiões geográficas.

O desenvolvimento dessas regulações nos próximos anos será essencial para estabelecer diretrizes claras para uma avaliação eficaz e alinhada do impacto dos riscos de ESG e uma integração holística e completa da sustentabilidade nos processos, estratégias e relatórios dos agentes do setor financeiro.

A crescente pressão regulatória, exemplificada por estruturas como os Princípios do BCBS e as normas do ISSB, deixa claro que a mensuração quantitativa dos riscos climáticos e ambientais é fundamental para atender às expectativas regulatórias e garantir a resiliência do sistema financeiro. Essas regulações exigem não apenas a identificação dos riscos, mas também sua quantificação por meio de métricas específicas e testes de estresse, necessários para avaliar com precisão seu impacto sobre carteiras e balanços patrimoniais.

Por exemplo, o BCE, em suas diretrizes de supervisão, exige que as instituições financeiras integrem os riscos climáticos em suas estratégias e processos de gestão, utilizando metodologias que permitam calcular o efeito de eventos extremos, como inundações, sobre o valor das garantias hipotecárias ou dos ativos da carteira de crédito. Sem essa quantificação, seria impossível prever os impactos financeiros de riscos físicos ou transitórios ou cumprir requisitos como os estabelecidos pela CSRD, que exige transparência na divulgação e alinhamento com estratégias sustentáveis.

Em conclusão, conforme discutido acima, as regulações e as expectativas de supervisão exigem que os riscos climáticos e ambientais sejam incorporados aos sistemas de gestão das instituições financeiras. Portanto, é imperativo identificar e medir o impacto desses riscos nas instituições financeiras. Por esse motivo, as instituições continuam a desenvolver e aprimorar suas metodologias de mensuração, o que lhes permitirá entender melhor esses riscos e incorporá-los em seus processos de gestão.

O capítulo seguinte apresenta uma abordagem metodológica que traduz essas expectativas em ferramentas concretas para medir os riscos climáticos. Essa abordagem permite que as instituições não apenas cumpram as regulações, mas também gerenciem proativamente os riscos, reforçando sua capacidade de adaptação em um ambiente econômico e climático em constante mudança.

<sup>35</sup>A Controladoria da Moeda, o Sistema da Reserva Federal e a Corporação Federal de Seguros de Depósitos (2023).

<sup>36</sup>SEC (2024).

# Os riscos climáticos

*“O risco físico nos lembra o quanto somos vulneráveis, enquanto o risco de transição nos mostra o quanto somos poderosos para mudar nosso destino. Abraçar ambos é crucial para as finanças do futuro”.*

Antonio Guterres<sup>37</sup>



## Definição de riscos físicos e transitórios

Os riscos associados às mudanças climáticas podem ser analisados tanto do ponto de vista de sua natureza, para entender suas características e evolução, quanto do ponto de vista do impacto que podem ter sobre as organizações, os indivíduos e a sociedade em geral. No âmbito da elaboração do Sexto Relatório de Avaliação (AR6), o próprio IPCC abordou o conceito de riscos associados às mudanças climáticas e sua tradução particular para os setores financeiro e de investimentos. Nessa análise, o IPCC define o conceito de risco da seguinte forma:

"Potenciais consequências adversas para sistemas humanos ou ecológicos, reconhecendo a diversidade de valores e objetivos associados a esses sistemas. No contexto da mudança climática, os riscos podem surgir dos possíveis impactos da mudança climática, bem como das respostas humanas à mudança climática. As consequências adversas relevantes incluem aquelas que afetam vidas, meios de subsistência, saúde e bem-estar, bens e investimentos econômicos, sociais e culturais, infraestrutura, serviços (incluindo os serviços ecossistêmicos), ecossistemas e espécies"<sup>38</sup>.

No setor financeiro, esses riscos foram interpretados em termos dos possíveis riscos financeiros e não financeiros que podem se derivar de tais consequências adversas. Assim, o NGFS, com base nas definições originais do TCFD<sup>39</sup>, classifica os riscos climáticos em duas áreas amplas<sup>40,41</sup>:

- ▶ **Riscos físicos:** riscos decorrentes da ocorrência de fenômenos meteorológicos e climáticos, como ondas de calor, inundações, tempestades etc. (riscos agudos), ou da mudança progressiva dos padrões meteorológicos ou climáticos, como aumento de temperatura, elevação do nível do mar, desertificação, perda gradual de ecossistemas e biodiversidade ou escassez de recursos (riscos crônicos).
- ▶ **Riscos de transição:** riscos decorrentes dos processos de ajuste para economias circulares e de baixo carbono, por meio de elementos como mudanças em políticas e regulações, tecnologia ou mudanças no sentimento do mercado.

Portanto, para o setor financeiro e de seguros, a gestão dos riscos associados às mudanças climáticas exige a quantificação prévia dos impactos desses dois riscos em sua atividade e, em particular, em sua capacidade de ampliar os riscos tradicionais. Por exemplo, o risco de crédito pode ser ampliado, entre outros, pelos seguintes elementos<sup>42</sup>: (i) a perda econômica dos investimentos em carteiras de crédito ou ativos financeiros de investimento (tanto na carteira banking quanto na carteira trading), resultante do impacto negativo no valor dessas carteiras determinado pela deterioração dos parâmetros de crédito; (ii) a perda de valor dos ativos físicos das contrapartes;

(iii) o aumento potencial de perdas operacionais; (iv) a deterioração da posição de liquidez da instituição; (v) o aumento do risco de negócio (obtenção de rendimentos inferiores aos esperados para um investimento); (vi) perdas associadas a apólices de seguro subscritas; ou (vii) perdas potenciais decorrentes da deterioração da reputação.

Dada a relevância dos impactos sobre as carteiras de crédito e investimento, as metodologias de mensuração relacionadas a essa área foram desenvolvidas e aplicadas com maior intensidade no setor financeiro e de seguros. Na seção a seguir, são apresentadas diferentes alternativas metodológicas para mostrar como os impactos dos riscos físicos e de transição podem ser quantificados.

## Mensuração dos riscos físicos

Esta sessão examina diferentes aspectos metodológicos da mensuração dos riscos físicos associados às mudanças climáticas. Primeiro, se descrevem os cenários físicos que servem como ponto de partida para o desenvolvimento da projeção do impacto dos riscos relacionados ao clima e seus efeitos futuros; em seguida, é apresentada a metodologia para avaliar o impacto dos riscos físicos sobre o valor das garantias; posteriormente, é feita uma análise do impacto desses riscos nas carteiras de crédito e ativos financeiros de investimento, explorando métodos para quantificar o risco e seu possível impacto no valor dos ativos; e por fim, é examinada a metodologia para medir os riscos físicos nas carteiras de seguros de danos e de vida.

### Cenários físicos

Para a análise dos riscos físicos, é necessário considerar diferentes cenários, que incluem projeções de possíveis evoluções futuras das condições climáticas e seu impacto na terra, nos oceanos e na atmosfera, em diferentes áreas geográficas. Nesse contexto, o IPCC AR6 usa uma combinação

<sup>37</sup>Antonio Manuel de Oliveira Guterres (2021), Secretário-Geral das Nações Unidas

<sup>38</sup>IPCC (2020).

<sup>39</sup>Task Force on Climate-Related Financial Disclosures.

<sup>40</sup>NGFS (2020).

<sup>41</sup>Além disso, pode haver outras perdas associadas a ações judiciais, conhecidas como "risco de responsabilidade".

<sup>42</sup>Para uma análise mais detalhada, consulte BCE (2020). Capítulo 3.

de modelos climáticos e trajetórias socioeconômicas para compreender os impactos das mudanças climáticas em diferentes cenários.

Os principais cenários considerados no AR6 são as Shared Socio-economic Pathways (SSP), que descrevem possíveis futuros socioeconômicos globais, e os Representative Concentration Pathways (RCP), que representam diferentes níveis de concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Esses dois conjuntos de trajetórias são combinados para formar cenários globais que refletem tanto o impacto das emissões de gases de efeito estufa quanto os caminhos socioeconômicos futuros, fornecendo um quadro mais completo de como o clima e a sociedade podem evoluir em diferentes contextos.

**Shared Socio-Economic Pathways (SSPs).** Os SSPs preveem 5 maneiras diferentes pelas quais os agentes socioeconômicos poderiam configurar a sociedade futura:

- SSP1** ("Sustentabilidade"): um mundo que avança em direção à sustentabilidade, caracterizado por uma maior cooperação internacional e esforços conjuntos para atingir as metas de desenvolvimento sustentável de forma equitativa entre os países.
- SSP2** ("Middle of the Road"): um cenário no qual as tendências seguem sua trajetória histórica, com progresso lento, mas constante, em direção às metas ambientais.
- SSP3** ("Rivalidade Regional"): um cenário de crescente nacionalismo e desafios regionais, levando a políticas ambientais fragmentadas e menor cooperação global.
- SSP4** ("Desigualdade"): um mundo cada vez mais desigual.
- SSP5** ("Desenvolvimento baseado em combustíveis fósseis"): um cenário baseado no crescimento econômico com uso intensivo de combustíveis fósseis.

**Representative Concentration Pathways (RCP)**<sup>43</sup>:

- RCP1.9**: cenário de baixa emissão com o objetivo de limitar o aquecimento global a 1,5 °C até o final do século.
- RCP2.6**: cenário de baixas emissões no qual são alcançadas reduções significativas de gases de efeito estufa (GEE), com o objetivo de limitar o aquecimento global a 1,7°C até o final do século.
- RCP4.5 e RCP6.0**: cenários de emissões intermediárias a altas, que pressupõem políticas relativamente ambiciosas para reduzir as emissões na segunda metade do século. Nesses cenários, o aquecimento global pode chegar a 2,6°C e 3,1°C, respectivamente, até o final do século.
- RCP8.5**: cenário de altas emissões, representando a ausência de políticas climáticas e um aumento contínuo das emissões ao longo do século XXI. Neste cenário, o



aquecimento global poderia atingir um máximo de 4,8°C até o final do século.

Em seu sexto relatório (AR6), o IPCC propôs quatro combinações de cenários SSP e RCP como cenários padrão, denominadas combinações SSPX-Y, que estão associadas a diferentes níveis de aquecimento global até o final do século em relação ao nível pré-industrial. Essas combinações possibilitam a representação de diversas trajetórias de desenvolvimento e resposta às mudanças climáticas.

Os cenários SSPX-Y mesclam os Shared Socioeconomic Pathways (SSP) com os Representative Concentration Pathways (RCP), com base nos níveis de forçamento radiativo. O forçamento radiativo mede a mudança no balanço energético da Terra devido às emissões de gases de efeito estufa, permitindo que os cenários sejam classificados em diferentes níveis, como SSP1-1.9 ou SSP1-2.6, dependendo do grau de impacto projetado.

Ao combinar projeções socioeconômicas com níveis de concentração de gases de efeito estufa, esses cenários fornecem uma visão mais coerente do futuro sob diferentes combinações de desenvolvimento socioeconômico e políticas climáticas, permitindo uma avaliação dos níveis prováveis de aquecimento global e seus impactos no clima ao longo do século.

Esses cenários permitem a projeção de valores associados a diferentes variáveis climáticas (precipitação em milímetros de chuva, velocidade do vento próximo à superfície, evaporação, incluindo sublimação e transpiração, temperatura máxima diária do ar próximo à superfície, etc.) em cada momento até

<sup>43</sup>O número associado a cada RCP representa o nível de forçamento radiativo no ano de 2100, expresso em watts por metro quadrado (W/m<sup>2</sup>), resultante das emissões cumulativas de gases de efeito estufa.



pelo menos 2100 (com granularidade diária ou mensal, dependendo do modelo subjacente à geração da variável) e para diferentes latitudes e longitudes do globo (geralmente com 1° de latitude, embora existam projetos desagregados geograficamente para ampliar essa granularidade, como o Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment ou CORDEX<sup>44</sup>).

Entretanto, embora a projeção da evolução dessas variáveis seja o ponto de partida para a quantificação, é necessário caracterizar a ocorrência dos chamados "perigos". Estes se referem à possibilidade de eventos climáticos, como enchentes, tempestades, ondas de calor ou secas, que podem causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos à saúde, bem como danos materiais à propriedade, infraestrutura, meios de subsistência, serviços, ecossistemas e recursos naturais.

Por exemplo, o risco de inundação pode ser estimado considerando-se variáveis físicas, como a quantidade de precipitação em um período. Se essas variáveis excederem determinados limites, haverá uma maior probabilidade de uma inundação com consequências graves.

<sup>44</sup><https://cordex.org/>.

<sup>45</sup>Em relação ao nível pré-industrial.

Os principais cenários da SSPX-Y são os seguintes (vide resumo no quadro da Figura 6):

- i. **SSP1-1.9:** representa uma das trajetórias mais ambiciosas em termos de mitigação das mudanças climáticas. Esse cenário combina o SSP1, que descreve um futuro mais sustentável e cooperativo, com um forçamento radiativo muito baixo de 1,9 watts por metro quadrado ( $W/m^2$ ) até 2100. É um dos cenários projetados para limitar o aquecimento global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, de acordo com a meta estabelecida no Acordo de Paris sobre mudanças climáticas.
- ii. **SSP1-2.6:** combina o cenário SSP1 com um forçamento radiativo de 2,6  $W/m^2$ . Esse cenário pressupõe ações rápidas e eficazes para mitigar as mudanças climáticas.
- iii. **SSP2-4.5:** combina o SSP2, que pressupõe um progresso no qual nem as preocupações ambientais nem as políticas econômicas assumem um papel dominante, com uma força radiativa de 4,5  $W/m^2$  até 2100. Esse cenário reflete um mundo no qual o desenvolvimento segue um caminho intermediário, sem um forte impulso em direção à sustentabilidade global, mas tampouco em direção a um modelo intensivo em combustíveis fósseis.
- iv. **SSP3-7.0:** usa o cenário SSP3, que reflete um mundo fragmentado com conflitos regionais e o combina com uma força de 7,0  $W/m^2$ . Esse cenário mostra menos cooperação internacional e maiores desafios na mitigação das mudanças climáticas.
- v. **SSP5-8.5:** integra o cenário SSP5, um mundo centrado no crescimento econômico baseado em combustíveis fósseis, com um forçamento elevado de 8,5  $W/m^2$ . Ele representa um cenário de altas emissões sem ações significativas para reduzir as emissões de carbono.

Figura 6: Resumo dos principais cenários físicos do IPCC SSPX-Y.

Cenário	Aquecimento global em 2100 <sup>45</sup>	Riscos físicos
SSP1-RCP1.9 (SSP1-1.9)	1,0 °C - 1,5 °C	Baixo
SSP1-RCP2.6 (SSP1-2.6)	1,0 °C - 1,8 °C	Baixo
SSP2-RCP4.5 (SSP2-4.5)	2,1 °C - 3,5 °C	Moderado
SSP3-RCP7.0 (SSP3-7.0)	2,8 °C - 4,6 °C	Alta
SSP5-RCP8.5 (SSP5-8.5)	3,3 °C - 5,7 °C	Muito alto

Figura 7: Exemplos de limites para definir perigos.

Perigo	Variável	Índice composto	Limites (exemplo ilustrativo <sup>46</sup> )	Limites (exemplo ilustrativo)
Inundações pluviais	Intensidade da chuva	n/a	20	Milímetros
Tempestade convectiva	Velocidade do vento próximo à superfície	n/a	80º percentil	Metros por segundo
Seca	Precipitação	Proporção de água	80º percentil	Sem dimensões
	Evaporação, incluindo sublimação e transpiração			
Incêndio	Precipitação	Índice de incêndio	80º percentil	Sem dimensões
	Temperatura máxima diária do ar próximo à superfície			

Esses eventos podem ser caracterizados por meio de métodos simples ou pela aplicação de modelos climáticos complexos. Além disso, é essencial definir um limite que indique quando um determinado perigo pode se materializar, considerando uma ou várias variáveis físicas. Isso permite que o evento de risco físico (perigo) seja gerenciado como uma variável dicotômica (vide alguns exemplos ilustrativos de limites na Tabela 7).

