

Suplemento Técnico

A Utilização da Análise de Cenários na Divulgação de Riscos e Oportunidades Relacionados às Mudanças Climáticas

Tradução

Dekka Silveira

Revisão técnica

Resultante Consultoria

Agradecimentos

À Denise Pavarina por sua atuação fundamental no desenvolvimento das recomendações da TCFD e pela dedicação na revisão de sua tradução para o português.

Ao Grupo de Trabalho de Riscos ASG e Transparência do LAB - Laboratório de Inovação Financeira, pela colaboração neste processo de tradução.

Realização



Por meio da:



FiBraS

Finanças
Brasileiras
Sustentáveis



Contents

A Introdução.....	1
B Análise de Cenários	2
1. Qual a utilidade da análise de cenários?	2
2. O que é um cenário?.....	2
3. Como as organizações estão utilizando a análise de cenários relacionados ao clima?	3
C Como Desenvolver e Aplicar a Análise de Cenários.....	4
1. Razões para Utilizar a Análise de Cenários de Mudanças Climáticas	5
2. Escolhas analíticas na análise de cenários	8
3. Ferramentas e dados	11
4. Desafios e benefícios.....	11
Anexo 1: Cenários climáticos da AIE e do IPCC28F	13
1. Cenários de transição	16
a. Cenários de transição da AIE	16
b. Cenários de transição de 2°C	17
c. Contribuições Nacionalmente Determinadas e a importância de cenários de 2°C.....	20
d. Comparação de parâmetros e sinalizações relevantes	21
e. Resultados dos Cenários de Transição	26
2. Cenários físicos.....	26
a. Cenários físicos disponíveis para o público.....	26
b. Comparação de sinalizações relevantes	28
c. Tipos de ferramentas e recursos de avaliação de risco físico	30
Anexo 2: Glossário.....	32
Anexo 3: Referências	35
Anexo 4: Leitura adicional	37
1. Modelos e cenários climáticos globais	37
2. Scenario Analysis - How To.....	37
3. Análise de cenários/Modelagem climática/Planejamento de resiliência – ferramentas e dados	38
4. Análise de cenários e divulgação – Outros exemplos corporativos	39
5. Impactos climáticos por setores	39
6. Implicações gerais das mudanças climáticas para os negócios e a economia	42

A Introdução

Para muitas organizações, os efeitos mais significativos das mudanças climáticas têm a probabilidade de surgir no médio ou longo prazo, mas não há certeza de quando ocorrerão nem sua magnitude. Tal incerteza apresenta desafios para as organizações compreenderem os possíveis efeitos das mudanças climáticas sobre seus negócios, suas estratégias e seu desempenho financeiro. Para incorporar adequadamente os possíveis efeitos das mudanças climáticas em seus processos de planejamento, as organizações precisam analisar como os riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas podem evoluir e suas possíveis implicações para os negócios em diferentes condições. Uma maneira de avaliar tais implicações é utilizar a análise de cenários.

A análise de cenários é um método bem estabelecido para o desenvolvimento dados de entrada para planos estratégicos a fim de aprimorar sua flexibilidade e resiliência para vários cenários futuros. A utilização da análise de cenários para avaliar os riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas e suas possíveis implicações para os negócios é, no entanto, relativamente recente. Dada a importância de avaliações prospectivas dos riscos relacionados ao clima, a Força-Tarefa acredita que a análise de cenários é uma ferramenta importante e útil para as organizações, tanto para entender as implicações estratégicas dos riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas quanto para informar os *stakeholders* sobre como a organização está se posicionando face a tais riscos e oportunidades. Também pode fornecer informações prospectivas para investidores, credores e seguradoras.

A Introdução

B Análise de Cenários

C Como Desenvolver e Aplicar a Análise de Cenários

Anexos

Para ajudar as organizações a utilizar a análise de cenários relacionada às mudanças climáticas na preparação de uma divulgação em linha com as Recomendações da Força-tarefa para Divulgações Financeiras Relacionadas às Mudanças Climáticas, este suplemento técnico apresenta e discute os seguintes temas:

- Como utilizar a análise de cenários
- Aspectos para a aplicação da análise de cenários
- Escolhas analíticas envolvidas na análise de cenários
- Tipos de cenários climáticos
- Cenários climáticos disponíveis para o público preparados pela Agência Internacional de Energia (AIE), pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e outros que podem trazer contexto e servir de base para cenários corporativos, industriais ou setoriais

O suplemento técnico está organizado como segue. A Seção B discute porque a análise de cenário é útil, o que é um cenário e como as empresas selecionadas utilizaram os cenários. A seção C discute a aplicação da análise de cenários; principais parâmetros, premissas e escolhas analíticas que as organizações devem considerar ao realizar a análise de cenários; e alguns dos principais benefícios e desafios. O [Anexo 1](#) discute com mais detalhes os cenários da AIE e do IPCC que podem ser úteis como ponto de partida para o desenvolvimento de cenários específicos das organizações. O [Anexo 2](#) traz um glossário de termos-chave, o [Anexo 3](#) lista as fontes mencionadas neste suplemento e o [Anexo 4](#) traz outras referências úteis para leitura adicional.

Como a utilização da análise de cenários para riscos e oportunidades relacionados ao clima ainda é limitada e há desafios envolvidos na implementação de um rigoroso processo de análise de cenários relacionados ao clima, é importante que as organizações comecem a utilizar a análise de cenários e desenvolvam qualificações adicionais, na expectativa de que suas qualificações devam melhorar ao longo do tempo.

B Análise de Cenários

1. Qual a utilidade da análise de cenários?

O objetivo da análise de cenários é analisar e compreender melhor o desempenho da empresa em diferentes cenários futuros (ou seja, sua resiliência/robustez).¹ No caso das mudanças climáticas, os cenários ajudam a organização a explorar e entender, de forma plausível, como oportunidades e riscos climáticos de transição e físicos podem afetar seus negócios ao longo do tempo. A análise de cenários, portanto, avalia uma série de resultados hipotéticos, analisando uma variedade de cenários futuros alternativos e plausíveis segundo um determinado conjunto de premissas e restrições.

Um aspecto fundamental da análise de cenários é a seleção de um conjunto de cenários que cubra uma variedade razoável de resultados futuros, favoráveis e desfavoráveis. Embora exista um número quase infinito de cenários possíveis, as organizações podem utilizar um número limitado de cenários para a variedade desejada. Nesse sentido, a Força-tarefa recomenda que as organizações utilizem, no mínimo, um cenário de 2°C ou menos, e analisem a possibilidade de utilizar outros cenários mais relevantes para suas circunstâncias, tais como cenários relacionados a Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs, na sigla em inglês), cenários para condições normais de negócios (acima de 2°C), cenários físicos relacionados às mudanças climáticas, ou outros cenários desafiadores.^{2,3}

2. O que é um cenário?

O cenário descreve um caminho de desenvolvimento que leva a um resultado específico. Cenários não representam uma descrição completa do futuro, mas destacam elementos centrais de um futuro possível e chamam a atenção para os principais fatores que direcionarão eventos futuros. É importante lembrar que cenários são conceitos hipotéticos; não são projeções ou previsões, nem análises de sensibilidade.⁴

A análise de cenários é uma ferramenta para aprimorar o pensamento estratégico crítico. Uma característica importante dos cenários é que eles devem desafiar o pensamento convencional sobre o futuro. Em um mundo de incertezas, os cenários destinam-se a explorar alternativas que podem alterar significativamente a base das premissas de “condições normais de negócios”.

¹ Nesse contexto, resiliência e robustez se referem à capacidade dos negócios ou da estratégia de investimento da organização de permanecer eficaz na maioria das situações e condições e de tolerar disrupções ou se adaptar a mudanças ou incertezas no ambiente de negócios que podem afetar seu desempenho.

² Um cenário de 2°C estabelece um caminho e uma trajetória de emissões que sejam consistentes com a limitação do aumento da temperatura média global a uma faixa de 2°C acima do nível pré-industrial com uma certa probabilidade.

³ NDC é o termo utilizado segundo a Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC) para reduções nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) que todos os países que ratificaram o Acordo de Paris se comprometeram a alcançar. Antes da ratificação, os NDCs eram conhecidos como como INDCs (Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada); após a ratificação, o termo “Pretendida” foi retirado. Consulte no [Anexo 1](#) a discussão sobre os cenários da NDC.

⁴ A análise de cenários difere de técnicas como análise de sensibilidade, projeção ou valor em risco (VaR). A análise de sensibilidade é o processo de recálculo dos resultados segundo premissas alternativas para determinar o impacto de uma variável específica. A projeção é baseada em dados passados e correntes e na análise de tendências. Muitas vezes, é uma forma de prever uma tendência única e mais provável no futuro. O valor em risco mede o volume do prejuízo financeiro que uma determinada carteira pode sofrer, em um determinado horizonte de tempo, para uma probabilidade específica. O VaR climático envolve um horizonte de tempo longo (muitos anos) em comparação com o horizonte mais curto do VaR financeiro padrão.

Os cenários devem ser:⁵

1. **Plausíveis.** Os eventos do cenário devem ser possíveis e a narrativa deve ser crível (ou seja, as descrições do que aconteceu, e porque e como aconteceu, devem ser críveis).
2. **Diferentes entre si.** Cada cenário deve se concentrar em uma combinação diferente de fatores principais. Os cenários devem ser claramente diferenciados em estrutura e mensagem, e não variações de um único tema. Múltiplos cenários devem ser utilizados para explorar a forma como diferentes permutações e/ou como os mesmos fatores-chave se desenvolvem e podem produzir resultados muito diferentes.
3. **Consistentes.** Cada cenário deve ter uma lógica interna forte. O objetivo da análise de cenários é explorar a maneira como os fatores interagem, e cada ação deve ter uma reação. Nem atores nem fatores externos devem anular completamente as evidências de tendências e posições correntes, a menos que explicações lógicas para essas mudanças sejam parte central do cenário.
4. **Relevantes.** Cada cenário, e o conjunto de cenários como um todo, deve trazer *insights* específicos para o futuro relacionados às implicações estratégicas e/ou financeiras dos riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas.
5. **Desafiadores.** Os cenários devem desafiar a pensamento convencional e premissas simplistas sobre o futuro. Ao analisar as principais fontes de incerteza, os cenários devem buscar explorar alternativas que alterem significativamente a base das premissas de "condições normais de negócios".

A Força-tarefa acredita que as organizações devem utilizar vários cenários que esclareçam a exposição futura a riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas, tanto riscos físicos quanto de transição. Para identificar os cenários que funcionam melhor, as organizações podem utilizar cenários e modelos existentes disponíveis para o público ou desenvolver internamente seus próprios cenários.⁶ A abordagem adotada dependerá das necessidades, dos recursos e das qualificações da organização. Entre os vários cenários utilizados, a Força-Tarefa acredita que é importante que as organizações incluam um cenário consistente com um caminho para os 2°C, em linha com os compromissos acordados internacionalmente para as mudanças climáticas.

3. Como as organizações estão utilizando a análise de cenários relacionados ao clima?

Várias organizações vêm utilizando a análise de cenários para fundamentar seu pensamento estratégico e formular estratégias. A análise de cenários no contexto corporativo foi originalmente estabelecida pela Royal Dutch Shell,⁷ que utiliza cenários desde o início da década de 1970 como parte do processo para gerar e avaliar suas opções estratégicas. Desde então, muitas outras empresas se comprometeram com e se beneficiaram da análise de cenários.

A aplicação da análise de cenários aos fatores climáticos pelas empresas é, no entanto, um fenômeno relativamente recente. Empresas não financeiras, como BHP Billiton, Statoil, ConocoPhillips e Glencore, utilizam a análise de cenários para avaliar como as mudanças climáticas podem afetar seus negócios.⁸ A análise de cenários, por exemplo, permite à ConocoPhillips

⁵ J.N. Maack, *Scenario analysis: a tool for task managers*, Social Analysis: selected tools and techniques, Social Development Papers, No. 36, Banco Mundial, junho de 2001, Washington, DC.

⁶ Os diferentes cenários disponíveis para o público são discutidos no Anexo 1.

⁷ Paul J.H. Shoemaker and Cornelius A.J.M. van der Heijden. "Integrating scenarios into strategic planning at Royal Dutch/Shell." *Planning Review*, Vol. 20 Issue: 3, pp.41-46. 1992.

⁸ *Climate Change: Portfolio Analysis*, BHP Billiton, 2015; *Views After Paris*, BHP Billiton, 2016; *Energy Perspectives 2016: Long Term Macro and Market Outlook*, Statoil; *Scenarios in the capital allocation process*, ConocoPhillips; *Climate change considerations for our business*. Glencore, 2016.

entender a gama de riscos associados a vários cenários de redução de GEE, testar sua carteira atual de ativos e oportunidades de investimento com base nestes cenários, e avaliar onde pode haver pontos fracos, o que ajuda na priorização de alocação de capital.⁹

As instituições financeiras também conduzem análise de cenários para testar a resiliência de suas carteiras com base em uma série de fatores, inclusive as mudanças climáticas. Por exemplo, fundos de pensão como o CalSTRS, o New York State Common Retirement Fund (NYSCRF) e o Environment Agency Pension Fund (EAPF), e os gestores de ativos, como o PGGM, vêm conduzindo análises de cenário para risco de investimento. O Banco Industrial e Comercial da China (ICBC) também avaliou recentemente o impacto de fatores ambientais no risco de crédito de seus empréstimos utilizando uma abordagem de teste de estresse, que é um tipo de análise de cenários.¹⁰ Os Anexos 3 e 4 trazem links para estes e outros exemplos.

C Como Desenvolver e Aplicar a Análise de Cenários

As organizações que estão começando a utilizar a análise de cenários podem optar por começar com narrativas qualitativas de cenários, para ajudar a administração a explorar a possível gama de implicações das mudanças climáticas para a organização.¹¹ Conforme a organização ganha experiência com a análise qualitativa de cenários, os cenários e a análise de caminhos de desenvolvimento podem utilizar informações quantitativas para ilustrar possíveis caminhos e resultados. Organizações com boa experiência na realização de análise de cenários podem empregar maior rigor e sofisticação na utilização de conjuntos de dados e nos modelos e análises quantitativos. Abordagens quantitativas podem ser realizadas se a organização utilizar cenários e modelos externos já existentes (por exemplo, de fornecedores terceirizados) ou desenvolver seus próprios recursos internos de modelagem. A escolha da abordagem dependerá das necessidades, dos recursos e das qualificações da organização. As organizações que provavelmente serão impactadas de modo significativo pela transição climática e/ou por riscos físicos devem utilizar algum tipo de análise quantitativa de cenários.

As organizações devem incluir a análise de cenários em seus processos de planejamento estratégico e/ou gestão de riscos corporativos, utilizando as seguintes abordagens:

- identificação e definição de vários cenários, incluindo um cenário de 2°C, que tragam uma diversidade razoável de possíveis estados climáticos futuros;
- avaliação da possível resiliência de seus planos estratégicos para os vários cenários; e
- através desta avaliação, identificar opções para ampliar a resiliência estratégica e de negócios da organização para riscos e oportunidades plausíveis relacionados ao clima por meio de ajustes nos planos estratégicos e financeiros.

Com o tempo, as organizações podem melhorar a divulgação ao documentarem:

- a avaliação da administração sobre a resiliência de seus planos estratégicos às mudanças climáticas;
- os vários cenários utilizados para fundamentar a avaliação da administração, incluindo principais dados de entrada, premissas e métodos e resultados analíticos (incluindo possíveis impactos nos negócios e respostas da administração a eles); e
- a sensibilidade dos resultados às premissas centrais.

⁹ [Scenarios in the capital allocation process](#), ConocoPhillips.