A integração e a preparação dos dados necessários para esses cenários requerem, de uma perspectiva operacional, o manuseio de grandes volumes de informações em formatos específicos. Esse processo apresenta desafios técnicos consideráveis, especialmente no que se refere à ingestão, no processamento e na atualização contínua dos dados de cada cenário. Para lidar com essas complexidades de forma eficaz, é essencial que os processos de mensuração do risco climático sejam projetados para gerenciar com eficiência os dados envolvidos, garantindo que eles sejam processados de forma adequada e em tempo hábil.<sup>47</sup>

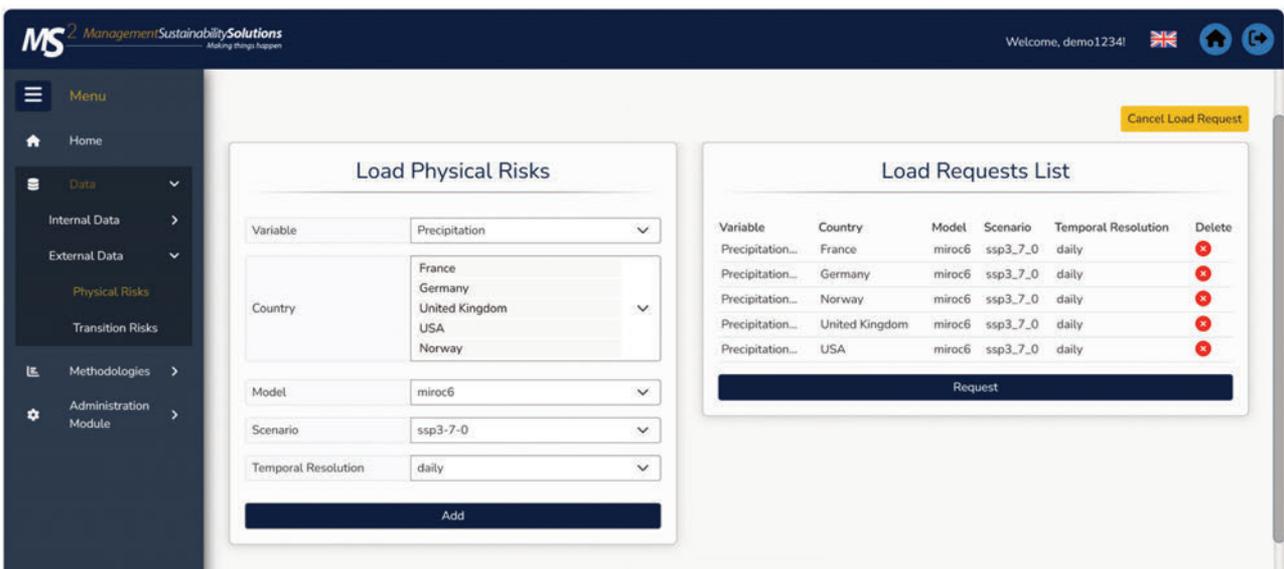
Para enfrentar esses desafios, a Management Solutions desenvolveu uma ferramenta especializada em mensuração de

riscos climáticos chamada Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>). Essa solução integra a gestão desses aspectos, sendo capaz de importar, processar e armazenar cenários físicos obtidos de fontes como o Copernicus<sup>47</sup>, que são usados para realizar cálculos quantitativos. A MS<sup>2</sup> oferece uma interface intuitiva e fácil de utilizar, que também integra a infraestrutura técnica necessária para o processamento eficiente dos dados de cada cenário (vide Figura 8).

<sup>46</sup>Com base em dados históricos, nas condições específicas da geografia em estudo e na experiência de especialistas, é estabelecido um limite que indica quando um determinado risco físico pode se materializar, considerando uma ou mais variáveis físicas. Os valores apresentados na tabela são apenas ilustrativos e representam valores iniciais gerais que estão alinhados com o estado atual da pesquisa científica relevante. Esses valores podem ser ajustados de acordo com o contexto específico do caso em análise.

<sup>47</sup>Projeções de cenários climáticos produzidas pelo Copernicus Climate Change Service (C3S), <https://climate.copernicus.eu/climate-projections>.

Figura 8: Exemplo de carga de cenários físicos na ferramenta MS<sup>2</sup>.



## Mensuração do impacto em uma carteira hipotecária

A análise de riscos físicos em uma carteira hipotecária segue uma metodologia alinhada com a estrutura UNEP-FI<sup>48</sup>, projetada para atender às recomendações da Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (TCFD). Seu principal objetivo é avaliar como os eventos climáticos extremos afetam a avaliação dos ativos físicos usados como garantia em carteiras imobiliárias, com foco na relação entre empréstimo e valor (LTV).

Essa metodologia baseia-se na análise de cenários e projeções de variáveis de risco climático (mais detalhes na seção 4.2.1). Ao determinar a localização geográfica das garantias da carteira, é possível estimar a frequência e a intensidade dos riscos físicos nessas regiões.

Para o desenvolvimento dessa metodologia, é necessário integrar modelos climáticos que forneçam informações sobre a gravidade e a frequência dos perigos ao longo do tempo, com base em diferentes cenários climáticos. As curvas de danos, ou funções de impacto, convertem essas variáveis climáticas em impactos econômicos, estimando a porcentagem do valor do ativo que pode ser perdida devido a eventos específicos. Essas curvas são fundamentais para avaliar a vulnerabilidade dos ativos aos perigos físicos e servem como base para o cálculo das possíveis perdas econômicas.

Para cada risco, cenário e ano, o impacto econômico é determinado pela combinação da frequência do risco físico (com que frequência ele ocorre), o valor econômico da garantia e a função de impacto, que fornece a perda percentual do valor do ativo como uma função da intensidade do risco.

Essa perda econômica é então aplicada ao valor da garantia para calcular uma perda simulada. O efeito sobre a garantia pode ser avaliado de duas maneiras complementares: primeiro, calculando o impacto anual e utilizando-o para estimar as mudanças no LTV ao longo do tempo; e segundo, avaliando o

impacto cumulativo no LTV à medida que o valor da garantia diminui ano a ano. Dessa forma, é possível ter uma compreensão clara de como os riscos podem afetar o LTV, o que ajuda a medir o risco a médio e longo prazo.

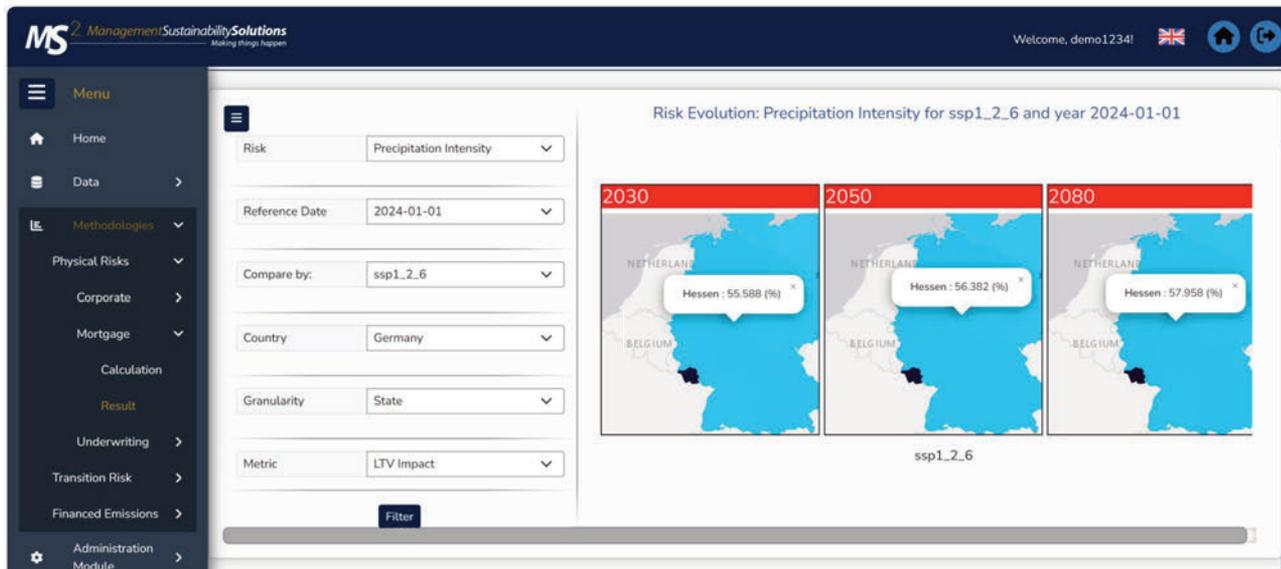
Esse LTV é um fator comumente utilizado por instituições financeiras para derivar a perda por inadimplência (LGD). Portanto, o novo LTV ajustado, que reflete os impactos econômicos dos riscos físicos, pode ser usado para estimar as alterações na LGD. Outra opção é aplicar um haircut aos valores de garantia dentro do processo de estimativa de LGD e recalculá-lo o modelo de LGD. Portanto, os efeitos dos riscos climáticos sobre o LTV influenciam diretamente as mudanças na LGD, destacando os riscos financeiros apresentados por eventos relacionados ao clima.

Para realizar um exercício de mensuração usando a metodologia descrita acima, é necessário ter dados específicos sobre a carteira hipotecária em análise. Em particular, para permitir uma mensuração granular do risco, as informações sobre a geolocalização das garantias hipotecárias, bem como as informações relacionadas ao valor econômico das hipotecas, são particularmente relevantes. Ter uma visão granular e consolidada das principais exposições da carteira também é importante para analisar as exposições mais relevantes ao risco climático.

A metodologia descrita nesta seção permite uma análise abrangente dos impactos do risco climático físico no nível de cada exposição hipotecária. Isso facilita a simulação do efeito da perda do valor da garantia devido a danos causados por eventos de risco físico, bem como seu impacto sobre parâmetros significativos, como o LTV e a LGD (vide Figura 9).

<sup>48</sup>UNEP-FI, U. N. (2024).

Figura 9: Exemplo de evolução do impacto no LTV da carteira hipotecária em 2030, 2050 e 2080 risco físico (inundação) no cenário SSP1-2.6, na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



## Mensuração do impacto nas carteiras de crédito e nos ativos financeiros de investimento

A avaliação do risco físico para uma carteira de empréstimos corporativos também pode ser abordada por meio de uma técnica quantitativa, usando curvas de danos para avaliar o impacto dos perigos físicos sobre os ativos da contraparte (principalmente bens, instalações e equipamentos). Ao integrar a frequência e a intensidade dos perigos com essas curvas de danos, é possível estimar a depreciação do valor dos ativos e, conseqüentemente, a diminuição do valor dos ativos da contraparte, o que, em última análise, influencia a qualidade do crédito.

O processo começa com a identificação da gama de riscos físicos ligados à mudança climática que podem afetar as empresas da carteira. Esses riscos podem incluir incêndios florestais, enchentes, ciclones tropicais, secas e outros eventos extremos. A frequência, a gravidade e as definições desses riscos são baseadas em dados de projeção de cenários físicos, conforme explicado acima.

Nos cenários estabelecidos, esses eventos físicos afetam os ativos físicos das empresas, como fábricas, infraestrutura, instalações de extração, campos e plantações. Esses ativos, cujo valor é normalmente representado na conta de ativo imobilizado no balanço patrimonial, representam ativos físicos de longo prazo que as empresas usam para gerar receitas e lucros. A metodologia requer acesso a dados sobre o valor total dos ativos, o valor do ativo imobilizado e sua distribuição geográfica para as contrapartes da carteira. Além disso, é aconselhável levar em conta o impacto diferenciado de diferentes tipos de ativos de acordo com sua relevância em cada setor. Com esses dados, combinados com projeções de cenários físicos, é possível estimar a frequência e a intensidade com que um perigo específico afetará os ativos produtivos da empresa ao longo do tempo.

Para isso, é essencial integrar os dados relevantes da contraparte, como o valor de seus ativos e sua distribuição geográfica. Entretanto, informações detalhadas e específicas sobre os locais de operação de um grande conjunto de empresas da carteira geralmente não fazem parte da infraestrutura de dados e dos processos de coleta das instituições financeiras e devem ser coletadas adicionalmente. Elas podem ser obtidas em larga escala por meio de soluções de dados existentes e do uso de proxies para gerenciar possíveis lacunas de informações. Isso é especialmente relevante ao lidar com grandes carteiras de clientes, em que a metodologia precisa ser compatibilizada com estimativas de cima para baixo para uma avaliação de risco mais completa e precisa.

Como no caso da carteira hipotecária, a conversão de riscos físicos em perdas econômicas pode ser abordada por meio de curvas de danos ou funções de impacto. Para cada perigo associado ao risco climático identificado (consulte a seção Cenários físicos para obter mais detalhes) que afeta um determinado tipo de ativo, há curvas de danos específicas que fornecem a porcentagem de danos esperados pela ocorrência desse risco. Essas curvas são a base para quantificar as possíveis perdas econômicas, avaliando a vulnerabilidade dos ativos a vários perigos físicos.

Ao agregar as perdas totais em valor de todos os ativos imobilizados de uma empresa devido a um perigo específico em um determinado cenário e ano, a Perda Anual por Danos, doravante denominada Yearly Damage Loss (YDL), pode ser calculada. A YDL representa a perda percentual sofrida pelos ativos da contraparte como resultado do risco físico, afetando os ativos produtivos essenciais para a geração de receita da empresa. Supõe-se que esse impacto levará a uma redução nas receitas e a um aumento nos custos, pois os ativos precisarão ser reparados e restaurados para garantir a continuidade operacional. Esse "choque" físico se reflete na depreciação dos ativos e serve como

Figura 10: Exemplos de impacto na PD e LGD da carteira devido ao risco físico (inundação) no cenário SSP5-8.5 na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



um indicador do risco climático físico para a entidade corporativa, seja como contraparte de um empréstimo ou como emissora de um ativo financeiro. A última etapa, para uma carteira de empréstimos corporativos, é traduzir o YDL em um impacto sobre a Probabilidade de Inadimplência (PD) das contrapartes, o que pode ser feito por meio da aplicação de um modelo de avaliação estrutural (ex. Merton). A estrutura metodológica pressupõe que o impacto sobre o ativo imobilizado da empresa muda a distribuição dos valores dos ativos, resultando em mudanças na PD em um determinado momento. Essa metodologia adapta a PD ao longo do ciclo de negócios, com o YDL atuando como um "indicador de qualidade de crédito de risco climático" para o risco físico na carteira de empréstimos corporativos.

Se alguns desses ativos também forem garantia de um empréstimo específico, isso também afetará diretamente a estimativa da LGD. Em todo caso, mesmo quando os ativos físicos não são garantias, também pode haver um impacto sobre a LGD. Esse impacto poderia ser calculado explorando a correlação PD-LGD, por exemplo, definindo a relação entre as mudanças na PD e as mudanças correspondentes na LGD. Ao analisar tanto a PD quanto a LGD, é possível estimar o efeito geral do risco físico nas perdas de crédito esperadas para cada contraparte e em toda a carteira de crédito.

Para ativos financeiros, como ações e títulos, é essencial, após estimar o YDL, avaliar como isso afeta o Valor Líquido dos Ativos, doravante denominado Net Asset Value (NAV). Essa análise será realizada por meio da aplicação de diferentes modelos de avaliação, tanto para ações quanto para instrumentos de renda fixa, como títulos corporativos e públicos. No caso das ações, um modelo de avaliação baseado em dividendos ou lucros por ação pode ser usado para calcular o impacto financeiro. Esse modelo avalia as mudanças no valor das ações em termos de como o choque climático físico afeta o pagamento de dividendos da empresa.

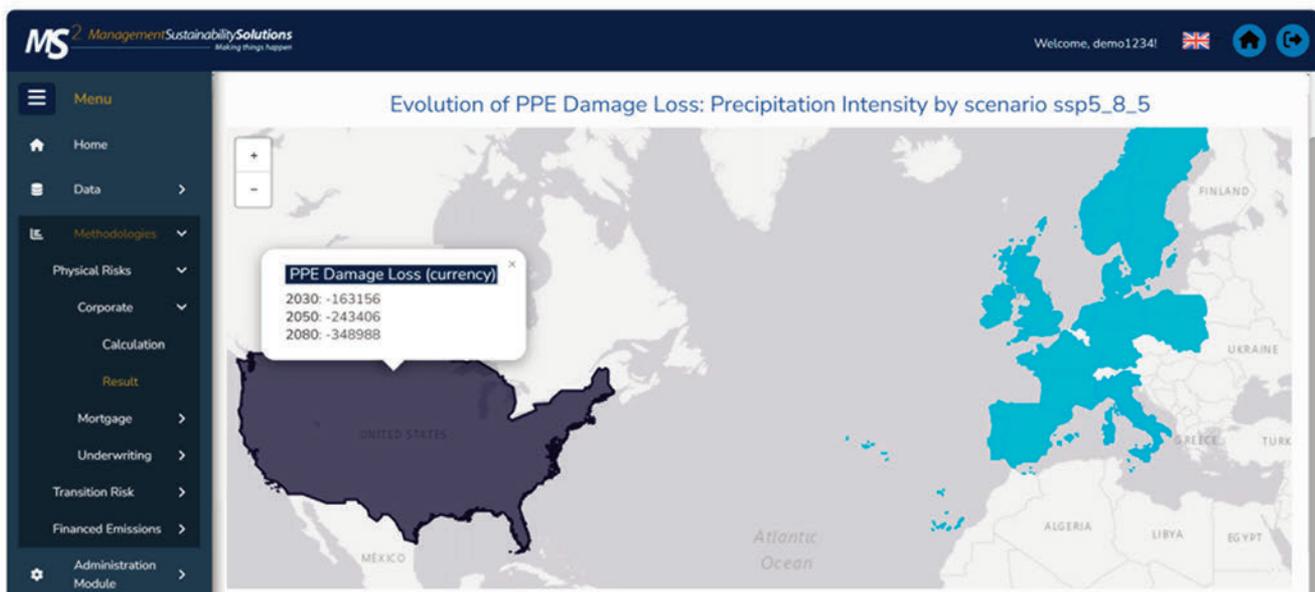
No caso de títulos corporativos, uma abordagem baseada em um modelo de avaliação estrutural também pode ser usada para avaliar como o choque climático físico afeta a qualidade de crédito do emissor. O modelo calcula a probabilidade de inadimplência como uma função da situação financeira do emissor. Uma vez determinado o impacto sobre a qualidade de crédito, um diferencial (spread) relacionado ao clima é calculado para estimar as mudanças nos preços dos títulos, fornecendo uma estimativa de como o valor do título corporativo flutuará devido aos riscos climáticos físicos.