¹⁰ [Impact of Environmental Factors on Credit Risk of Commercial Banks](#), ICBC.

¹¹ Rounsevell, Mark D. and Marc J. Metzger (2010). Developing qualitative scenario storylines for environmental change assessment. *WIREs Climate Change*, 1: 606-619.

1. Razões para Utilizar a Análise de Cenários de Mudanças Climáticas

Reconhecendo os benefícios da análise de cenários e a necessidade de minimizar os custos de implementação, as organizações que realizam a análise de cenários pela primeira vez podem começar com um processo simples, porém robusto, para incorporar fatores climáticos em seus cenários.

Primeiro, a organização pode se familiarizar com os cenários relevantes desenvolvidos pela AIE e pelo IPCC.¹² Os cenários desenvolvidos por essas duas organizações são utilizados há muito tempo por cientistas e analistas de políticas para avaliar a futura vulnerabilidade às mudanças climáticas. A produção desses cenários exige estimativas de futuros níveis populacionais, de atividade econômica, da estrutura de governança, e valores sociais e padrões de mudança tecnológica e, portanto, tais estimativas podem funcionar como “meta-cenários” para gerar um contexto e um conjunto de macrotendências para o desenvolvimento de cenários específicos da empresa ou do setor. O Anexo 1 traz uma discussão mais aprofundada dos cenários da Agência Internacional de Energia (AIE) e do IPCC.

Em segundo lugar, a organização precisa entender a natureza das oportunidades e dos riscos climáticos que pode enfrentar. Cada organização enfrenta um conjunto diferente de riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas. Os impactos relacionados às mudanças climáticas para o negócio podem variar muito, dependendo da indústria e do(s) setor(es)/subsetor(es) em que a organização opera. Os impactos para o negócio também podem variar de maneira significativa, dependendo:

- da localização geográfica da cadeia de valor da organização (*upstream* e *downstream*);
- dos ativos da organização e da natureza de suas operações;
- da estrutura e da dinâmica dos mercados de oferta e demanda da organização;
- dos clientes da organização; e
- dos outros principais *stakeholders* da organização.

Para os investidores, a análise de cenários pode ser aplicada de diferentes maneiras, dependendo da natureza do(s) ativo(s) analisado(s). Por exemplo, alguns investidores podem desenvolver caminhos de transição energética que acreditam ser ótimos e/ou prováveis e utilizar estes caminhos para medir possíveis investimentos individuais e direcionar atividades de engajamento. Outros investidores podem analisar a forma como os cenários relacionados ao clima se relacionam com o desempenho futuro de determinados setores, regiões ou classes de ativos. Os resultados podem demonstrar que determinadas parcelas da carteira estão definidas para se beneficiar de um cenário específico, enquanto outras enfrentam uma perda de valor. Tais resultados, embora não sejam conclusivos, podem ser um fator adicional para determinar onde priorizar as atividades de gestão de riscos e onde fazer alocações adicionais.

Muitas organizações já divulgam suas visões sobre riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas em um nível alto e qualitativo. O [relatório final](#) da Força-Tarefa descreve brevemente vários protocolos para divulgação de informações relacionadas ao clima, muitos dos quais incluem a divulgação de riscos e oportunidades. Essas informações servem como ponto de partida para a análise de cenários e para divulgação adicional.

A [Figura 1](#) faz um resumo das categorias tradicionais de riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas que a organização deve levar em consideração ao aplicar a análise de cenário.

¹² Tais cenários podem se enquadrar, em grande parte, em duas categorias: (1) cenários que articulam caminhos diferentes no sistema econômico e energético que resultariam em um certo nível ou trajetória de emissões de GEE e suas resultantes concentrações na atmosfera (cenários de transição) e (2) cenários que articulam caminhos diferentes que levem em consideração as mudanças físicas derivadas dos diferentes níveis de concentração de GEE (cenários de risco físico).

A [Figura 2](#) (p. 7) apresenta um processo indicativo para a aplicação da análise de cenários relacionados ao clima, refletindo os tais riscos e oportunidades.

Figura 1

Categorias mais comuns de riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas.

Mudanças tecnológicas e de mercado

Políticas e investimentos para entregar uma economia de baixo carbono.

- Redução da demanda de mercado por produtos/*commodities* mais intensivos em carbono
- Aumento da demanda por produtos e serviços com eficiência energética e menos intensivos em carbono
- Novas tecnologias disruptivas para os mercados

Reputação

Aumento das expectativas com relação à conduta responsável por parte dos *stakeholders*, incluindo investidores, credores e consumidores.

- Oportunidade de aprimorar a reputação e o valor da marca
- Risco de perda da confiança na administração

Políticos e Legais

Uma colcha de retalhos em constante evolução no que se refere a exigências internacionais, nacionais e estaduais.

- Aumento dos custos de entrada/operação para atividades intensivas em carbono
- Dificuldades para obtenção de licenças de operação para atividades intensivas em carbono
- Preocupação emergente com passivos

Riscos Físicos

Alterações crônicas e extremos climáticos mais frequentes e graves.

- Maior interrupção e danos nos negócios nas operações e cadeias de suprimentos, com impacto em custos de entrada, receita, valores de ativos e sinistros de seguro

Fontes:

CDP, "Climate Change Questionnaire," 2017.

Força-tarefa para Divulgações Financeiras Relacionadas às Mudanças Climáticas, [Relatório Final: Recomendações da Força-tarefa para Divulgações Financeiras Relacionadas às Mudanças Climáticas](#), junho de 2017.