Para títulos públicos, o YDL é calculado com base nos ativos produtivos do país emissor. Isso requer uma distribuição geográfica desses ativos. Embora possa haver diferentes opções para obter essa distribuição, uma das metodologias usadas pela Management Solutions e incorporada no MS<sup>2</sup> foi estimada usando dados do banco de dados Litpop<sup>49</sup>. O impacto financeiro do choque físico é então aplicado proporcionalmente à taxa de cupom do título, refletindo os custos e oportunidades esperados enfrentados pelo governo emissor no cenário climático. Esse ajuste nos permite estimar como o valor do título do governo pode mudar em resposta ao risco físico.

A metodologia descrita nesta seção permite uma análise abrangente dos impactos do risco climático físico no nível de cada exposição de crédito e ativo financeiro. Isso facilita a simulação do impacto sobre os parâmetros de risco PD e LGD (vide Figura 10) e sobre o valor dos ativos financeiros (NAV) devido a danos causados por eventos de risco físico (vide Figura 11).

<sup>49</sup>Um banco de dados que contém mapas de alta resolução de estimativas nacionais de valor de ativos, distribuídos proporcionalmente a uma combinação de intensidade de luz noturna e dados populacionais. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000331316>.

Figura 11: Exemplos de perdas no valor do ativo imobilizado de contrapartes da carteira devido ao risco físico (inundação) no cenário SSP5-8.5 na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



## Mensuração do impacto nas carteiras de subscrição do setor de seguros

Da mesma forma que para a carteira de investimentos em crédito e ativos financeiros, uma metodologia quantitativa também pode ser aplicada para avaliar o impacto dos riscos climáticos físicos nas carteiras de subscrição de seguros de propriedades e acidentes, bem como nas carteiras de seguros de vida.

### *Carteira de propriedades e acidentes (P&C - Property and Casualty)*

A análise de risco físico para as carteiras de subscrição de Danos e Responsabilidade, doravante chamada Property and Casualty (P&C), baseia-se em uma estimativa do aumento esperado de sinistros. A principal premissa dessa metodologia é que os índices de precificação e resseguro permaneçam inalterados em comparação com o cenário atual. Dependendo da granularidade dos dados disponíveis, a metodologia pode ser aplicada tanto em nível de apólice individual quanto em um nível mais agregado, como região, província ou país, bem como em diferentes linhas de negócios ou produtos.

Ter uma visão granular e consolidada das principais exposições da carteira é essencial para analisar as exposições mais relevantes ao risco climático.

A metodologia é desenvolvida em várias etapas importantes:

- ▶ Primeiro, a modelagem de eventos climáticos envolve a representação de cada evento com variáveis climáticas projetadas, que são derivadas de cenários físicos (conforme descrito anteriormente neste documento).

Essas projeções refletem a frequência esperada de diferentes riscos climáticos.

- ▶ Em segundo lugar, são estimadas as perdas atuais relacionadas ao clima. Esse cálculo inicial visa estabelecer uma estimativa anual dos custos associados a cada evento físico, levando em conta tanto a frequência com que esses eventos ocorrem quanto sua intensidade. Nesse estágio, as curvas de danos (também chamadas de funções de impacto) são usadas para estimar a porcentagem do valor do ativo que pode ser perdida devido a cada evento específico. Essas curvas são essenciais para entender o grau de vulnerabilidade de diferentes tipos de ativos a vários perigos físicos e fornecem uma base para o cálculo de possíveis perdas financeiras.
- ▶ Uma vez obtidas as estimativas iniciais de perda, esses valores devem ser ajustados para levar em conta as características específicas das apólices de seguro que cobrem os ativos relacionados. Isso envolve a agregação das estimativas de perda para cada produto e, em seguida, a aplicação de um fator de correção que ajusta a perda calculada com base nos dados históricos de sinistros. Esse ajuste garante que as perdas estimadas reflitam com mais precisão a experiência real de perdas da carteira.
- ▶ Após esse ajuste, a próxima etapa é projetar as perdas futuras em vários cenários climáticos. O processo é semelhante ao da estimativa inicial, mas usando dados projetados para anos futuros, como 2030 ou 2050. Em cada caso, a frequência e a intensidade dos eventos físicos são recalculadas, e as perdas ajustadas são projetadas no tempo. As perdas futuras são então comparadas com as

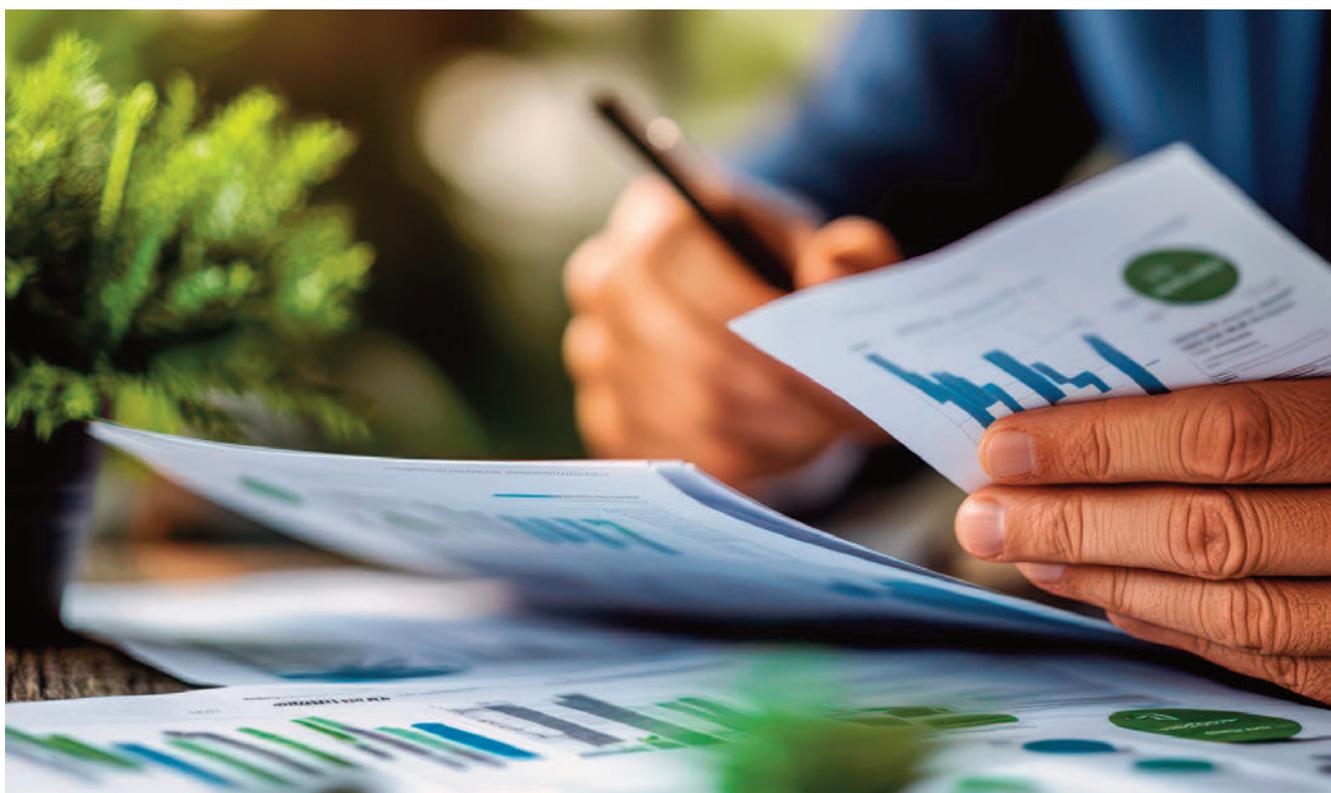
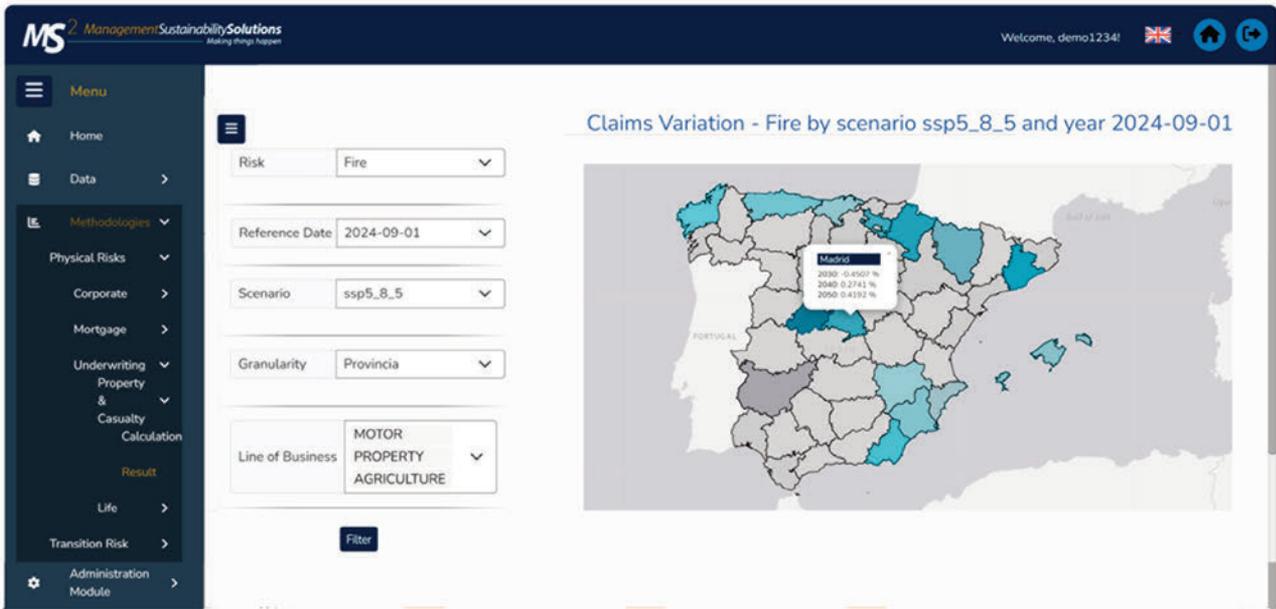


Figura 12: projeção de mudanças na sinistralidade da carteira de P&C devido a incêndios florestais relacionados ao risco climático no cenário SSP5-8.5 para 2030, 2040 e 2050 na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



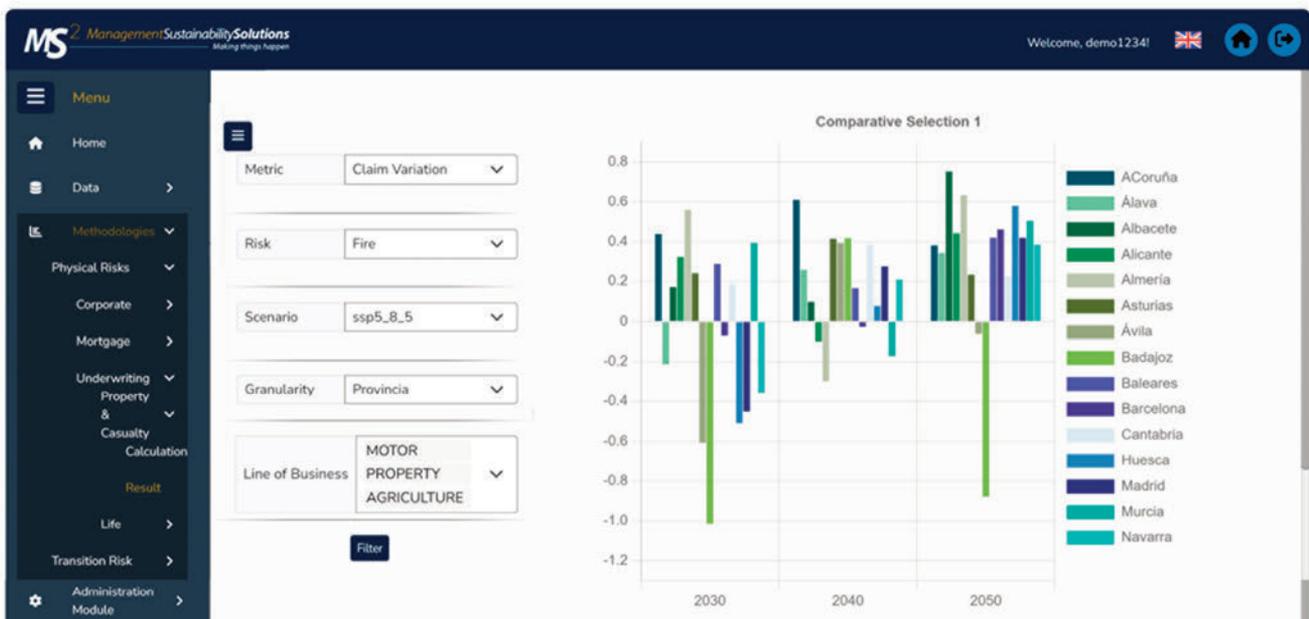
Observação: dados simulados, apenas para fins ilustrativos.

perdas atuais para avaliar como se espera que as perdas evoluam à medida que o clima muda.

- ▶ Por fim, os acordos de resseguro e os fundos de equalização de risco aplicáveis são levados em conta no cálculo dos sinistros líquidos. No caso do resseguro, é calculada a relação entre os sinistros líquidos e os sinistros brutos, e essa relação é usada para ajustar os custos estimados. Da mesma forma, se houver um fundo de equalização de risco, uma porcentagem da perda total é compensada com o fundo, reduzindo os sinistros líquidos de forma correspondente.

Usando essa abordagem estruturada, é possível fornecer uma visão quantitativa de como se espera que os riscos climáticos físicos afetem a sinistralidade de uma carteira de subscrição no curto, médio e longo prazo, devido a danos causados por eventos de risco físico (vide Figura 12), e fazer comparações ao longo de diferentes eixos (vide Figura 13).

Figura 13: Comparação regional do aumento projetado nos custos esperados (índice de perdas) da carteira de P&C devido a incêndios florestais relacionados ao risco climático no cenário SSP5-8.5 para 2030, 2040 e 2050 na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Observação: dados simulados, apenas para fins ilustrativos.

Exemplo ilustrativo de carga da carteira de subscrição de vida na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



### Carteira de seguro de vida

Para avaliar o impacto da mudança climática em uma carteira de seguro de vida, a abordagem a seguir se concentra no efeito das mudanças relacionadas ao clima nas taxas de mortalidade<sup>50</sup>. Ela consiste em modelar como a mudança climática, em especial o aumento da frequência das ondas de calor e o encurtamento das estações de inverno, afeta as taxas de mortalidade. Essa avaliação é realizada por meio de um modelo matemático que incorpora vários fatores críticos, como temperatura média anual, PIB per capita e dados estatísticos relacionados à temperatura e à precipitação. O modelo também leva em conta variações baseadas em parâmetros por idade e divisões administrativas

(nível ADM2<sup>51</sup>) e considera, além disso, diferenças por país, idade, ano e gênero. Além disso, o modelo aproveita as estatísticas históricas de mortalidade divididas por idade, país e ano para melhorar a precisão das projeções.

<sup>50</sup>A abordagem baseia-se na metodologia descrita no estudo "Valuing the Global Mortality Consequences of Climate Change Accounting for Adaptation Costs and Benefits", de Carleton, e está de acordo com as conclusões do estudo "Projections of Temperature-Related Excess Mortality under Climate Change Scenarios", de Gasparrini. A metodologia também conta com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

<sup>51</sup>A classificação geográfica ADM2 refere-se ao segundo nível de divisão administrativa de um país, que pode incluir províncias, distritos, condados ou municípios, dependendo da organização territorial de cada estado.

Figura 15: Esquema da metodologia de cálculo do choque de mortalidade para subscrição da carteira de seguro de vida.