A
Introdução

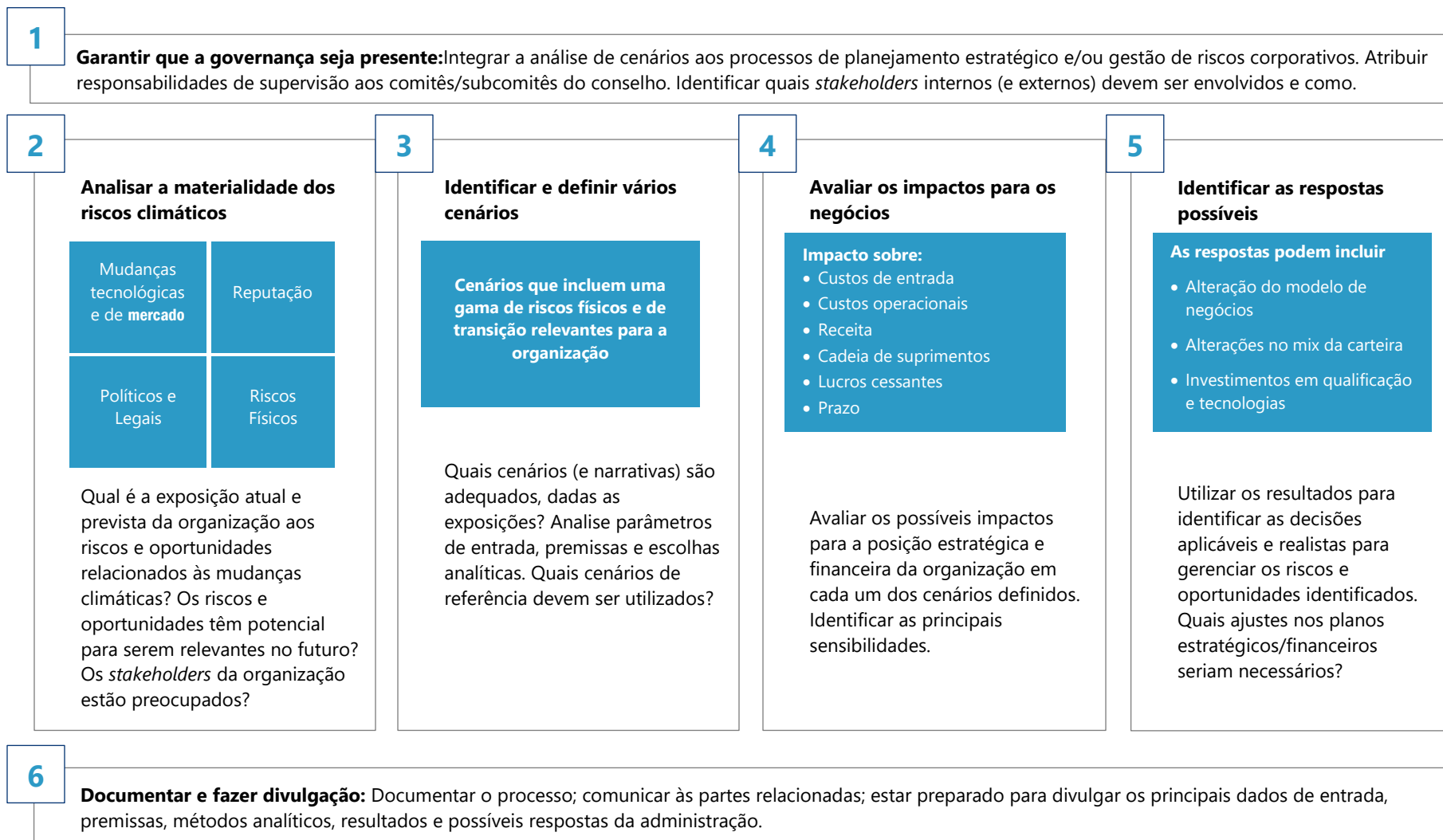
B
Análise de Cenários

C
Como Desenvolver e Aplicar
a Análise de Cenários

Anexos

Figura 2

Processo para aplicar a análise de cenários aos riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas



2. Escolhas analíticas na análise de cenários

Ao formular cenários e analisá-los, as organizações enfrentam várias escolhas e aspectos a serem considerados, que determinam se os cenários serão aplicados de forma consistente, se análises e relatórios são comparáveis, e se o processo é aplicado com eficiência.

As três principais categorias de aspectos a serem considerados são:

- **Os parâmetros utilizados** (por exemplo, taxa de desconto, PIB, outras variáveis macroeconômicas, variáveis demográficas)
- **Premissas** (por exemplo, premissas relacionadas a mudanças na política, desenvolvimento ou implementação de tecnologia, mix energético, preço das principais commodities ou insumos, adaptação geográfica de impactos transitórios e físicos, e quando os possíveis impactos devem ocorrer)
- **Escolhas analíticas** (por exemplo, escolha de cenários, horizontes de tempo, dados e modelos de suporte)

Todos os cenários, inclusive aqueles relacionados ao clima, contêm uma série de parâmetros e premissas essenciais que definem os principais direcionadores e caminhos para o desenvolvimento dentro do horizonte de tempo de cada cenário. As organizações devem primeiro procurar identificar e entender os principais direcionadores de desempenho de seus negócios e procurar incorporá-los aos seus cenários. A [Figura 3](#) (p. 9) descreve vários parâmetros de mudanças climáticas que podem ter um impacto relevante sobre o desempenho dos negócios das organizações. A [Figura 3](#) (p. 9) também pode servir como um roteiro para investidores e outros *stakeholders* na análise das divulgações das organizações relacionadas à análise de cenários.

As organizações devem analisar cuidadosamente os principais parâmetros, premissas e outras escolhas analíticas feitas durante a análise de cenários, bem como os possíveis impactos ou efeitos identificados e como tais resultados são avaliados pela administração. As organizações também devem divulgar estas informações quando apropriado. Em particular, as organizações são incentivadas a divulgar a abordagem utilizada para selecionar os cenários utilizados, bem como as premissas subjacentes de cada cenário em relação a como um caminho específico pode se desenvolver (por exemplo, emergência e implementação de tecnologias-chave, desenvolvimentos e cronograma de políticas, ambiente geopolítico em torno de políticas climáticas). Estas informações serão importantes para a organização fazer divulgação e promover discussões, incluindo a sensibilidade de várias premissas a alterações nos parâmetros-chave, como preços do carbono, preços de insumos, preferências do cliente etc., para que os investidores e outros *stakeholders* tenham um entendimento claro do processo do cenário — não apenas os resultados que cada cenário descreve, mas o caminho previsto pela organização que leva a tais resultados (ou seja, como e por que esses resultados foram alcançados).

A transparência dos principais parâmetros, premissas e escolhas analíticas servirá de suporte para a comparabilidade dos resultados entre os diferentes cenários utilizados pela organização e entre diferentes organizações, o que, por sua vez, servirá de suporte para a avaliação, por analistas e investidores, da robustez das estratégias das organizações para uma gama de impactos plausíveis, sustentando, assim, melhores decisões de risco e alocação de capital.

Dado o grande número de variáveis e abordagens analíticas para a análise de cenários, pode haver uma ampla gama de cenários que descrevem vários resultados. Diante disso, a comparabilidade direta entre as organizações provavelmente será um desafio bastante real, o que reforça a importância da transparência nas três categorias de aspectos a serem considerados. Tendo em mente que divulgação e transparência aprimoradas são importantes para a comparabilidade, as organizações devem divulgar o maior número possível destes aspectos e procurar ampliar seus níveis de divulgação ao longo do tempo.