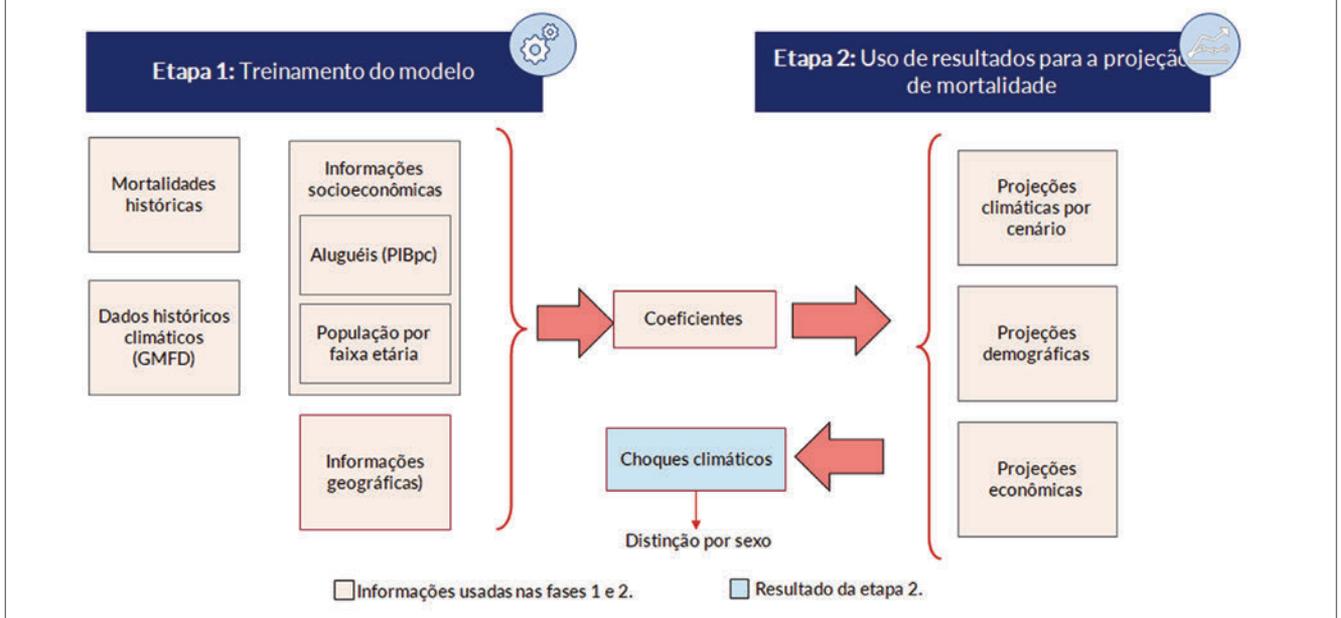
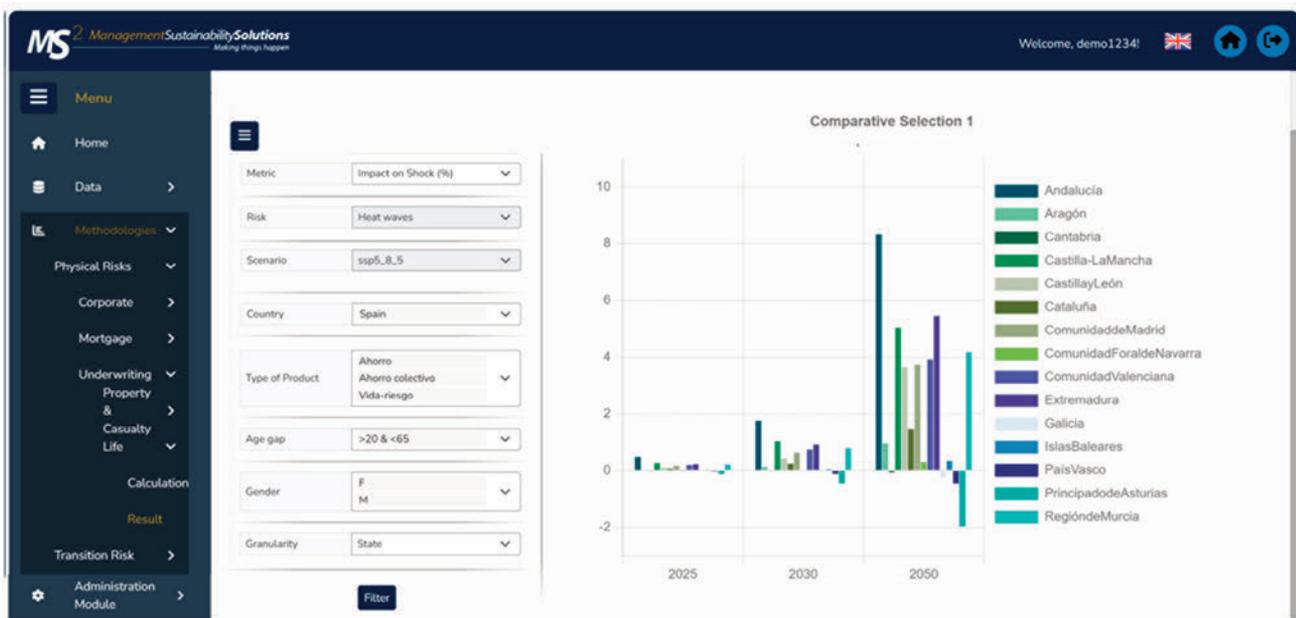


Figura 16: Exemplos de choques e comparação em escala regional das taxas de mortalidade da carteira de vida devido ao risco físico (ondas de calor) no cenário ssp5-8.5 em 2025, 2030 e 2050 na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Observação: dados simulados, apenas para fins ilustrativos.

Uma visão granular e consolidada das principais exposições e características da carteira é essencial para analisar as exposições mais relevantes ao risco climático (vide Figura 14).

Aplicando projeções de cenários climáticos, em particular aqueles relacionados ao aumento das temperaturas e ao aumento da incidência de ondas de calor, o modelo estima os impactos da mortalidade para diferentes horizontes de tempo futuro, como 2025, 2030, 2050 e 2100. Esses choques de mortalidade são gerados para regiões geográficas específicas e são diferenciados por faixa etária e sexo (vide Figura 15).

Uma vez que o choque de mortalidade tenha sido calculado para um determinado ano, cenário climático e região geográfica, seu impacto pode ser usado para avaliar o efeito sobre as provisões matemáticas das apólices de seguro de vida no momento da avaliação. Para apólices com cobertura anual, essas informações são essenciais para determinar os ajustes necessários nos prêmios. No entanto, a aplicação precisa desses choques de mortalidade nas reservas ou nos prêmios varia de acordo com a seguradora e as condições específicas das apólices em questão.

Essa abordagem metodológica permite avaliar quantitativamente o impacto projetado dos riscos climáticos físicos sobre a taxa de mortalidade de uma carteira de subscrição de vida a curto, médio e longo prazo, considerando o aumento das temperaturas e a crescente incidência de ondas de calor (vide Figura 16).

## Mensuração dos riscos de transição

Este capítulo explora metodologias para medir o impacto dos riscos de transição nas carteiras de investimento e crédito, usando cenários climáticos que projetam o impacto das políticas de descarbonização e outras mudanças estruturais nos mercados. Primeiro, são analisados os possíveis caminhos para uma economia de baixo carbono, mostrando como o momento e a intensidade dessas políticas afetam setores específicos. Em seguida, descreve-se como o risco de transição em créditos corporativos é avaliado pela combinação de fatores de risco de transição e sensibilidades setoriais em mapas de calor para estimar o índice de qualidade de crédito climático de cada contraparte em diferentes cenários. Por fim, é apresentada uma metodologia para avaliar o risco de transição em várias classes de ativos financeiros, como títulos corporativos, títulos soberanos e ações, destacando como a mudança para uma economia sustentável pode influenciar o valor desses ativos. Essa análise abrangente permite simular e consolidar os efeitos projetados sobre o valor das carteiras, fornecendo uma visão holística da exposição ao risco de transição.

## Cenários de transição

Em um cenário sem políticas, os riscos climáticos físicos aumentarão substancialmente, especialmente em horizontes de tempo mais longos. Entretanto, as políticas climáticas destinadas a mitigar esses riscos físicos podem ter efeitos econômicos significativos em setores específicos, resultando em riscos de transição mais elevados. O grau de interrupção econômica depende do tempo, do rigor e da antecipação das políticas climáticas.

Do ponto de vista do gerenciamento de riscos, essas políticas representam um equilíbrio entre os riscos físicos de longo prazo e os riscos de transição de curto e médio prazo.

Uma das ações mais relevantes para atingir as metas climáticas é a implementação de políticas de descarbonização, juntamente com uma mudança nas preferências do mercado para opções mais sustentáveis. Por um lado, as mudanças no sentimento do mercado, impulsionadas pela conscientização dos riscos climáticos futuros, podem afetar significativamente a lucratividade dos setores de alta emissão. Por outro lado, o momento e a natureza das ações dos formuladores de políticas determinarão se as metas de redução de emissões serão cumpridas.

Nesse sentido, a velocidade e o momento da transição são cruciais. Uma orientação política clara e oportuna aumentará a capacidade dos agentes econômicos de planejar a substituição da infraestrutura existente e permitirá que o progresso tecnológico mantenha os custos de energia administráveis. Por outro lado, uma transição repentina, descoordenada ou disruptiva seria mais cara, especialmente para os setores e regiões mais vulneráveis à mudança estrutural.

Para levar em conta os diferentes cenários de transição possíveis, o NGFS desenvolveu uma estrutura que identifica quatro caminhos possíveis para uma economia de baixo carbono<sup>52</sup>:

- ▶ Os cenários **ordenados** pressupõem que as políticas climáticas sejam introduzidas logo no início e se tornem gradualmente mais rigorosas. Na medida em que essas

políticas contribuam para as reduções de emissões de forma mensurada para atingir as metas climáticas, os riscos de transição são relativamente moderados.

- ▶ Cenários **desordenados** exploram riscos de transição mais elevados porque a mudança de política é atrasada ou divergente entre países e setores. Devido a uma resposta repentina e imprevista, as metas de redução de emissões para alguns setores da economia podem até mesmo precisar ser aprofundadas para permanecer no caminho certo para atingir as metas climáticas, deixando às empresas pouco tempo para se adaptarem.
- ▶ Os cenários do "**mundo quente**" pressupõem que algumas políticas climáticas sejam implementadas em algumas jurisdições, mas que as emissões globais continuem a aumentar, em um contexto em que os governos fazem muito pouco para evitar mudanças estruturais relacionadas ao clima.
- ▶ Os cenários "**muito pouco, muito tarde**" pressupõem que, em termos gerais, os governos e os agentes econômicos não fazem o suficiente para cumprir as metas climáticas, levando a mudanças climáticas estruturais irreversíveis.

Nessa estrutura, o NGFS desenvolveu sete cenários de transição (NGFS Fase 5<sup>53</sup>, novembro de 2024), conforme demonstrado na Tabela 17.

<sup>52</sup>NGFS (2020).

<sup>53</sup><https://www.ngfs.net/en/ngfs-climate-scenarios-phase-v-2024>.

Figura 17: Cenários de transição desenvolvidos pelo NGFS.

Cenário	Transição	Políticas de descarbonização	Tecnologia de baixo carbono	Metas de redução de emissões de GEE	Riscos de transição
Net Zero em 2050	Pedido	Imediato e suave	Alta penetração	Emissões líquidas zero de CO <sub>2</sub> por volta de 2050	Altos
Abaixo de 2 °C	Pedido	Imediato e suave	Penetração moderada	Zero emissões líquidas de CO <sub>2</sub> após 2070	Moderados
Baixa demanda	Pedido	Imediato e requer menos demanda de energia e mudanças comportamentais mais fortes.	Alta penetração	Emissões líquidas zero de CO <sub>2</sub> por volta de 2050	Altos
Transição atrasada	Desordenada	Nenhuma mudança até 2030, muito rigoroso após 2030	Alta penetração a partir de 2030	Emissões líquidas zero de CO <sub>2</sub> por volta de 2060	Altos
Mundo fragmentado	Muito pouco e muito tarde	Não é imediato e é muito fraco	Penetração moderada	Redução limitada das emissões de CO <sub>2</sub>	Altos
Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC)	O mundo da casa quente	Todas as políticas de descarbonização anunciadas para 2030, inalteradas após 2030	Penetração limitada	Redução limitada das emissões de CO <sub>2</sub>	Bajos
Políticas atuais	O mundo da casa quente	Não há mais políticas climáticas para hoje	Sem penetração	As emissões crescem até 2080	Sin riesgo

Observação: há também um cenário "Divergent Grid Zero", mas somente na versão NGFS Fase 3; a partir da NGFS Fase 4, ele foi descartado (cenário obsoleto).

Os processos que dão suporte aos exercícios de mensuração de risco climático devem garantir um tratamento adequado e eficiente para a ingestão, o processamento e a atualização contínua dos dados de cada cenário de transição. Para enfrentar esses desafios, conforme mencionado nos parágrafos anteriores, a Management Solutions desenvolveu uma ferramenta especializada em mensuração de riscos climáticos chamada Management Sustainability Solutions (MS2). Essa solução integra totalmente a gestão desses aspectos, permitindo a importação, o processamento e o armazenamento de dados obtidos de fontes como o NGFS, que são usados para realizar cálculos quantitativos. Além disso, o MS2 facilita a visualização dessas projeções (vide Figura 18), o que contribui para a análise de cenários e a interpretação dos resultados quantitativos gerados pelas metodologias de cálculo.

## Mensuração do impacto na carteira de empréstimos corporativos

Para avaliar o impacto dos riscos de transição em uma carteira de crédito, a metodologia está alinhada com a estrutura desenvolvida pela UNEP-FI<sup>54</sup>. Essa abordagem aproveita os mapas de calor qualitativos para quantificar os riscos, que são especificamente adaptados a diferentes setores econômicos e regiões geográficas<sup>55</sup>.

Um mapa de calor serve como uma ferramenta visual que destaca o impacto potencial dos riscos de transição - como mudanças políticas ou desenvolvimentos tecnológicos - em uma organização. Um aspecto importante desse processo é a segmentação das indústrias por setor. Ao se concentrar em setores específicos, essa abordagem garante que as empresas

de cada segmento tenham um nível consistente de exposição às políticas de transição. Essa segmentação é essencial para identificar os riscos e as oportunidades associados à mudança para uma economia de baixo carbono. Como diferentes setores apresentam diferentes graus de vulnerabilidade durante essa transição, a segmentação precisa é essencial para a identificação precisa dos riscos.

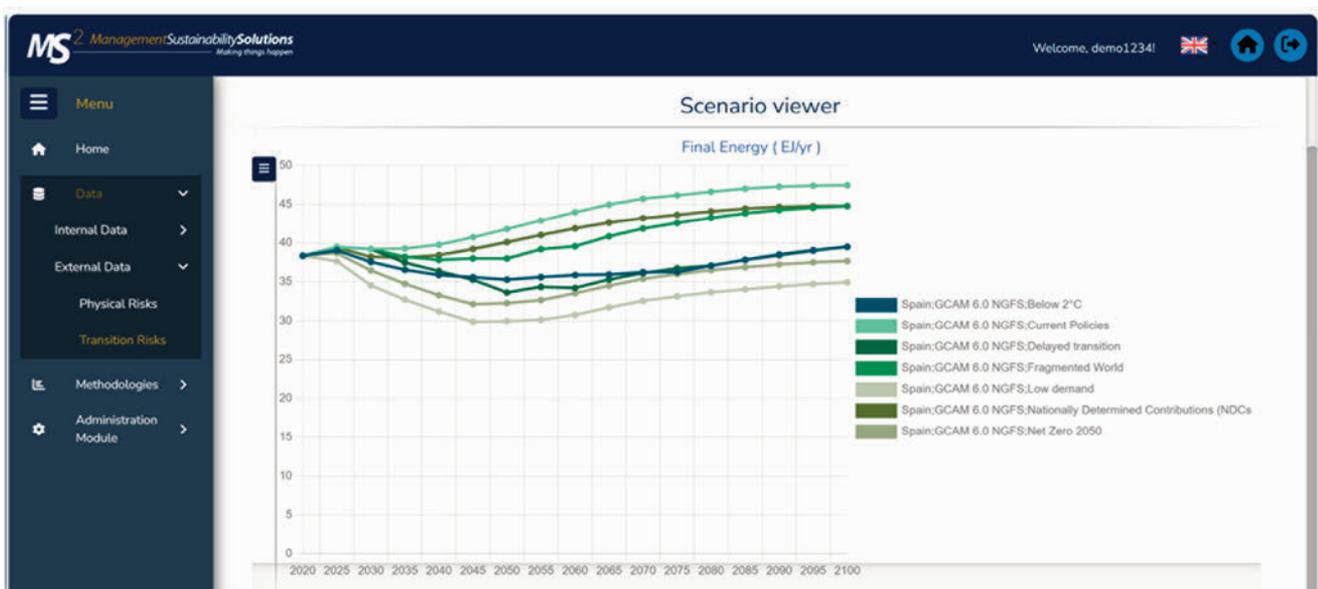
No contexto da crescente atenção global à sustentabilidade e à mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a compreensão de como a transição climática afeta os diferentes setores da carteira de crédito corporativo de um banco é fundamental para a tomada de decisões e a gestão de riscos. Os mapas de calor fornecem uma avaliação qualitativa dos riscos de transição que afetam as trajetórias dos fatores de risco, doravante denominados Risk Factor Parameters (RFPs), em países, setores, horizontes de tempo e cenários climáticos.

Os RFPs representam os mecanismos pelos quais os riscos transitórios - como mudanças políticas, preços de carbono ou desenvolvimentos tecnológicos - afetam os fluxos de caixa de uma empresa e, portanto, sua capacidade de cumprir as obrigações de dívida.

<sup>54</sup>Iniciativa Financeira do PNUMA: Ampliando nossos horizontes.