Figura 3

Principais aspectos Parâmetros, premissas, escolhas analíticas e impactos

Parâmetros/premissas	Escolhas analíticas	Impactos/efeitos sobre os negócios
<p>Taxa de desconto – qual taxa de desconto a organização aplica para descontar valor futuro?</p>	<p>Cenários – quais cenários a organização utiliza para a análise de impacto de transição e quais fontes são utilizadas para avaliar o impacto físico, tanto para casos centrais/de base quanto para análises de sensibilidade?</p>	<p>Lucro – que conclusões a organização tira sobre o impacto nos lucros e como expressa esse impacto (por exemplo, EBITDA, margens EBITDA, contribuição EBITDA, dividendos)?</p>
<p>Preço do carbono – que premissas são elaboradas sobre como o preço do carbono se desenvolveria ao longo do tempo (dentro de protocolos comerciais para impostos e/ou emissões), escopo geográfico de implementação, se o preço do carbono se aplicaria apenas na margem ou como custo de base, se é aplicado a setores econômicos específicos ou em toda a economia e em que regiões? São utilizados um preço comum para o carbono (em vários pontos no tempo?) ou preços diferenciados? Premissas sobre escopo e modalidade de um preço para o CO₂ via impostos ou regime comercial?</p>	<p>Quantitativo X qualitativo ou “direcional” – o exercício de cenário é totalmente quantitativo ou uma mistura de quantitativo e qualitativo?</p>	<p>Custos – que conclusões a organização tira sobre as implicações para seus custos operacionais/de produção e seu desenvolvimento ao longo do tempo?</p>
<p>Demanda e mix de energia – qual seria a demanda total de energia resultante e o mix de energia entre as diferentes fontes de energia primária, por exemplo, carvão/petróleo/gás/energia nuclear/renováveis (subcategorias)? Como isso se desenvolve ao longo do tempo, assumindo melhorias na eficiência do fornecimento/uso final? Quais fatores são utilizados para eficiências de conversão de energia de cada categoria de fonte e para a eficiência do uso final em cada categoria ao longo do tempo?</p>	<p>Prazo – como a organização considera os prazos para as implicações nos cenários, por exemplo, por décadas (2020; 2030; 2040; 2050)</p>	<p>Receita – que conclusões a organização tira sobre as implicações para a receita oriunda de commodities/produtos/serviços principais e seu desenvolvimento ao longo do tempo?</p>
<p>Preço de principais commodities/produtos – que conclusões a organização tira, com base nos parâmetros/premissas de entrada, sobre o desenvolvimento, ao longo do tempo, dos preços de mercado para os principais insumos, energia (por exemplo, carvão, petróleo, gás, energia elétrica)?</p>	<p>Escopo de aplicação – a análise é aplicada à cadeia de valor como um todo (insumos, operações e mercados) ou apenas aos efeitos diretos sobre unidades de negócio/operações específicas?</p>	<p>Ativos – quais são as implicações dos vários cenários para os valores dos ativos?</p>
<p>Variáveis macroeconômicas – que taxa de PIB, taxa de emprego e outras variáveis econômicas são utilizadas?</p>	<p>Modelos climáticos/conjuntos de dados – quais modelos e conjuntos de dados climáticos servem de suporte para a avaliação dos riscos relacionados ao clima?</p>	<p>Alocação de capital/investimentos – Quais são as implicações para o Capex e outros investimentos?</p>
<p>Variáveis demográficas – que suposições são feitas sobre crescimento populacional e/ou migração?</p>	<p>Riscos físicos – ao avaliar riscos físicos, quais riscos específicos foram incluídos e qual sua gravidade (por exemplo, temperatura, precipitação, inundação, tempestade, aumento do nível do mar, furacões, disponibilidade de água ou seca, deslizamentos de terra, incêndios florestais ou outros)? Até que ponto a organização avaliou o impacto físico em sua carteira (por exemplo, maiores ativos, ativos mais vulneráveis) e até que ponto os riscos físicos foram incorporados na triagem de investimentos e na estratégia futura de negócios?</p>	<p>Prazo – que conclusões a organização tira sobre o desenvolvimento de custos, receita e lucro ao longo do tempo (por exemplo, 5/10/20 anos)?</p>
<p>Eficiência – até que ponto os aspectos positivos dos ganhos de eficiência/transição de energia limpa/mudanças físicas são incorporados aos cenários e ao plano de negócio?</p>	<p>Em que medida o impacto nos preços e disponibilidade em toda a cadeia de valor foi considerado, incluindo efeitos em fornecedores, transportadores,</p>	<p>Respostas – que informações a organização divulga sobre os possíveis impactos (por exemplo, mudanças pretendidas nos planos de Capex, mudanças na carteira por meio de aquisições e desinvestimentos, aposentadoria de ativos, entrada em novos mercados, desenvolvimento de novas qualificações, etc.)?</p>
<p>Adaptação geográfica dos impactos de transição – quais premissas a organização elabora para possíveis diferenças nos parâmetros de entrada entre regiões, países, localização dos ativos e/ou mercados?</p>		<p>Lucros cessantes devido a impactos físicos – qual é a conclusão da organização sobre possíveis lucros cessantes/prejuízo na produtividade devido a impactos físicos, tanto os efeitos diretos sobre os ativos da organização quanto efeitos</p>
<p>Tecnologia – a organização elabora premissas sobre o desenvolvimento do desempenho/custo e os níveis resultantes de implantação ao longo do tempo de várias tecnologias principais para oferta e demanda (por exemplo, energia solar fotovoltaica/concentrada, energia eólica, armazenamento de energia, biocombustíveis, CCS (captura e armazenamento de carbono)/CCUS (captura, armazenamento e utilização de carbono), energia nuclear, gás não convencional, veículos elétricos e tecnologias de eficiência em outros setores-chave, incluindo industrial e infraestrutura)?</p>		

Política – quais são as premissas para a força de diferentes sinalizações de políticas públicas e seu desenvolvimento ao longo do tempo (por exemplo, metas nacionais de emissões de carbono; padrões e políticas de eficiência energética ou tecnologia em setores-chave; subsídios para combustíveis fósseis; subsídios ou apoio para fontes renováveis de energia e para CCS/CCUS)

Premissas de sensibilidade climática – premissas de aumento de temperatura em relação ao aumento de CO₂?

infraestrutura e acesso a clientes?

indiretos de disrupções na cadeia de suprimentos/entrega de produtos?

3. Ferramentas e dados

Atualmente, existem várias ferramentas para permitir que as organizações comecem a utilizar a análise de cenários para avaliar as implicações das mudanças climáticas. Esta seção traz uma breve discussão sobre algumas ferramentas que as organizações podem utilizar. Consulte uma lista mais completa de ferramentas e fontes de dados no [Anexo 4](#).

Dois exemplos de portais que oferecem ferramentas e dados são o Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicados (IIASA) e o Portal Europeu de Informações Climáticas (CLIPC). O IIASA oferece várias ferramentas para solo, energia, transição e água, além de bancos de dados online.¹³ Alguns dos bancos de dados online incluem bancos de dados de cenários para energia, estratégias de mitigação de GEE e políticas climáticas consistentes com cenários de 2°C e IPCC.

O CLIPC oferece acesso a informações climáticas de relevância direta para uma ampla variedade de usuários, como consultores, formuladores de políticas públicas, tomadores de decisão do setor privado e cientistas, e também para membros interessados do público em geral.¹⁴ Essa plataforma abrangente traz respostas para perguntas relacionadas às mudanças climáticas e ao impacto climático. As informações do CLIPC incluem dados de satélite e observações in situ, modelos climáticos, reanálises de dados e produtos de dados transformados, permitindo a avaliação dos indicadores de impacto das mudanças climáticas. Além disso, o CLIPC oferece uma caixa de ferramentas para gerar, comparar, manipular e combinar indicadores.

Por fim, existem várias ferramentas específicas para setores ou temas que podem ser utilizadas por vários setores:

- O World Resources Institute (WRI) criou uma ferramenta/um banco de dados conhecido como Aqeduct, para empresas, investidores, governos e comunidades entenderem melhor onde e como os riscos hídricos estão surgindo ao redor do mundo (consulte o [Anexo 1, Seção 2.c](#) para mais informações sobre o Aqeduct).
- A U.S. Environmental Protection Agency (EPA) oferece a ferramenta Climate Resilience Evaluation and Awareness Tool (CREAT), que é um aplicativo para avaliação de risco para concessionárias de serviços de utilidade pública que estejam se adaptando a eventos climáticos extremos através de uma melhor compreensão das condições climáticas atuais e futuras. A U.S. EPA também oferece ferramentas e orientações para as concessionárias de água, denominadas Creating Resilient Water Utilities (CRWU). As CRWU são ferramentas práticas para concessionárias de água aumentarem a resiliência às mudanças climáticas e entenderem as opções de adaptação no longo prazo.
- O United Nations Environment Programme (UNEP) e o Copenhagen Centre for Energy Efficiency's Best Practices and Case Studies for Industrial Energy Efficiency Improvement.
- Sistema de Modelagem da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentos para Impactos Agrícolas das Mudanças Climáticas (MOSAICC).

4. Desafios e benefícios

A análise de cenários é um método bem estabelecido para o desenvolvimento de planos estratégicos mais flexíveis e robustos com relação a uma variedade de cenários futuros. É particularmente útil para avaliar questões cujos possíveis resultados sejam altamente incertos, aconteçam no médio a longo prazo e sejam potencialmente disruptivos. A análise de cenários pode

¹³ O IIASA é um instituto científico internacional que realiza pesquisas sobre os aspectos críticos das mudanças globais ambientais, econômicas, tecnológicas e sociais no século XXI.

¹⁴ O consórcio CLIPC é financiado pelo Seventh Framework Programme (FP7) da União Europeia e reúne as principais instituições da Europa que trabalham no desenvolvimento e na disponibilização de conjuntos de dados sobre observações climáticas e modelagem climática e sobre análise de impacto.

ajudar as organizações a estruturar melhor os aspectos estratégicos; avaliar a gama de possíveis ações da administração que podem ser necessárias; envolver-se de maneira mais produtiva em conversas estratégicas; e identificar indicadores para monitorar o ambiente externo. É importante ressaltar que a análise de cenários relacionados às mudanças climáticas pode servir de base para um engajamento mais eficaz com os investidores sobre a resiliência estratégica e de negócios da organização.

A realização da análise de cenários relacionados às mudanças climáticas, no entanto, não é isenta de desafios. Primeiro, a maioria dos cenários foi desenvolvida para avaliações globais e macro de possíveis impactos relacionados ao clima que podem servir de base para cientistas e formuladores de políticas públicas. Esses cenários relacionados ao clima nem sempre têm o nível ideal de transparência, a variedade de saídas de dados e a funcionalidade de ferramentas que facilitariam seu uso em um contexto corporativo ou de investimento. Por exemplo:

- A maioria dos cenários de transição oferece resultados tais como um mix de energia sob determinadas circunstâncias no futuro, mas na maioria dos casos não apresenta resultados específicos por setor ou atividade.
- Atualmente, os resultados da modelagem climática de cenários físicos, realizados no âmbito do protocolo do IPCC, não são facilmente acessíveis para a maior parte das organizações.

Segundo, a disponibilidade e a granularidade dos dados podem ser um desafio para as organizações que tentam avaliar vários caminhos de energia e tecnologia ou restrições de carbono em diferentes jurisdições e localizações geográficas.

Terceiro, a utilização da análise de cenários relacionados às mudanças climáticas para avaliar as possíveis implicações comerciais das mudanças climáticas ainda está em estágio inicial. Embora alguns dos maiores investidores e organizações do mundo estejam aplicando a análise de cenários relacionados às mudanças climáticas como parte de seus processos de planejamento estratégico e gestão de riscos, muitas organizações ainda estão começando a explorar sua utilização. Compartilhar experiências e abordagens da análise de cenários entre as organizações é, portanto, fundamental para o avanço em sua utilização. As organizações podem desempenhar um papel importante nesse sentido, facilitando o intercâmbio de informações e experiências entre si; coletivamente desenvolvendo ferramentas, conjuntos de dados e metodologias; e trabalhando para criar normas.

Tratar desses desafios pode exigir um trabalho adicional de grupos setoriais, ONGs e órgãos oficiais, individual e coletivamente, para:

- Melhor desenvolver cenários aplicáveis de 2°C (ou menos) para setores e geografias e criar orientações específicas por setor (financeiro e não financeiro) para as organizações que estejam preparando e utilizando cenários relacionados ao clima;
- desenvolver e aprimorar o acesso a metodologias, conjuntos de dados e ferramentas que permitam às organizações conduzir com mais eficácia a análise baseada em cenários dos riscos de transição e físico em níveis mais granulares de setores, geográficos e temporais;
- desenvolver e refinar as boas práticas aceitas para a divulgação financeira relacionada ao clima e facilitar a aceitação pelos setores mais impactados pelas mudanças climáticas;
- estabelecer normas mais fortes para uma divulgação melhor e relevante da análise de cenários; e
- desenvolver orientações para os investidores entenderem melhor e utilizarem as divulgações de cenários.

Anexo 1: Cenários climáticos da AIE e do IPCC¹⁵

Como é difícil projetar emissões futuras e outros fatores humanos que influenciam o clima, os cientistas utilizam vários cenários com várias premissas sobre futuras condições econômicas, sociais, tecnológicas e ambientais. Estes cenários têm sido bastante úteis para ajudar os cientistas a investigar possíveis ramificações das mudanças climáticas globais e para os governantes avaliarem opções de mitigação e adaptação. No entanto, eles geralmente têm limitações para avaliar as implicações comerciais das mudanças climáticas para setores ou indústrias. Ainda assim, os cenários climáticos globais são um importante ponto de partida contextual e metodológico para as organizações que realizam análise de cenários. Este anexo descreve alguns dos cenários climáticos globais utilizados pela comunidade científica internacional.

Cenários climáticos são utilizados há muito tempo por cientistas e analistas de políticas públicas para avaliar a futura vulnerabilidade às mudanças climáticas. A produção desses cenários exige estimativas de futuros níveis populacionais, de atividade econômica, da estrutura de governança, e valores sociais e padrões de mudança tecnológica; as modelagens econômica e energética também são empregadas com frequência para analisar e quantificar os efeitos destes direcionadores nas mudanças climáticas.

Tais cenários podem se enquadrar, em grande parte, em duas categorias: (1) cenários que articulam diferentes resultados de políticas públicas (ou seja, aumento nos níveis de temperatura) e caminhos econômicos e energéticos que resultariam, com alguma probabilidade, no atingimento de aumentos de temperatura em torno do resultado desejado (cenários de transição); e (2) cenários que comecem com uma faixa de concentração atmosférica de GEE e articule as prováveis faixas de temperatura resultantes. Os cenários da AIE tendem a seguir a primeira abordagem e os do IPCC, a segunda.

Caminhos de cenários que determinam um limite para o aquecimento são conhecidos como “**cenários de transição**”. Os cenários de transição geralmente apresentam premissas plausíveis sobre o desenvolvimento de políticas climáticas e a implantação de tecnologias “favoráveis ao clima” para limitar as emissões de GEE. Os cenários de transição tiram conclusões, geralmente baseadas em modelagem, sobre como as políticas e a tecnologia relacionadas ao abastecimento de energia e às emissões de GEE interagem com a atividade econômica, o consumo de energia e o PIB, entre outros fatores-chave. Estes cenários podem ter consequências relevantes para as organizações de certos setores da economia no curto, no médio e no longo prazo. Os cenários podem refletir uma transição mais rápida ou mais lenta, dependendo das diferentes taxas de alteração dos parâmetros principais (por exemplo, a taxa de desenvolvimento e implantação de tecnologia; mudanças e prazos das principais políticas; etc.). A AIE e outros produzem uma série de cenários de transição.

Padrões de impactos físicos atribuíveis às mudanças climáticas podem ser chamados de “**cenários climáticos físicos**”. Cenários climáticos físicos normalmente apresentam os resultados de modelos climáticos globais (chamados de “modelos gerais de circulação”) que mostram a resposta do clima na Terra a mudanças nas concentrações atmosféricas de GEE. Os cenários do IPCC baseados nos “Caminhos representativos de concentração” (RCPs) são exemplos de cenários físicos de mudanças climáticas adotados pelo IPCC em seu 5º Relatório de Avaliação (AR5).¹⁶ Os resultados do modelo

¹⁵ A Força-Tarefa agradece a pesquisa, o trabalho e a assistência de Charles Allison, James Stacey, Lee Solsbery e Adam Peirce, da consultoria ERM na preparação deste Anexo.

¹⁶ Os “Caminhos representativos de concentração” (RCPs) são chamados de caminhos para enfatizar que seu objetivo principal é fornecer projeções das concentrações atmosféricas de GEE que dependem do tempo, tanto um resultado específico da concentração no longo prazo quanto a trajetória que é utilizada ao longo do tempo para alcançar esse resultado. Os caminhos são representativos de vários cenários diferentes que têm

são frequentemente “reduzidos” para derivar possíveis mudanças no clima local, que são então utilizadas para gerar cenários de impactos das mudanças climáticas (impactos de primeira ordem, como inundações ou secas, impactos de segunda ordem, como perda de produção agrícola e impactos de terceira ordem, como fome).¹⁷ Os cenários de risco físico ajudam as organizações a explorar questões como:

- Quais tipos de impactos físicos podem ocorrer?
- E se as consequências físicas das mudanças climáticas se tornarem mais graves?
- Quando, onde, por quem e em que grau eles podem ser sentidos?

Enquanto algumas organizações provavelmente serão mais afetadas pelo risco de transição (por exemplo, fabricantes de combustíveis fósseis e intensivos em energia), outras serão mais afetadas pelo risco climático físico (por exemplo, aquelas dependentes de agricultura ou infraestrutura de longa duração). No entanto, os aspectos físicos e de transição são complementares na avaliação dos impactos relacionados ao clima e são necessários para se compreender todas as implicações das mudanças climáticas e a resiliência das organizações a essas implicações (Figura A1 e Figura A2p.15)

Figura A2

Por exemplo, um menor risco de transição provavelmente resultará em níveis mais altos de risco físico devido às mudanças climáticas. As organizações precisam, portanto, utilizar cenários que lhes permitam analisar os vários possíveis efeitos físicos e de transição sobre a estratégia e o planejamento financeiro, e como tais efeitos se comparam a vários cenários e metas nacionais disponíveis para o público.