<sup>55</sup>Para obter mais informações sobre o mapeamento térmico, consulte Iniciativa : Financeira do PNUMA: Beyond the Horizon.

Figura 18: Cenários de transição, exemplo de visualização da variável "Final Energy" na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS2).



A variável "Final Energy (E/yr)" refere-se à energia final consumida anualmente, expressa em unidades de energia por ano (E/yr). Essa medida representa a energia realmente usada pelos setores finais da economia (como transporte, indústria, residências e serviços), após as perdas associadas à geração, transmissão e distribuição de energia. Essa variável é apenas um exemplo de muitas disponíveis no modelo e é particularmente relevante na análise de cenários de descarbonização, dado o papel fundamental do consumo de energia na transição para economias de baixo carbono.

Quatro RFPs principais são consideradas:

1. **Custos diretos de emissões:** calculados pela multiplicação do preço do carbono pelas emissões diretas do setor (escopo 1), refletindo o impacto do preço do carbono nos custos de emissões do setor.
2. **Custos indiretos de emissões:** capturam como o aumento dos custos de emissões dos setores acima é passado pela cadeia de suprimentos, impactando os preços dos insumos. É calculado multiplicando-se o preço do insumo pelo volume de insumos usados na produção.
3. **Despesas de capital:** representam os investimentos necessários para a transição para operações mais eficientes e menos intensivas em emissões, incluindo novas tecnologias. Esse custo é determinado pelo preço do capital e pelo aumento líquido do estoque de capital.
4. **Renda:** reflete os possíveis impactos na renda do setor devido a fatores como mudanças nos preços dos produtos, mudanças nas preferências dos consumidores e aplicação de impostos ou subsídios. É calculado multiplicando-se a produção total do setor pelo preço de seus bens ou serviços.

Essas trajetórias levam em conta, coletivamente, os efeitos dos custos diretos e indiretos das emissões, as mudanças na renda e os investimentos necessários em tecnologias de baixo carbono. Os resultados da modelagem do cenário climático fornecem trajetórias detalhadas para cada setor econômico, que podem ser refinadas por meio de análises de sensibilidade personalizadas. Essas trajetórias são essenciais para extrapolar os impactos em nível de tomador de empréstimo em toda a carteira<sup>56</sup>.

É importante observar que os RFPs são avaliados em relação a um cenário de linha de base, que pressupõe que as classificações de crédito atuais dos mutuários refletem um mundo "business-as-usual", no qual não são tomadas medidas adicionais significativas para lidar com as mudanças climáticas além das políticas atuais. Esse cenário corresponde ao cenário "Políticas Atuais" do NGFS e atua como cenário de referência. Deve-se observar que o termo "referência", nesse contexto, refere-se a projeções do ambiente macrofinanceiro na ausência de choques adicionais de transição climática, a fim de fornecer um ponto de comparação razoável para a avaliação de outros cenários.

Os fatores de risco de transição (TFs), calculados com base nos cenários NGFS, fornecem uma estimativa quantitativa do impacto do risco de transição de acordo com determinados parâmetros econômicos e climáticos. Entretanto, esses cálculos são ajustados por uma análise qualitativa fornecida pelos mapas de calor, que introduzem coeficientes de sensibilidade setorial. Esses coeficientes permitem que o cálculo quantitativo dos RFPs seja adaptado, levando em conta a exposição esperada ao risco de transição em cada setor. Dessa forma, os mapas de calor ajudam a refinar os resultados dos RFPs, integrando a vulnerabilidade específica do setor, que pode ampliar ou atenuar o impacto estimado em diferentes cenários de transição.

<sup>56</sup>Outras metodologias também poderiam levar em conta elementos adicionais, como a alavancagem ou a posição de capital das contrapartes.

Figura 19: Exemplos de impacto na PD e LGD de uma carteira de empréstimos corporativos, comparação entre dois setores da carteira (petróleo e gás vs. geração de energia); no cenário Net Zero 2050 em 2020, 2030 e 2050 na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Esse exemplo mostra que, em um cenário de transição ordenada e descarbonização total da economia até 2050 (Net Zero 2050), a carteira de exemplo enfrenta maior risco (e, portanto, maior PD e LGD) nos setores de petróleo e gás em comparação com os setores de geração de energia. No entanto, ambos os setores sofreriam um impacto negativo nesse cenário de transição. Observação: dados simulados, apenas para fins ilustrativos.

A combinação dos fatores de risco de transição (RFPs) ajustados com as sensibilidades setoriais derivadas dos mapas de calor permite calcular, para cada contraparte, um "índice de qualidade de crédito climático". Para cada cenário climático desenvolvido pelo NGFS, um conjunto de RFPs e mapas de calor pode ser gerado, pois cada um reflete um contexto específico de política, evolução econômica e transição energética. Isso implica que, para cada cenário, é definido um conjunto exclusivo de RFPs e mapas de calor que incorpora as sensibilidades setoriais e a exposição esperada nesse contexto específico. Assim, o "índice de qualidade de crédito climático" é calculado especificamente para cada cenário, permitindo uma avaliação de como o risco de transição e seu impacto na qualidade do crédito variam de acordo com diferentes projeções. Essa modelagem fornece uma visão detalhada de como os vários cenários de transição afetam a vulnerabilidade das contrapartes em nível setorial e regional.

Em outras palavras, esse índice incorpora diferentes fatores de risco e vulnerabilidades específicas do setor em uma base ponderada, refletindo assim o impacto da transição para uma economia de baixo carbono sobre o valor dos ativos das contrapartes. O risco de transição é considerado um risco sistêmico distinto dos fatores idiossincráticos e de outros fatores sistêmicos (considerados constantes). Essa mudança na distribuição dos valores dos ativos leva a mudanças na probabilidade de inadimplência (PD) em um determinado momento, usando um modelo de avaliação estrutural (por exemplo, Framework Merton, que correlaciona a PD de uma empresa com o possível declínio no valor de seus ativos.

Uma vez que a PD em um cenário de transição climática tenha sido estimada, o impacto sobre a LGD pode ser calculado explorando a correlação PD-LGD.

Ao analisar a PD e a LGD, é possível estimar o impacto geral do risco de transição sobre as perdas de crédito esperadas para cada contraparte e para toda a carteira de crédito.

A metodologia descrita nesta seção permite uma análise detalhada dos impactos do risco de transição climática no nível de cada exposição e contraparte, facilitando a simulação do efeito de diferentes trajetórias de possíveis transições climáticas sobre os parâmetros de risco de crédito da carteira (ver Figura 19) e, portanto, sobre a perda esperada (vide Figura 20).

### Mensuração do impacto na carteira de investimentos de ativos financeiros

A metodologia para avaliar o risco de transição climática nas carteiras de investimento de bancos, gestores de ativos e seguradoras abrange vários tipos de ativos financeiros, incluindo títulos corporativos, títulos soberanos e ações. Nesse contexto, o risco de transição refere-se às flutuações nos valores dos ativos causadas pela mudança global em direção a um modelo econômico mais sustentável. Essas flutuações são amplamente influenciadas pelas expectativas dos participantes do mercado em relação a custos e oportunidades futuros para os emissores de ativos.

Figura 20: Exemplos de impacto de perda esperada de uma carteira de empréstimos corporativos, comparação entre dois setores da carteira (petróleo e gás vs. geração de energia); no cenário Net Zero 2050 em 2020,2030,2050 na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Observação: dados simulados, apenas para fins ilustrativos.

Essas expectativas são modeladas usando projeções de políticas climáticas e possíveis caminhos para uma economia mais sustentável, de acordo com os diferentes cenários climáticos desenvolvidos pelo NGFS. Esses cenários ajudam a prever como as políticas e regulamentações relacionadas às mudanças climáticas podem evoluir, bem como os impactos econômicos e de mercado que essas políticas podem ter sobre os emissores de ativos financeiros.

No caso de títulos corporativos e ações, a abordagem envolve a análise de como as receitas do emissor são distribuídas entre os setores econômicos e as regiões geográficas. No caso de títulos soberanos, a análise se concentra na composição setorial do Valor Agregado Bruto (VAB) do país. Isso proporciona uma compreensão clara de onde as receitas do emissor são geradas e como elas podem ser afetadas por fatores relacionados ao clima.

Uma vez estabelecido o detalhamento das receitas, a próxima etapa é avaliar como essas receitas podem mudar em diferentes cenários climáticos. Para fazer isso, examine as tendências de variáveis específicas relacionadas ao clima que sejam relevantes para cada setor e região. Por exemplo, se um emissor opera em um setor que está altamente exposto a mudanças regulatórias destinadas a reduzir as emissões de carbono, suas previsões de receita refletiriam o impacto potencial dessas políticas. O impacto financeiro é então calculado com base nessas mudanças esperadas nas receitas.

Essa metodologia se baseia em uma abordagem de baixo para cima, que analisa cada ativo financeiro individualmente, identificado por seu Número Internacional de Identificação de Títulos (ISIN), e realiza uma análise abrangente das fontes de receita vinculadas ao emissor. As receitas são então alocadas a setores e regiões econômicas. A classificação

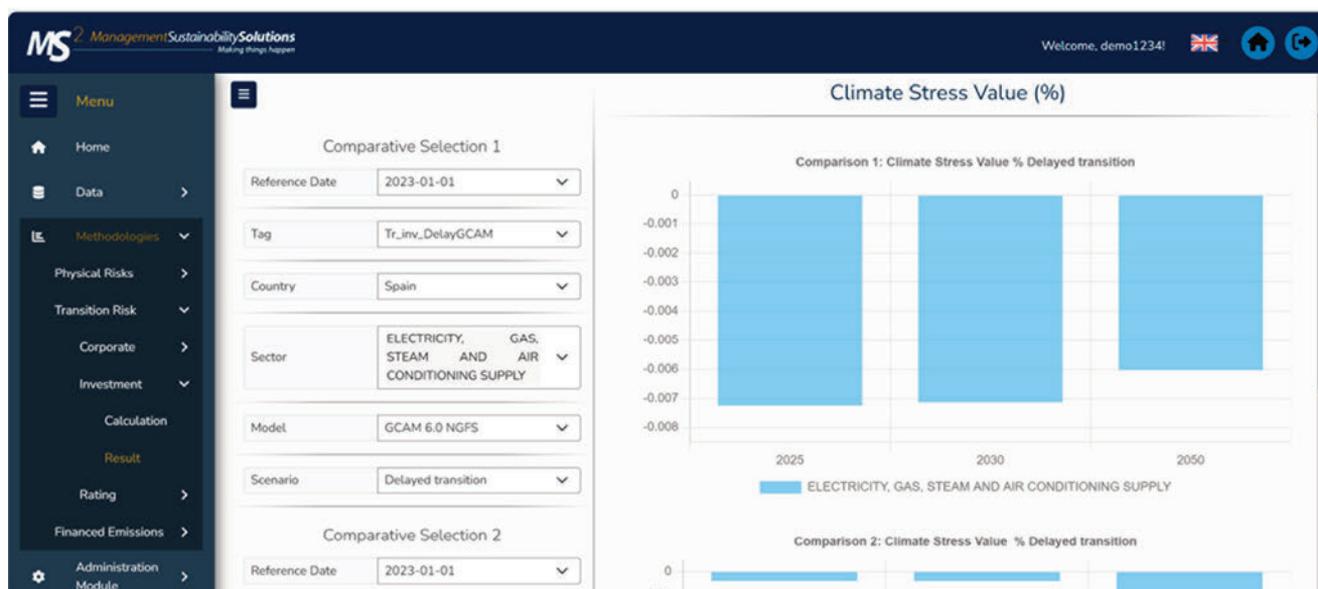
setorial pode ser baseada na estrutura dos Setores Relevantes para a Política Climática (CPRS). Essa classificação é uma premissa fundamental do modelo, pois vincula os setores econômicos a variáveis climáticas específicas que podem influenciar os fluxos de receita futuros.

As tendências dessas variáveis climáticas - como preços de carbono, custos de energia ou mudanças regulatórias - ajudam a determinar como as receitas poderiam evoluir em diferentes cenários.

Para avaliar o possível impacto das mudanças na política climática, cada setor do CPRS é associado a uma variável relevante do NGFS. Essa associação implica que se presume uma correlação entre o comportamento do setor CPRS e a evolução da variável NGFS em diferentes cenários climáticos. Portanto, os impactos positivos ou negativos das políticas climáticas sobre a variável NGFS servem como um indicador dos efeitos esperados sobre o setor correspondente.

Por exemplo, no caso do setor de combustíveis fósseis (que engloba a extração, a produção, o refino e a distribuição de combustíveis fósseis), pode-se presumir que seu desempenho esteja ligado à demanda por energia primária produzida a partir de fontes fósseis. Essa demanda é uma variável que está incluída nas projeções dos cenários NGFS. Em termos gerais, definir com precisão os setores e associá-los a uma ou mais variáveis de cenário significativas é uma etapa essencial no desenvolvimento da metodologia, pois permite uma avaliação mais precisa dos possíveis impactos das políticas climáticas em diferentes setores econômicos.

Figura 21: Exemplo de impacto no valor do ativo líquido em 2050 para o cenário de transição atrasada de um exemplo de carteira de investimentos (ações, títulos corporativos, títulos públicos). Exemplos ilustrativos na ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Usando a evolução da variável NGFS no cenário selecionado em comparação com um cenário de linha de base (normalmente, o cenário "Políticas atuais" é usado como cenário de linha de base de referência), é possível derivar um choque de política climática, que indica a magnitude do choque econômico. Isso permite uma avaliação de como as receitas de cada setor econômico e região geográfica vinculada a um emissor específico poderiam ser afetadas e, conseqüentemente, seu impacto nos resultados financeiros.

Para um exercício de mensuração preciso, é essencial ter dados específicos sobre as contrapartes que emitem os ativos financeiros da carteira em análise. Em particular, as informações sobre as receitas das contrapartes, discriminadas por setor econômico e região geográfica, são particularmente relevantes para uma avaliação granular do risco. Ter uma visão detalhada e consolidada das principais exposições geográficas e setoriais da carteira é fundamental para analisar e compreender os impactos mais significativos na mensuração do risco climático.

Uma vez determinado o choque da política climática, a próxima etapa é calcular seu impacto financeiro e entender como ele afeta o Valor Patrimonial Líquido. Esse cálculo varia de acordo com o fato de o ativo ser uma ação ou um instrumento de renda fixa, como títulos corporativos ou governamentais.

Para ações, o impacto financeiro do estresse climático pode ser calculado usando o modelo de avaliação baseado em dividendos ou lucros por ação (por exemplo, Gordon-Shapiro.

No caso de títulos corporativos, o impacto é avaliado pela estimativa de como o choque da política climática afeta a qualidade de crédito do emissor, para a estimativa da probabilidade de inadimplência. Uma vez determinado o efeito sobre a credibilidade, um spread relacionado ao clima é calculado para estimar a mudança nos preços dos títulos especificamente devido ao choque de transição.

No caso de títulos públicos, o impacto financeiro é aplicado proporcionalmente à taxa de cupom do título. Esse ajuste leva em conta os custos e as oportunidades esperados para o governo emissor no cenário climático avaliado. A aplicação desse ajuste proporcional fornece uma estimativa de como o valor do título pode ser afetado em resposta à transição climática.

A metodologia descrita nesta seção permite uma análise abrangente dos impactos do risco de transição climática no nível de cada ativo financeiro em uma carteira de investimentos. Isso facilita a simulação do efeito de diferentes trajetórias de possíveis transições climáticas sobre o Valor Patrimonial Líquido dos instrumentos financeiros (vide Figura 21).



# Os riscos ambientais

*“Para gerenciar eficazmente o risco ambiental, as instituições financeiras devem quantificá-lo. A sustentabilidade financeira não pode ser separada da ambiental, e somente os números podem demonstrá-lo”.*

Janet Yellen<sup>57</sup>



À medida em que os riscos ambientais atraem cada vez mais a atenção dos supervisores e das instituições econômicas e financeiras, surge a necessidade premente de dispor de frameworks de mensuração eficazes. Por este motivo, a Management Solutions está avançando no desenvolvimento de uma metodologia para mensurar o impacto dos riscos ambientais nas carteiras das instituições financeiras. Esta seção fornece uma visão geral do ambiente regulatório atual relacionado aos riscos decorrentes da deterioração ambiental natural e apresenta as bases metodológicas para sua quantificação de forma robusta.

## Definição dos riscos

Os riscos relacionados à natureza (geralmente chamados de naturais ou ambientais) abrangem os possíveis impactos negativos decorrentes da degradação dos ecossistemas, a perda de biodiversidade e a incapacidade dos ecossistemas de continuar a fornecer recursos naturais no ritmo exigido pelos agentes econômicos. Esses riscos se manifestam de diversas formas, como os distúrbios físicos causados pela escassez de água, a degradação da terra, o desmatamento ou o colapso de ecossistemas essenciais para setores como agricultura ou manufatura. Conforme os especialistas reconhecem cada vez mais a interconexão entre os ecossistemas naturais e a atividade econômica, a importância de gerenciar esses riscos aumentou significativamente na agenda política mundial.

A urgência decorre do rápido declínio da biodiversidade, que está ocorrendo a uma taxa sem precedentes na história, conforme evidenciado pelo fato de que, de acordo com o Centro de Resiliência de Estocolmo<sup>58</sup>, seis dos nove limites planetários dos sistemas de suporte à vida da Terra já foram violados (vide Figura 22).

Além desses impactos físicos, as empresas também enfrentam riscos de transição. Esses riscos incluem pressões sociais, mudanças regulatórias e transformações do mercado à medida em que as partes interessadas, de governos a consumidores, exigem maior transparência e responsabilidade na gestão de recursos naturais. O crescente reconhecimento de riscos sistêmicos, que afetam economias inteiras por meio de cadeias de suprimentos interconectadas, coloca a perda de biodiversidade e a degradação da natureza na vanguarda das agendas de políticas mundiais.

Os governos também estão intervindo, desenvolvendo e implementando políticas para prevenir e mitigar esses riscos,

enquanto as empresas enfrentam o desafio de se adaptarem à crescente conscientização social e às obrigações regulatórias relacionadas à gestão dos recursos naturais.

Um dos principais marcos para lidar com os riscos relacionados à natureza é a TNFD (Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras relacionadas à Natureza)<sup>59</sup>. Essa iniciativa é composta por especialistas dos setores financeiro, empresarial e científico, além de organizações não governamentais, com o respaldo de parceiros internacionais, como as Nações Unidas e o Fórum Econômico Mundial. Sua missão é criar um framework para ajudar as organizações a gerenciar e divulgar os riscos financeiros associados à natureza, como a perda de biodiversidade e a degradação dos ecossistemas. Este framework se baseia em quatro pilares principais: governança, estratégia, gestão de riscos e impactos, e métricas e metas. Isso está estreitamente alinhado com a estrutura estabelecida pelo TCFD, indicando a crescente interseção de informações sobre riscos climáticos e naturais.

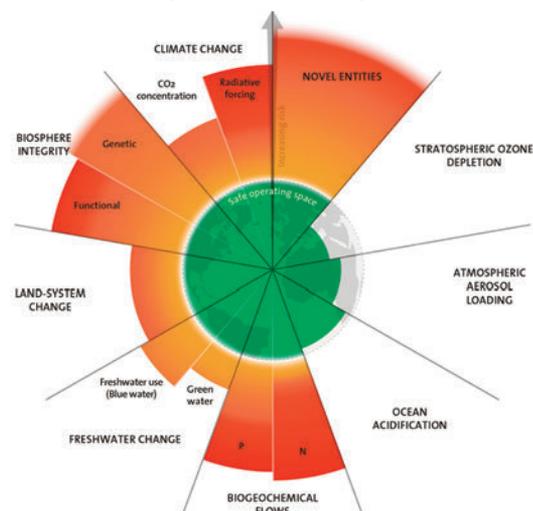
A TNFD também faz distinção entre riscos naturais agudos e crônicos. Os riscos agudos resultam de desastres naturais imediatos - como a escassez de água, a perda de biodiversidade ou a degradação do ecossistema, que podem interromper as cadeias de suprimentos, danificar a infraestrutura e causar perdas econômicas significativas. Os riscos crônicos, por outro lado, resultam da degradação ambiental de longo prazo, como a erosão do solo ou a diminuição da qualidade da água - que podem reduzir a produtividade agrícola e prejudicar a sustentabilidade de longo prazo dos setores dependentes de recursos naturais.

<sup>57</sup> Janet Louise Yellen (2021), Secretário do Tesouro dos EUA.

<sup>58</sup> Stockholm Resilience Centre (2023).

<sup>59</sup> <https://tnfd.global/>.

Figura 22: 6 dos 9 limites planetários foram ultrapassados.



Fonte: Richardson et al., 2023.

O cenário regulatório relativo aos riscos relacionados à natureza está evoluindo rapidamente, em grande parte impulsionado por regulações da UE, como a Diretiva sobre Relatórios de Sustentabilidade Corporativa (CSRD)<sup>60</sup> e os Padrões Europeus de Relatórios de Sustentabilidade (ESRS)<sup>61</sup>. Esses frameworks estabelecem requisitos abrangentes de informação para as empresas, exigindo transparência nos fatores ambientais, sociais e de governança (ESG).

Em particular, a Diretiva exige que as empresas publiquem informações detalhadas sobre seus riscos e impactos relacionados à natureza. Isso inclui o conceito de dupla materialidade, que avalia não apenas o impacto financeiro dos riscos naturais sobre a empresa, senão também o impacto da própria empresa sobre a natureza. A apresentação de relatórios sob a égide da CSRD abrange uma ampla gama de tópicos, incluindo metas de redução de gases de efeito estufa, conservação da biodiversidade, mitigação da poluição e gestão de recursos hídricos. A CSRD e o ESRS estabelecem um período de transição para que as empresas cumpram integralmente esses padrões de divulgação, com prazos de adoção que variam de acordo com o tamanho e o tipo da empresa.

Essas regulações visam padronizar e melhorar a transparência corporativa sobre os riscos relacionados à natureza, garantindo que as partes interessadas, incluindo investidores e consumidores, estejam bem-informadas sobre como as empresas gerenciam seu impacto ambiental. Essa mudança é fundamental, pois as instituições financeiras, como bancos e gestores de ativos, examinam cada vez mais os riscos relacionados à natureza incluídos em suas carteiras.

Os bancos europeus, em particular, têm sido proativos na adaptação de suas operações a essas mudanças regulatórias. Muitos adotaram ferramentas como o marco ENCORE (Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure)<sup>62</sup> e o Aqueeduct Water Risk Atlas<sup>63</sup> para avaliar os riscos relacionados à natureza em seus modelos de negócios. Essas ferramentas ajudam as instituições financeiras a mapear sua dependência de recursos naturais e a avaliar os riscos associados à perda de biodiversidade e ao estresse hídrico. No momento, este framework não integra totalmente uma visão prospectiva, o que é uma das desvantagens dessa abordagem; no entanto, a falta de cenários relacionados à natureza é uma limitação que, uma vez resolvida, permitirá a incorporação dessa abordagem prospectiva.

A TNFD também recomenda orientações específicas para o setor e a natureza para ajudar as empresas a navegar no complexo cenário de riscos relacionados à natureza. À medida que a biodiversidade se torna parte integrante da avaliação de riscos financeiros, a metodologia LEAP (Locate, Evaluate, Assess, Prepare) da TNFD oferece às empresas uma abordagem sistemática para estimar como os riscos relacionados à natureza afetam suas operações. As instituições financeiras, sobretudo na UE, agora são obrigadas a integrar essas avaliações em suas estruturas de governança e gestão de riscos.

Olhando para o futuro, a integração dos riscos relacionados à natureza na governança corporativa deverá se tornar ainda mais rigorosa à medida que os órgãos reguladores enfatizam cada vez mais a necessidade de práticas comerciais favoráveis à natureza. As instituições financeiras que não levem em conta esses riscos poderão enfrentar consequências legais significativas, de solvência e de reputação, à medida que as regulações mundiais se tornam mais rígidas e as partes interessadas exigem maior responsabilidade.

Concluindo, os riscos naturais representam um desafio cada vez maior tanto para as empresas quanto para o setor financeiro, à medida que a perda de biodiversidade e a degradação ambiental se intensificam. Com o surgimento de estruturas como a TNFD e o desenvolvimento regulatório em determinadas regiões, principalmente na União Europeia, o

<sup>60</sup>Diretriz sobre relatórios de sustentabilidade corporativa.

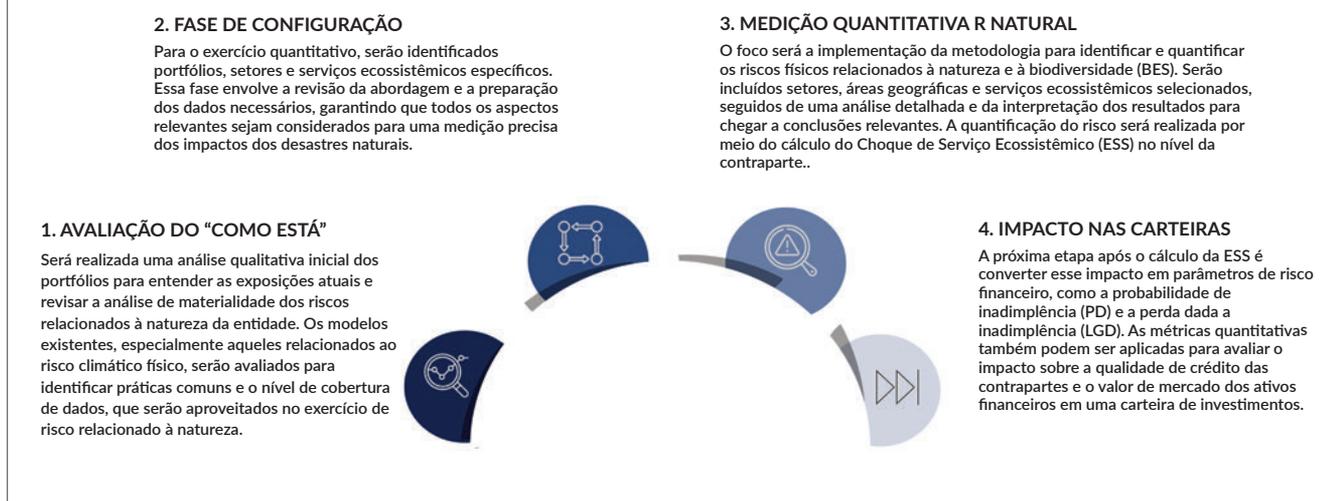
<sup>61</sup>ESRS: Padrões Europeus de Relatórios de Sustentabilidade.

<sup>62</sup>ENCORE (2023).

<sup>63</sup>Aqueeduct Water Risk Atlas <https://www.wri.org/applications/aqueeduct/water-risk-atlas/>.



Figura 23: Abordagem proposta em várias etapas para mensurar os riscos relacionados à natureza.



panorama regulatório está se tornando mais claro, estabelecendo as bases para uma divulgação mais abrangente e padronizada de informações relacionadas à natureza. Nesse sentido, as empresas devem não apenas reconhecer sua dependência dos ecossistemas naturais, mas também gerenciar proativamente os riscos associados à sua degradação para garantir a sustentabilidade em longo prazo.

## Mensuração do impacto na carteira de ativos: carteiras de investimentos e empréstimos

A abordagem proposta nesta seção para mensurar o impacto dos riscos relacionados à natureza sobre as carteiras de ativos - especialmente as carteiras de investimento e crédito - se baseia na integração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (Biodiversity and Ecosystem Services, BES) à avaliação do risco financeiro e na superação de desafios como a disponibilidade de dados e o desenvolvimento atual da análise de cenários para estes riscos.

Essa abordagem, estruturada em várias fases (vide Figura 23) se concentra na avaliação do impacto material da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos sobre as atividades econômicas e financeiras. Os riscos naturais, especialmente os riscos físicos, como escassez de água, desmatamento e degradação da terra, são considerados ameaças imediatas e de alta relevância para a estabilidade das carteiras.

O objetivo é estabelecer um framework quantitativo para mensurar o impacto destes riscos físicos no risco de crédito em uma carteira de empréstimos a empresas ou no risco de mercado em uma carteira de investimentos, com foco na exposição ao risco de curto prazo. Isso ocorre porque a análise prospectiva de cenários de riscos relacionados à natureza ainda está em um estágio incipiente. Um relatório<sup>64</sup> de 2023 do

Network for Greening the Financial System (NGFS) destaca a importância de avaliar os riscos econômicos e financeiros relacionados à natureza. Embora ainda não existam cenários completos e prospectivos para estes riscos, o NGFS enfatiza que as avaliações qualitativas e estáticas podem fornecer uma visão valiosa sobre a exposição atual das carteiras aos riscos naturais.

As etapas da abordagem proposta para a mensuração quantitativa do risco físico natural em uma instituição financeira são descritas a seguir.

1. A primeira fase consiste em avaliar a situação atual do portfólio e sua exposição a riscos naturais. Para isso, é realizada uma análise qualitativa preliminar para identificar os setores e os ativos com maior exposição, considerando os serviços essenciais do ecossistema para cada setor. Além disso, a materialidade desses riscos é revisada, analisando a extensão em que a perda de biodiversidade e a degradação do ecossistema afetam os principais setores do portfólio, como agricultura, silvicultura e indústrias com uso intensivo de água. Essa fase também avalia quaisquer modelos físicos de risco climático já em uso no banco, para identificar possíveis sinergias metodológicas e explorar a disponibilidade de dados relevantes.
2. A segunda fase, chamada de "configuração", consiste em refinar a abordagem e coletar os dados necessários para medir com a maior precisão possível a exposição a riscos naturais, com base nas conclusões da fase inicial. Essa fase envolve a identificação detalhada de informações sobre contrapartes e setores, incluindo dados específicos sobre as atividades e localizações geográficas dos clientes e seus locais de produção, de modo que os riscos naturais específicos do local sejam capturados. Durante esse estágio,

<sup>64</sup>NGFS (2023).



um modelo de dados preliminar também é estabelecido para identificar lacunas e possíveis estratégias para garantir a cobertura adequada das informações relevantes.

3. No centro da abordagem está a terceira etapa: a quantificação dos riscos físicos relacionados à natureza e seu impacto sobre a carteira. É importante ressaltar que esses riscos são definidos como a ameaça de perda do capital natural, incluindo o declínio dos recursos naturais renováveis e não renováveis, a extinção de espécies da flora e da fauna e a deterioração das interações entre estes elementos. Em termos gerais, estes riscos estão associados à perda da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (BES).

Nesse processo, é realizada uma análise exaustiva da exposição setorial ao BES, com base na análise realizada na primeira etapa e com foco nos BES que representam maior materialidade de risco para a instituição. Isto permite a quantificação dos serviços ecossistêmicos mais vulneráveis aos desastres naturais. A avaliação pode se basear em ferramentas como a metodologia ENCORE ou o mapa "Scape Risks" do WWF<sup>65</sup>, que ajudam a priorizar os serviços ecossistêmicos e os setores mais relevantes para a carteira. A quantificação do risco é realizada por meio do cálculo do "Choque dos Serviços Ecossistêmicos" (Ecosystem Service Shock, ESS), que combina a probabilidade de risco, a exposição do setor e a vulnerabilidade da região geográfica, estimando assim o impacto financeiro destes riscos em setores e áreas geográficas específicos. Por exemplo, riscos como a escassez de água ou o desmatamento recebem uma pontuação com base em seu impacto potencial em setores específicos. O ESS é calculado para cada setor e região geográfica de cada contraparte, avaliando como os serviços ecossistêmicos, como disponibilidade de água ou serviços de polinização, afetam as contrapartes da carteira. A

metodologia de quantificação do ESS baseia-se em vários componentes-chave. Primeiro, calcula-se a probabilidade de risco, usando dados históricos como os do World Bank's Development Indicators database<sup>66</sup> e outras fontes<sup>67</sup>, que fornecem estimativas da probabilidade de determinados riscos naturais afetarem setores específicos. Em seguida, é analisada a exposição setorial, ou seja, o grau de dependência de um setor em relação a determinados serviços ecossistêmicos; por exemplo, setores que dependem muito da água ou do solo fértil são mais vulneráveis a eventos como a seca ou a erosão do solo. Por fim, a vulnerabilidade de cada país é incorporada, levando em conta fatores específicos de cada um, como a resiliência econômica e as políticas ambientais. Os países com proteções ambientais mais fracas ou uma alta dependência do capital natural são considerados mais vulneráveis. Ao final desse processo, o ESS fornece uma estimativa quantitativa das potenciais perdas decorrentes da degradação do ecossistema ou da perda de biodiversidade, apresentando um quadro detalhado do impacto dos riscos naturais sobre a estabilidade da carteira.

4. Uma vez calculado o ESS, a seguinte passo é traduzir esse impacto em parâmetros tradicionais de risco financeiro, como a probabilidade de default (PD) e a perda em caso de default (LGD). Para isso, são empregados modelos de avaliação estrutural para estimar a PD e a LGD. De forma análoga, é possível estender a análise utilizando métodos

<sup>65</sup>Biodiversity RiskFilter\_Methodology, WWF Risk Filter, WWF.

<sup>66</sup>World Bank - World Development Indicators.

<sup>67</sup>NGFS (2023).

quantitativos para avaliar o impacto sobre a solvência das contrapartes e, além disso, estimar o impacto sobre o valor de mercado dos ativos financeiros em uma carteira de investimentos.

A abordagem descrita acima permite que uma primeira estimativa da exposição ao risco natural seja obtida por meio de uma análise quantitativa e granular. A partir destes resultados, podem ser geradas visualizações agregadas e mapas de calor que, por um lado, facilitam exercícios de materialidade mais precisos e, por outro lado, fornecem avaliações econômicas do impacto sobre a instituição. A título ilustrativo, apresentam-se os resultados obtidos em uma carteira fictícia de empréstimos a empresas (veja a Figura 24).