A
Introdução

B
Análise de Cenários

C
Como Desenvolver e Aplicar a
Análise de Cenários

Anexos



características similares de forçamento radiativo e de emissões e têm como objetivo acelerar a preparação de cenários integrados. Os atuais RCPs do IPCC descrevem quatro futuros climáticos possíveis, todos considerados possíveis dependendo do volume de gases de efeito estufa emitido no futuro – o RCP 2.6 pressupõe que as emissões anuais globais de GEE (medidas em CO₂-equivalentes) atinjam um pico entre 2010-2020, com as emissões diminuindo substancialmente a partir de então; o RCP 4.5 pressupõe que as emissões atinjam o pico por volta de 2040 e depois diminuem; no RCP 4.5 as emissões atinjam o pico por volta de 2080 e depois diminuem; enquanto o RCP 8.5 pressupõe que as emissões continuem a aumentar ao longo do século XXI (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (IPCC), “Towards new Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies”, setembro de 2007. Expert Meeting Report do IPCC).

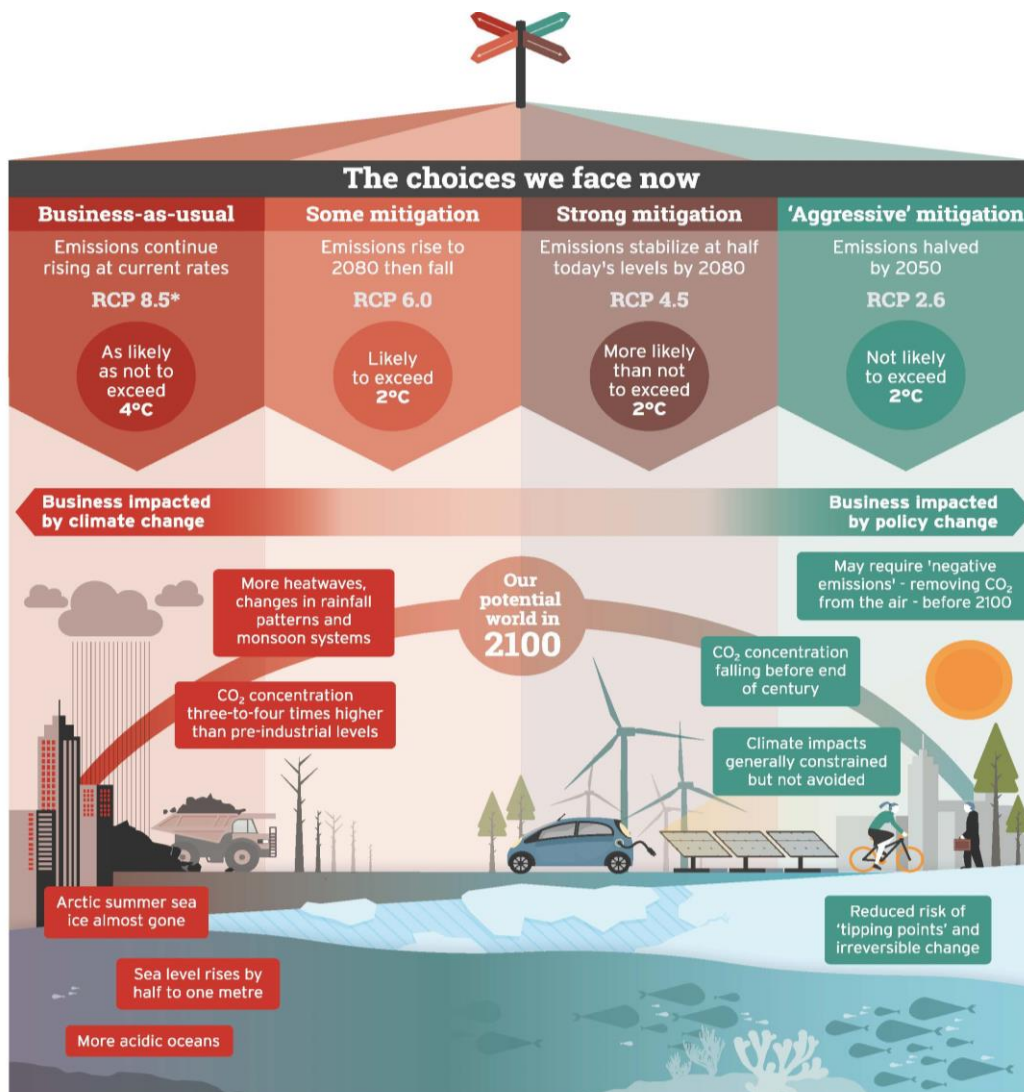
¹⁷ Por exemplo, consulte Wilby, RG, et al., “Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods”.

Figura A2

Interação entre os impactos de transição e físicos

Encruzilhadas do carbono

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (IPCC) explora quatro possíveis futuros, dependendo das políticas adotadas pelos governos para reduzir as emissões.

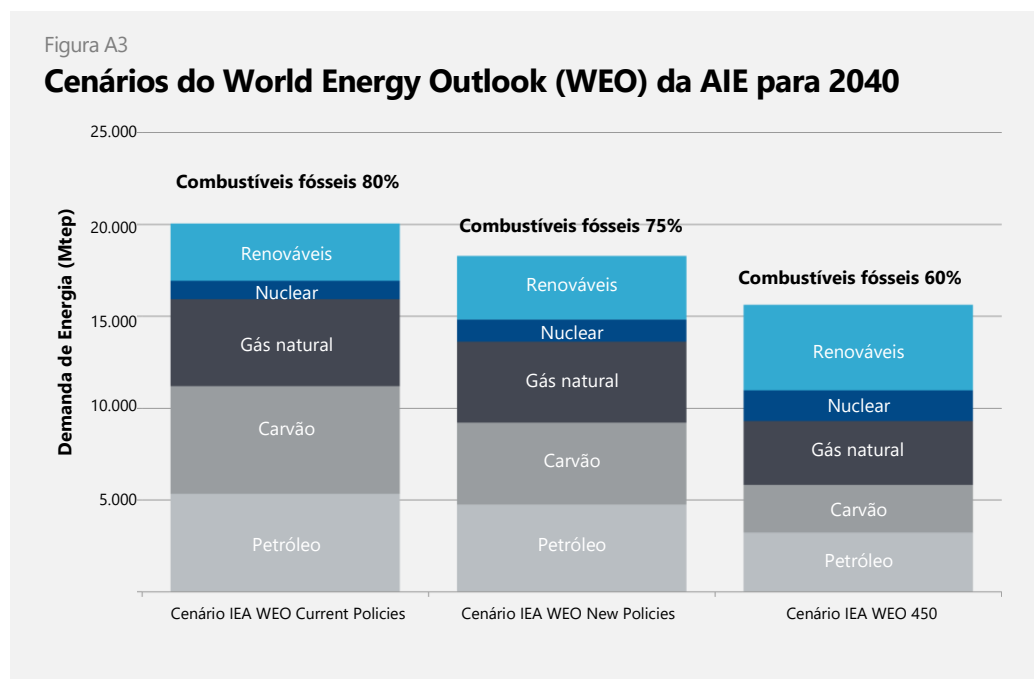


*Os quatro cenários de RCP (Caminhos representativos de concentração) projetam, cada um, uma certa quantidade de carbono a ser emitida até 2100 e, como resultado, leva a um número diferente de mudanças climáticas provocadas pelo homem. As mudanças climáticas continuarão após 2100, e as temperaturas elevadas permanecerão por muitos séculos após as emissões de CO₂ pelo homem cessarem.

Fonte: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), [Fifth Assessment Report \(AR5\)](#), [Climate Change: Action, Trends, and Implications for Business](#), Cambridge University Press, 2013.