Os valores mostrados são obtidos pela consolidação do ESS das contrapartes, obtido pela avaliação individual da exposição ao risco natural de cada uma, nos principais grupos de países/setores.

Esses modelos fornecem estimativas gerais de como os riscos relacionados à natureza afetam a solvência e as perdas potenciais. Entretanto, eles não consideram estratégias de mitigação específicos de cada contraparte, nem fatores de resiliência, o que exigiria dados mais detalhados e análises complexas.

A metodologia descrita tem limitações, como a ausência de cenários prospectivos comparáveis aos dos riscos climáticos, e em 2024 ainda não há modelos amplamente aceitos para esses riscos. Portanto, ela se concentra em avaliações de curto prazo com dados históricos e análises estáticas. Entretanto, é possível integrar essa metodologia para certos riscos naturais específicos (alguns BES) usando projeções de cenários do IPCC; essa abordagem representa uma área chave para o desenvolvimento futuro das metodologias quantitativas de mensuração.

Além disso, a disponibilidade limitada de dados sobre serviços ecossistêmicos, dependências setoriais e exposição geográfica implica em utilizar aproximações, o que pode afetar a precisão. Além disso, a falta de geolocalização detalhada dos ativos dificulta a captura adequada dos riscos locais.

Apesar dessas limitações, a metodologia oferece uma abordagem estruturada para mensurar o impacto da perda de biodiversidade e da degradação dos ecossistemas nas carteiras de investimento e crédito. A integração dos dados de serviços ecossistêmicos aos modelos de risco tradicionais permite que as instituições financeiras deem um primeiro passo para quantificar sua exposição a esses riscos emergentes. Isso impulsiona uma avaliação futura mais robusta, não apenas ajudando a atender às exigências regulatórias, senão também fortalecendo a gestão interna de riscos e facilitando decisões mais bem informadas para mitigar esses impactos.

Figura 24: Exemplo de agregação de resultados para uma carteira ilustrativa, mostrando o ESS da carteira com a quebra por país e setor.

Sector/Country	United States	France	Germany	China	United Kingdom	Italy	Spain	Switzerland	Netherlands	India	Rest of the World
CONSUMER DISCRETIONARY	-0.022%	-0.014%	-0.014%	-0.008%	-0.003%	-0.001%	-0.003%	-0.001%	-0.001%	0.000%	-0.022%
CONSUMER STAPLES	-0.049%	-0.017%	-0.023%	-0.012%	-0.003%	-0.004%	-0.002%	-0.002%	-0.001%	-0.002%	-0.030%
ENERGY	-0.013%	-0.006%	-0.001%	-0.006%	-0.004%	-0.006%	-0.002%	-0.001%	-0.004%	-0.005%	-0.025%
FINANCIALS	-0.019%	-0.012%	-0.005%	-0.005%	-0.008%	-0.008%	-0.008%	-0.004%	-0.005%	-0.009%	-0.033%
HEALTH CARE	-0.119%	-0.064%	-0.038%	-0.053%	-0.022%	-0.027%	-0.004%	-0.016%	-0.005%	-0.009%	-0.097%
INDUSTRIALS	-0.028%	-0.008%	-0.011%	-0.007%	-0.004%	-0.001%		-0.006%	-0.003%	-0.003%	-0.043%
INFORMATION TECHNOLOGY	-0.049%	-0.012%	-0.002%	-0.004%	-0.020%	-0.003%		-0.004%	-0.008%		-0.028%
MATERIALS	-0.063%	-0.003%	-0.011%	-0.004%	-0.003%	-0.001%	-0.002%	-0.006%	-0.001%	0.000%	-0.014%
REAL ESTATE	-0.065%	-0.027%	-0.013%	-0.009%	-0.024%	-0.007%	-0.014%	-0.004%	-0.008%	-0.002%	-0.049%
TELECOMMUNICATION SERVICES	-0.023%	-0.025%	-0.007%	-0.009%	-0.009%	-0.024%	-0.009%	-0.004%	-0.006%	-0.005%	-0.052%
UTILITIES	-0.085%	-0.016%	-0.008%	-0.014%	-0.005%	-0.005%		-0.002%	-0.003%	-0.001%	-0.027%

# Exemplo ilustrativo



Este exercício prático tem como finalidade demonstrar a aplicação da metodologia apresentada no capítulo "4.3.3 Mensuração do impacto na carteira de investimentos de ativos financeiros" deste whitepaper. Por meio de um caso concreto, é analisado o impacto do risco de transição em uma carteira de títulos corporativos, ilustrando como essa metodologia pode ser aplicada em um contexto realista para avaliar os efeitos da transição climática sobre o risco de uma carteira de investimentos.

A análise se desenvolve a partir de uma carteira fictícia composta por 8.414 títulos corporativos emitidos por empresas de diversos setores econômicos, incluindo energia, serviços financeiros, manufatura e serviços públicos (ex. eletricidade, água, gás). Esses emissores operam em múltiplos países, com uma distribuição geográfica diversificada que abrange regiões com níveis variados de pressão regulatória e compromisso com a transição climática.

A diversidade setorial e geográfica é relatada em detalhes nas Figuras 25 e 26, que mostram:

- ▶ Setores econômicos: os emissores são classificados de acordo com a codificação NACE, com uma concentração maior em serviços financeiros, energia, serviços industriais e de fornecimento.
- ▶ Distribuição geográfica: as principais regiões incluem a Europa, com uma forte concentração na França, bem como os Estados Unidos e a China.

Além disso, a metodologia de mensuração do impacto considera também a composição setorial e geográfica das

receitas das contrapartes emissoras. Quando não se dispõe de informações detalhadas, presume-se que as receitas estejam totalmente concentradas no país e no setor principal declarado pela empresa emissora.

Essa diversidade permite capturar a complexidade inerente à análise de riscos de transição, destacando como as mudanças em políticas, regulações, tecnologia e mercados podem impactar de forma significativamente as empresas que dependem em grande medida de combustíveis fósseis.

O exercício simula uma análise de curto, médio e longo prazo, definido para os anos de 2025, 2030 e 2050, respectivamente, em um cenário de transição atrasada (em inglês Delayed Transition); vide capítulo 4.3.1. para obter mais detalhes sobre cenários. Esse cenário pressupõe a persistência do uso de combustíveis fósseis sem mudanças significativas até 2030, seguido de uma implementação rigorosa de políticas climáticas após esse ano. Essas políticas incluem uma fragmentação regional inicial dos preços do carbono, convergindo para um preço global até 2070, com o objetivo de limitar o aumento da temperatura global a menos de 2°C para 2100. Esse contexto gera uma transição desordenada e representa um impacto econômico maior e risco de longo prazo, especialmente para os setores intensivos em energia e dependentes do carbono.

<sup>68</sup>Classificação estatística das atividades econômicas: <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/statistical-classification-of-economic-activities-nace-revision-2-1.html>

Figura 25: Classificação da carteira de exemplo por macro setores econômicos.



Setor	Peso na carteira
FINANCIALS	33.6%
ENERGY	23.3%
INDUSTRIALS	11.5%
UTILITIES	11.3%
CONSUMER STAPLES	7.2%
COMMUNICATION SERVICES	6.9%
OTHER	3.6%
HEALTH CARE	2.5%

Figura 26: Classificação da carteira de exemplo por país principal dos emissores.



País	Peso na carteira
France	18,0%
USA	15,6%
China	12,7%
Italy	8,2%
Germany	7,7%
United Kingdom	6,8%
Switzerland	4,8%
Spain	4,3%
Netherlands	4,0%
Rest of World	17,9%

A carteira fictícia tem um valor total de aproximadamente 22 bilhões de euros e foi projetada para replicar uma carteira de investimento real de uma instituição financeira do final do ano de 2023. Os dados incluem preços de mercado e taxas de juros de 31 de dezembro de 2023, fornecendo uma estrutura realista para contextualizar a análise nas condições econômicas desse período.

Em termos de instrumentos financeiros, a carteira inclui:

- ▶ Títulos com cupom e títulos de cupom zero (zero coupon).
- ▶ Diversidade na frequência de pagamento dos cupons, incluindo anual, semestral e trimestral.
- ▶ Uma proporção menor e não material da carteira é composta por títulos resgatáveis (callable) e perpétuos (perpetuity), que são modelados como títulos simples (plain vanilla).

O cálculo segue a metodologia descrita no capítulo 4.3.3, começando com a associação de cada setor econômico da carteira a um CPRS (Climate Policy Relevant Sector). A estes setores é atribuída uma variável-chave com base nos cenários NGFS. Essas variáveis permitem estimar um shock para cada setor e região geográfica ao longo dos horizontes temporais da análise, comparando o cenário de transição climática (transição atrasada) com o cenário base (políticas atuais).

Por exemplo, a Figura 27 mostra a evolução projetada e o impacto do shock para a variável que representa a produção projetada de energia primária de combustível fóssil (EJ/ano). Essa variável está vinculada ao setor CPRS "Energia - Fóssil" e é usada para estimar o impacto sobre as atividades dos setores de produção de energia com combustíveis fósseis. Essa abordagem se estende a todos os setores e regiões geográficas da carteira, aplicando-se a cada contraparte emissora.



Com a análise setorial e geográfica concluída, calcula-se o impacto específico do shock climático em cada contraparte emissora. Usando um modelo de valoração estrutural, avalia-se como este shock afeta a solvência do emissor. Com base nessa análise, é feita uma reprecificação do título, calculando um diferencial (spread) climático que reflete a mudança no preço do título devido exclusivamente ao shock de transição.

Esse processo é repetido para todos os títulos da carteira e para os três horizontes temporais escolhidos (2025, 2030 e 2050), permitindo quantificar o impacto financeiro (perda ou aumento

<sup>69</sup>De acordo com a narrativa do cenário, não se observam diferenças entre os dois cenários até 2030, resultando em impacto nulo para o setor durante esse período. A partir de 2030, o impacto começa a se manifestar progressivamente, chegando a um shock estimado de 62% em 2050. Os dados foram obtidos por meio da ferramenta Management Sustainability Solutions (MS2), utilizando cenários fornecidos pelo NGFS.

Figura 27: Impacto da política climática (%) no setor CPRS Energia Fóssil em 2050, comparando o cenário de transição atrasada (verde) com o cenário de políticas atuais (azul)<sup>69</sup>.

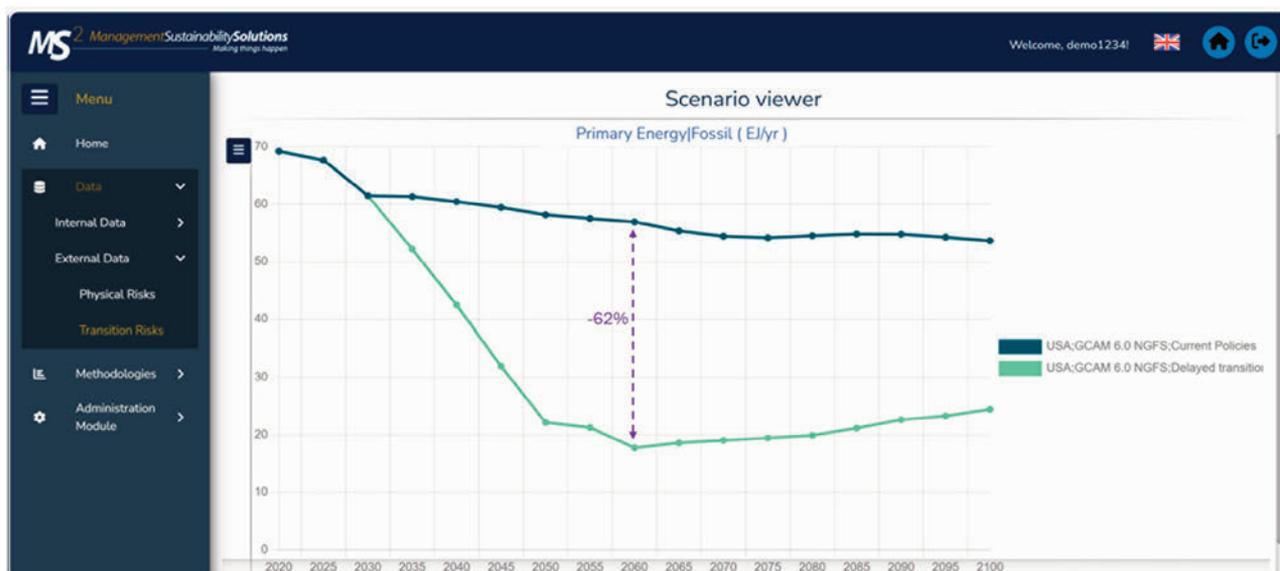


Figura 28: Impacto projetado no Valor Líquido dos Ativos (%) da carteira de títulos corporativos no cenário de transição atrasada, aberto pelos horizontes temporais (2025, 2030 e 2050). Os valores refletem as perdas estimadas devido ao estresse climático de transição em comparação com o cenário de base de políticas atuais.



no Valor Líquido dos Ativos) do risco de transição climática sob o cenário selecionado.

Conforme disposto na Figura 28, o Valor Líquido dos Ativos da carteira de títulos corporativos analisada sofre uma perda alinhada com a tendência projetada no cenário de transição atrasada. Esse cenário projeta um estresse climático de transição mais significativo no longo prazo, com uma perda estimada de 4,9% em 2050, enquanto os impactos projetados em 2025 e 2030 são significativamente menores, alcançando apenas 0,6% e 0,7%, respectivamente. Isto se deve ao fato de que, sob este cenário, não há previsão de mudanças substanciais nas políticas de descarbonização antes de 2030. Consequentemente, os setores econômicos não apresentam impactos materiais até dito ano.

A partir de 2030 e durante o período de 2030-2050, projeta-se uma transição desordenada devido à necessidade de implantar políticas mais rígidas para cumprir as metas climáticas. Esse processo gera impactos adversos em determinados setores econômicos, enquanto em outros são identificadas oportunidades como resultado da transição ecológica. Esses efeitos, positivos ou negativos, variam de acordo com as características específicas das contrapartes emissoras, repercutindo de forma diferenciada no valor dos ativos da carteira.

<sup>70</sup>A intensidade do risco varia segundo as exposições geográficas da carteira, influenciadas pela composição específica da carteira e pelas diferentes ambições e ritmo de implantação das políticas climáticas em cada região dentro do cenário utilizado. A imagem foi obtida por meio da ferramenta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).

Figura 29: Evolução do risco de transição climática representada por um mapa geográfico, mostrando a distribuição do risco ao longo dos três anos analisados<sup>70</sup>.





A tendência temporal descrita acima também é observada na Figura 29, que mostra a evolução do risco através de um mapa geográfico ao longo dos três anos analisados. A figura destaca um risco maior no longo prazo, embora com níveis diferenciados segundo as exposições geográficas da carteira. Essas diferenças se devem tanto à composição específica da carteira quanto ao peso relativo das exposições em cada região, bem como às diferentes ambições e à velocidade esperada de adoção de políticas climáticas no cenário considerado.

Por fim, uma análise mais detalhada, discriminada por país e pelo principal macro setor das contrapartes emissoras, é descrita na Figura 30, fornecendo uma visão granular dos impactos estimados no ano de projeção de 2050.

A Figura 30 descreve diferenças substanciais nos impactos projetados entre os países, que podem ser atribuídas às

diferentes expectativas sobre as futuras políticas climáticas em cada região. Essas disparidades são ainda mais acentuadas em nível setorial. Por exemplo, o setor de "Energy" dessa carteira é composto principalmente por títulos de empresas vinculadas ao setor fóssil, que, no cenário analisado para 2050, enfrenta um significativo phase-out dos combustíveis fósseis.

Em contrapartida, outros setores, como o de "Utilities", apresentam potenciais impactos positivos. Este setor inclui contrapartes ativas na produção de eletricidade, algumas delas usando fontes renováveis. Essas empresas poderiam se beneficiar da transição climática graças à projeção de aumento da demanda por energia no futuro, impulsionada pela eletrificação da economia, um fenômeno que acompanha a eliminação gradual dos combustíveis fósseis. Setores como o financeiro apresentam um comportamento misto, pois podem capitalizar as oportunidades do financiamento da transição,

Figura 30: Abertura do impacto projetado sobre o Valor Líquido dos Ativos da carteira de títulos corporativos no cenário de transição atrasada, apresentado de acordo com a distribuição geográfica e setorial das contrapartes emissoras. Os valores informados são percentuais ponderados em função do valor da carteira de cada combinação de país - macro setor, destacando as diferenças nos impactos esperados segundo as características de cada região e setor econômico.

Country	Other	Industrials	Energy	Utilities	Consumer Staples	Communication Services	Financials	Health Care
China	0,5%	0,7%	-20,5%	8,3%	5,0%	1,0%	1,3%	-0,8%
France	0,0%	-1,3%	-38,2%	5,5%	0,5%	0,5%	1,5%	1,1%
Germany	0,0%	-0,7%	-22,4%	6,5%	-1,6%	0,2%	0,4%	1,5%
Italy		0,9%	-38,1%	-3,1%	0,0%	-2,7%	0,4%	1,8%
Netherlands		0,2%	-12,6%	3,4%	0,0%	-0,6%	-0,2%	
Rest of World	0,3%	0,0%	-0,3%	0,0%	0,0%		0,0%	
Spain	1,8%	0,6%	-36,6%	2,1%	0,0%	-0,7%	6,9%	0,4%
Switzerland	0,7%	0,0%	-26,7%	4,2%	1,4%	0,0%	-1,4%	0,3%
United Kingdom		0,3%	-19,9%	2,0%	0,0%	-0,2%	3,3%	0,2%
USA		-0,4%	-9,8%	3,3%	1,5%	0,0%	-2,5%	1,5%

mas também podem ser afetados em certos casos (por exemplo, quando participam de holdings de grupos industriais com altas emissões). Os setores industriais e produtivos também apresentam impactos variados, dependendo do tipo de contraparte emissora.

É importante observar que os resultados mostram um valor agregado que considera uma grande quantidade de títulos e contrapartes, cada um com características específicas em termos de localização geográfica, setores de atividade, estrutura financeira e resiliência ao risco de transição climática. A metodologia aplicada permite que cada título e contraparte seja avaliado individualmente, partindo de uma análise granular que garante um alto nível de detalhamento.

No entanto, ao consolidar os resultados em uma visão agregada, embora se perca parte da especificidade de cada ativo, se obtém uma perspectiva geral que facilita a identificação da materialidade dos riscos e dos principais fatores que impulsionam os impactos projetados. Esta abordagem, que combina granularidade e agregação, oferece uma visão integral dos riscos climáticos associados à carteira.

Esse exercício prático demonstrou como a metodologia descrita no capítulo 4.3.3 pode avaliar com eficácia os impactos do risco de transição em uma carteira de títulos corporativos. Os resultados destacam que setores como o de energia, especialmente aqueles ligados a combustíveis fósseis, enfrentam impactos negativos significativos em cenários de descarbonização, enquanto outros setores podem se beneficiar das oportunidades associadas à eletrificação da economia e ao aumento da demanda por energia renovável. A granularidade

da análise foi fundamental para identificar contrapartes específicas com maior vulnerabilidade, destacando a importância de uma abordagem detalhada no gerenciamento do risco.

A integração de análises quantitativas como essa é essencial para incorporar os riscos de transição climática à gestão estratégica de carteiras. Essa abordagem não apenas facilita a conformidade com os requisitos regulatórios, mas também fortalece a resiliência financeira das instituições em face aos desafios climáticos. Além disso, permite antecipar perdas potenciais e ajustar as exposições conforme os cenários projetados.



# Conclusões

*“As empresas que anteciparem e gerenciarem os riscos climáticos serão recompensadas; as que não o fizerem deixarão de existir”.*  
Mark Carney<sup>71</sup>



A análise desenvolvida ao longo desta publicação destaca a importância estratégica de abordar os riscos climáticos e ambientais como um elemento central na gestão financeira das instituições. As lições aprendidas refletem que esses riscos representam desafios significativos para a estabilidade do sistema financeiro, especialmente em um contexto de crescente incerteza climática e pressão regulatória. A capacidade de quantificar os impactos de eventos extremos, bem como as mudanças regulatórias e de mercado decorrentes da transição para uma economia de baixo carbono, tornou-se uma necessidade inevitável para as instituições financeiras.

As metodologias e os modelos disponíveis atualmente são ferramentas essenciais e acessíveis para lidar com os complexos desafios climáticos e ambientais, permitindo a integração eficaz desses riscos na análise financeira e respaldando a tomada de decisões estratégicas em um ambiente em constante mudança. A implantação dessas metodologias, juntamente com os avanços tecnológicos como as ferramentas descritas neste documento, fornece uma base sólida para superar as barreiras atuais relacionadas à falta de dados granulares e métricas uniformes, permitindo assim uma análise mais precisa e útil.

Nesse contexto, as instituições precisam fortalecer sua governança interna, garantindo que a gestão de riscos climáticos e ambientais sejam gerenciadas como uma prioridade estratégica. O investimento em tecnologia, como

ferramentas especializadas capazes de processar e analisar grandes volumes de dados climáticos, permitirá uma integração mais eficaz desses fatores na tomada de decisões. Além disso, é essencial promover a colaboração entre instituições financeiras, órgãos reguladores e empresas de tecnologia para superar coletivamente as atuais limitações na qualidade e disponibilidade dos dados.

As próximas etapas exigem um compromisso firme do setor para alinhar suas práticas aos padrões regulatórios internacionais e desenvolver testes de estresse que incorporem cenários climáticos de longo prazo. A integração progressiva de métricas avançadas e metodologias de mensuração alinhadas com os requisitos regulatórios contribuirá para fortalecer a capacidade das instituições de prever os impactos climáticos e ambientais.

Em resumo, o setor financeiro está em um momento crítico. O progresso na gestão dos riscos climáticos e ambientais não apenas protegerá seus balanços patrimoniais e fortalecerá sua resiliência, mas também posicionará as instituições como agentes chaves na transição para um futuro mais sustentável, gerando um impacto positivo para a economia, a sociedade e o meio ambiente.

---

<sup>71</sup>Mark Joseph Carney (2015), ex-governador do Banco da Inglaterra e presidente do Conselho de Estabilidade Financeira.

# Glossário

**CSRD.** A Corporate Sustainability Reporting Directive é uma diretriz da União Europeia adotada em 2022, que visa melhorar e expandir as informações de sustentabilidade que as empresas devem divulgar. Ela exige que as empresas europeias forneçam informações detalhadas e padronizadas sobre seus impactos ambientais, sociais e de governança (ESG).

**ESRS.** Os European Sustainability Reporting Standards são um conjunto de padrões criados sob a orientação da União Europeia sob o marco da CSRD. Seu objetivo é definir os requisitos de informações específicas que as empresas devem divulgar em seus relatórios de sustentabilidade, abrangendo aspectos ambientais, sociais e de governança (ESG).

**ESS.** Os Environmental Ecosystem Services referem-se à interrupção repentina ou degradação significativa dos serviços prestados pelos ecossistemas, que são essenciais para o bem-estar humano e o funcionamento econômico. Esses choques podem ser desencadeados por eventos naturais extremos ou por atividades humanas que degradam ou destroem ecossistemas chave, afetando sua capacidade de prestar serviços de forma contínua.

**IPCC.** O Intergovernmental Panel on Climate Change é uma agência das Nações Unidas que avalia a ciência relacionada às mudanças climáticas. Sua missão é fornecer aos governos do mundo avaliações científicas claras e atualizadas sobre as mudanças climáticas, seus impactos, riscos futuros e opções de mitigação e adaptação.

**ISSB.** O International Sustainability Standards Board é um órgão criado com o objetivo de desenvolver padrões globais para a divulgação da sustentabilidade. Sua missão é criar um conjunto de padrões de sustentabilidade que complementem os padrões financeiros existentes, ajudando as empresas a divulgar os impactos ambientais, sociais e de governança (ESG) de forma clara, consistente e comparável.

**NGFS.** A Network for Greening the Financial System é uma rede global de bancos centrais e supervisores financeiros fundada em 2017 para promover práticas financeiras sustentáveis e ajudar a mitigar os riscos climáticos e ambientais que afetam o sistema financeiro.

**RECs.** Os Renewable Energy Certificates são instrumentos baseados no mercado que representam a propriedade de um megawatt-hora (MWh) de eletricidade gerada por fontes de energia renováveis, como eólica, solar, geotérmica, hidrelétrica

ou biomassa. Os RECs são usados para rastrear e verificar a eletricidade renovável no sistema de eletricidade e permitem que as empresas e instituições reivindiquem o uso de energia verde, mesmo quando seu fornecimento direto de energia for proveniente de fontes mistas.

**Risco climático.** Probabilidade de que os fenômenos associados à mudança climática (como eventos climáticos extremos, aumentos de temperatura, mudanças nos padrões de precipitação e aumento do nível do mar) gerem impactos adversos nos sistemas econômicos, sociais e ambientais.

**Risco de transição.** Risco associado a mudanças econômicas, regulatórias, tecnológicas e de mercado que surgem no processo de transição para uma economia de baixo carbono. Inclui o impacto financeiro e operacional que as empresas e instituições podem sofrer devido a políticas de descarbonização, inovações tecnológicas ou mudanças nas preferências de consumo.

**Risco físico.** Refere-se aos impactos diretos e materiais que as mudanças climáticas podem ter sobre ativos, operações e comunidades.

**Risco natural.** Risco associado aos impactos financeiros da degradação da natureza e da perda de biodiversidade.

**Serviços ecossistêmicos.** Benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas naturais. Esses serviços incluem uma variedade de funções essenciais para o bem-estar humano e a economia.

**TCFD.** Task Force on Climate-related Financial Disclosures foi criada para desenvolver um framework de divulgação para ajudar as empresas a informar sobre riscos e oportunidades financeiros relacionados ao clima.

**TNFD.** A Taskforce on Nature-related Financial Disclosures é uma iniciativa global lançada em 2021 que visa desenvolver uma estrutura de divulgação para que empresas e instituições financeiras informem sobre seus riscos e dependências relacionados à natureza. Inspirada na TCFD, a TNFD busca facilitar a integração de fatores ambientais mais amplos, além das mudanças climáticas, nas decisões financeiras.

# Bibliografia

- Aqueduct Water Risk (n.d.). Obtido de Atlas <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/>
- BCBS. (2023). Boletim sobre a implementação dos Princípios para a gestão de riscos financeiros relacionados ao clima.
- BCE (2020). Diretrizes finais do BCE sobre riscos climáticos e ambientais.
- BCE (2023). Prioridades de supervisão do BCE para 2024-2026.
- BCE. (2024). Diretriz para modelos internos.
- BoE (2019). BoE Supervisory Statement SS3/19: Enhancing banks' and insurers' approaches to managing the financial risks from climate change.
- Bresch, D. N. (2020). Global Exposure Data for Disaster Risk Assessment (Dados de exposição global para avaliação de risco de desastres). Obtido de <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000331316>
- Carleton, T. (2022). Valuing the Global Mortality Consequences of Climate Change Accounting for Adaptation Costs and Benefits [Avaliação das Consequências da Mortalidade Global da Mudança Climática Contabilizando Custos e Benefícios da Adaptação]. *The Quarterly Journal of Economics*.
- Comissão Europeia (2021). . (2021). Pacote bancário.
- Comissão, EUA (2024). The Enhancement and Standardization of Climate-Related Disclosures for Investors (Aprimoramento e padronização de divulgações relacionadas ao clima para investidores). Obtido de <https://www.sec.gov/rules-regulations/2024/03/s7-10-22>
- Copernicus (2021). Projeções de cenários climáticos produzidas pelo Serviço de Mudanças Climáticas. Obtido de <https://climate.copernicus.eu/climate-projections>
- Council, E. P. (2022). Diretriz sobre relatórios de sustentabilidade corporativa. Obtido de <http://data.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj>
- Directorate-General for Financial Stability, F. S. (2023). ESRs: Padrões europeus de relatórios de sustentabilidade. Recuperado de [https://finance.ec.europa.eu/news/commission-adopts-european-sustainability-reporting-standards-2023-07-31\\_en](https://finance.ec.europa.eu/news/commission-adopts-european-sustainability-reporting-standards-2023-07-31_en)
- EBA (2023). Relatório sobre o papel dos riscos ambientais e sociais na estrutura prudencial.
- EBA. (2025). Diretrizes sobre gerenciamento de riscos ESG.
- EIOPA. (2019). Parecer sobre o monitoramento da gestão de riscos ambientais, sociais e de governança enfrentados por instituições de previdência complementar. Obtido de [https://www.eiopa.europa.eu/publications/opinion-supervision-management-environmental-social-and-governance-risks-faced-iorps\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/publications/opinion-supervision-management-environmental-social-and-governance-risks-faced-iorps_en)
- EIOPA. (2021). Parecer sobre o monitoramento do uso de cenários de risco de mudança climática no ORSA. Obtido de [https://www.eiopa.europa.eu/publications/opinion-supervision-use-climate-change-risk-scenarios-orsa\\_en](https://www.eiopa.europa.eu/publications/opinion-supervision-use-climate-change-risk-scenarios-orsa_en)
- ENCORE (2023). Explorando oportunidades, riscos e exposição do capital natural. Obtido de <https://encorenature.org/en>
- England, B. o. (2023). Relatório sobre riscos relacionados ao clima e estruturas de capital regulatório.
- FSB (2020). As implicações das mudanças climáticas para a estabilidade financeira.
- Gasparrini, A. (2017). Projections of Temperature-Related Excess Mortality under Climate Change Scenarios (Projeções de excesso de mortalidade relacionada à temperatura em cenários de mudança climática). *The Lancet*.
- Global Carbon Budget (2024); Population based on various sources (2024) – with major processing by Our World in Data. Obtido de: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- IPCC (2020). The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report: a summary of cross-Working Group discussions (O conceito de risco no sexto relatório de avaliação do IPCC: um resumo das discussões entre grupos de trabalho).
- IPCC (2021). The Physical Science basis.
- IPCC (2022). Impacts, Adaptation and Vulnerability (Impactos, adaptação e vulnerabilidade).
- IPCC (2022). Mitigação da mudança climática.
- Met Office Hadley Centre (2024) – processed by Our World in Data. Obtido de: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- NGFS (2019). Mudança climática como fonte de risco financeiro.
- NGFS (2020). Guia para análise de cenários climáticos para bancos centrais e supervisores.
- NGFS (2020). Integração de riscos climáticos e ambientais na supervisão prudencial.
- NGFS (2023). Carta da Rede de Bancos Centrais e Supervisores para a Ecologização do Sistema Financeiro.
- NGFS (2023). Climate Scenarios for central banks and supervisors - Phase IV.
- NGFS (2023). The Green Scorpion: The Macro-Criticality of Nature for Finance The Green Scorpion: The Macro-Criticality of Nature for Finance.
- NGFS. (2024). Climate Scenarios for central banks and supervisors - Phase V.
- TCFD (2023). Relatório de progresso.
- The Controller of the Currency, t. F. (2023). Principles for Climate-Related Financial Risk Management for Large Financial Institutions (Princípios para a gestão de riscos financeiros relacionados ao clima para grandes instituições financeiras).
- TNFD (2023). Resumo executivo das recomendações da TNFD.
- University, S. (2023). Planetary boundaries.
- UNEP-FI, U. N. (2024). Managing physical climate-related risks in loan portfolios. Obtido de <https://www.unepfi.org/themes/climate-change/managing-physical-climate-related-risks-in-loan-portfolios/>
- Woods, S. (2020). Managing climate-related financial risk - thematic feedback from the PRA's review of firms' SS3/19 plans and clarifications of expectations.
- World Bank - World Development Indicators (Indicadores de desenvolvimento mundial). Obtido de <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

**Nosso objetivo é superar as expectativas dos nossos clientes sendo parceiros de confiança**

A Management Solutions é uma empresa internacional de serviços de consultoria com foco em assessoria de negócios, riscos, organização e processos, tanto sobre seus componentes funcionais como na implementação de tecnologias relacionadas.

Com uma equipe multidisciplinar (funcionais, matemáticos, técnicos, etc.) de mais de 4.000 profissionais, a Management Solutions desenvolve suas atividades em 48 escritórios (21 na Europa, 22 nas Américas, 3 na Ásia, 1 na África e 1 na Oceania).

Para atender às necessidades de seus clientes, a Management Solutions estruturou suas práticas por setores (Instituições Financeiras, Energia e Telecomunicações) e por linha de negócio, reunindo uma ampla gama de competências de Estratégia, Gestão Comercial e de Marketing, Gestão e Controle de Riscos, Informação Gerencial e Financeira, Transformação: Organização e Processos, e Novas Tecnologias.

**Soledad Díaz-Noriega**

Sócia na Management Solutions  
*Soledad.Diaz-Noriega@managementsolutions.com*

**Manuel Ángel Guzmán**

Sócio na Management Solutions  
*manuel.guzman@managementsolutions.com*

**Efrén Hernández**

Sócio na Management Solutions  
*efren.manuel.hernandez@msspain.com*

**Vito Pirrone**

Supervisor na Management Solutions  
*vito.pirrone@ms-italy.com*



**Management Solutions, serviços profissionais de consultoria**

**Management Solutions** é uma firma internacional de serviços de consultoria focada na assessoria de negócio, riscos, finanças, organização e processos.

Para mais informações acesse [www.managementsolutions.com](http://www.managementsolutions.com)

Siga-nos em:     

© **Management Solutions. 2025**  
Todos os direitos reservados.

[www.managementsolutions.com](http://www.managementsolutions.com)

Madrid Barcelona Bilbao Coruña Málaga London Frankfurt Düsseldorf Wien Paris Amsterdam Copenhagen Oslo Stockholm Warszawa Wrocław Zürich  
Milano Roma Bologna Lisboa Beijing Abu Dhabi İstanbul Johannesburg Sydney Toronto New York New Jersey Boston Pittsburgh Atlanta Birmingham Houston  
Miami SJ de Puerto Rico San José Ciudad de México Monterrey Querétaro Medellín Bogotá Quito São Paulo Rio de Janeiro Lima Santiago de Chile Buenos Aires