1. Cenários de transição

Um ou mais cenários relacionados ao clima disponíveis para o público podem ser um ponto de partida para a construção de cenários sobre o possível impacto, para as organizações, da transição para uma economia de baixo carbono. Vários já cenários publicados estabelecem muitos caminhos plausíveis para determinados resultados desejados (por exemplo, aumentos específicos de temperatura ou níveis de concentração de CO₂). Estes cenários trabalham com diferentes premissas – que podem ajudar as empresas na realização de sua própria análise de cenários – sobre o provável prazo para mudanças de política, adoção de tecnologia, mudanças no mix de energia e outros fatores para se alcançar uma economia favorável ao clima. Por exemplo, a [Figura A3](#) ilustra as premissas para o mix de energia e a participação dos combustíveis fósseis utilizados em três cenários da AIE.



Os [boxes A1](#) (p. 18) e [A2](#) (p. 19) resumem vários cenários de transição publicados e metas de caminhos associados, incluindo:

- seis cenários diferentes da AIE para vários caminhos e aumentos de temperatura pressupostos e
- vários cenários e ferramentas alternativos de 2°C disponíveis para o público, como o REmap da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), o Greenpeace Advanced Energy [R]evolution e o Deep Decarbonization Pathways Project (DDPP).

As organizações, portanto, têm várias opções à disposição de caminhos plausíveis para o desenvolvimento futuro que servem de referência para realizar sua própria análise de cenários.

a. Cenários de transição da AIE

Os cenários mais conhecidos e amplamente utilizados e revisados para a transição para uma economia de baixo carbono são os elaborados pela AIE. A maioria das análises conduzidas por analistas acadêmicos e setoriais são baseadas em ou comparadas com os cenários da AIE. Os dados e cenários da AIE capturam toda a cadeia energética, mas não os setores “não energéticos”, como uso do solo/mudança no uso do solo/ silvicultura (LULUCF) e emissões de processos industriais que não envolvem combustão de combustível. Esses cenários podem ser utilizados para avaliar

qualitativamente os riscos associados a diferentes caminhos, mas não são adequados para produzir estimativas precisas.¹⁸

b. Cenários de transição de 2°C

Um tipo de cenário é o de 2°C, que estabelece um caminho e uma trajetória de emissões que sejam consistentes com a limitação do aumento da temperatura média global a uma faixa de cerca de 2°C com um nível declarado de probabilidade.¹⁹ De fato, um cenário de 2°C propõe o seguinte questionamento: “se o mundo limitar o aquecimento a 2°C ou menos, quais são os caminhos para se alcançar esse objetivo?”²⁰ É um questionamento que ajuda a fazer comparações entre cenários. Vários cenários de 2°C já estão disponíveis, ou a organização pode desenvolver seu próprio cenário de 2°C.

É importante observar que, nos cenários da AIE, apenas os cenários 450ppm e 2DS modelam um futuro de 2°C, embora os cenários de Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida (INDC) e Bridge também reconheçam 2°C como um objetivo político.²¹ Existem várias outras alternativas de cenários e ferramentas de 2°C, além dos cenários 450 e 2DS da AIE, que podem ajudar as organizações que buscam entender os possíveis caminhos futuros de transição.

Ao preparar um cenário de 2°C, as organizações podem utilizar como base os cenários (1) utilizados/referenciados e publicados por um organismo independente; (2) sempre que possível, acompanhados de conjuntos de dados disponíveis para o público; (3) atualizados com regularidade; e (4) vinculados a ferramentas funcionais (por exemplo, visualizadores, calculadoras e ferramentas de mapeamento) que podem ser aplicadas pelas organizações. Exemplos de cenários de 2°C que atualmente atendem a esses critérios incluem os seguintes: IEA 2DS, IEA 450, DDPP, e IRENA. Esses cenários disponíveis para o público podem servir como base para o desenvolvimento dos próprios cenários da organização, ou podem ser utilizados diretamente nas discussões de planejamento estratégico. No entanto, é importante observar que tais cenários não consideram impactos em um nível detalhado o bastante para todas as jurisdições ou setores.

A
Introdução

B
Análise de Cenários

C
Como Desenvolver e Aplicar a
Análise de Cenários

Anexos

¹⁸ Fato confirmado pelo reconhecimento de que, nos últimos anos, os cenários da AIE subestimaram significativamente a entrada em operação de fontes renováveis (Sergey Paltsev, “Energy Scenarios: The Value and Limits of Scenario Analysis” MIT CEEPR WP 2016-007, 2016).

¹⁹ Limitar o aumento de temperatura a menos de 2°C (em relação aos níveis pré-industriais) é uma meta declarada do Acordo de Paris da UNFCCC de 2015, que entrou em vigor em 4 de novembro de 2016.

²⁰ Essa abordagem pode ser contrastada com aquela utilizada nos cenários do IPCC, que fixam a quantidade de concentração de GEE na atmosfera e analisam as mudanças resultantes nas temperaturas globais (e outras variáveis, como a precipitação) em vários pontos futuros (por exemplo, até 2035, meados do século [2046-65] e final do século [2081-2100]) em relação aos níveis pré-industriais.

²¹ O cenário IEA 450 tem como premissa uma probabilidade de 50% de a temperatura se manter abaixo de 2°C.

Cenários da AIE

IEA WEO Current Policies Scenario (projetado para gerar um aquecimento de 6°C)

O Current Policies Scenario considera apenas as políticas públicas já formalmente adotadas pelos governos. De acordo com o PNUMA, este cenário estabelece “um futuro de condições normais de negócios, no qual os governos não cumprem as propostas de políticas públicas que ainda não foram respaldadas por legislação ou outras bases de implementação e não apresentam outras políticas que afetem o setor de energia”.²² Este cenário, que não prevê novas medidas, oferece um ponto de comparação para a avaliação de novas políticas públicas.

IEA WEO New Policies Scenario (projetado para gerar um aquecimento de 4°C)

O New Policies Scenario é o cenário principal do WEO, e considera as políticas e medidas de implementação que afetam os mercados de energia e que foram adotadas, juntamente com propostas de políticas públicas relacionadas, mesmo que as medidas específicas necessárias para implementá-las ainda precisem ser desenvolvidas. O relatório do WEO faz um julgamento caso a caso (geralmente cauteloso) sobre até que ponto as propostas de políticas públicas serão implementadas, tendo em vista os muitos obstáculos institucionais, políticos e econômicos existentes, bem como, em alguns casos, a falta de detalhes nas intenções anunciadas sobre como as propostas serão implementadas.²³

IEA INDC Paris Agreement Scenario (projetado para limitar o aquecimento a 2,6°C)

O cenário do INDC avalia as implicações dos INDCs enviados antes da COP21 como base para o Acordo de Paris. “A participação dos combustíveis fósseis no mix mundial de energia diminui, mas ainda é de cerca de 75% em 2030. A taxa de crescimento da demanda por carvão e petróleo diminui, mas a demanda não diminui, enquanto o uso de gás aumenta mais. As energias renováveis se tornam a principal fonte de energia elétrica até 2030, mas a capacidade subcrítica de geração de energia a partir do carvão diminui pouco. A intensidade de carbono do setor de energia melhora em 30%”.²⁴ A captura e o armazenamento de carbono (CCS, na sigla em inglês) alcançam não mais do que a penetração marginal até 2030. O aumento das medidas de eficiência entre os setores reduz a energia utilizada para fornecer serviços de energia, sem reduzir os próprios serviços.

Bridge Scenario da AIE (mantém o mundo no caminho para o limite de 2°C até 2025, mas é preciso se fazer mais após 2025)

A AIE desenvolveu o Bridge Scenario para contribuir com discussões práticas sobre as opções de mitigação de GEE no curto prazo entre os governantes e planejadores de negócios. O objetivo do Bridge Scenario é facilitar a adoção de métodos através dos quais o movimento em direção a um pico nas emissões globais de GEE relacionadas à energia pode ser alcançado por cada país ou região individualmente. Este cenário não é, por si só, um caminho para o objetivo de 2°C – novos desenvolvimentos tecnológicos e políticas públicas para esse caminho são definidos no cenário WEO 450.

WEO 450ppm Scenario da AIE (projetado para limitar o aquecimento a 2°C)

O cenário WEO 450 adota uma abordagem diferente. “Adota um resultado especificado: a realização das ações necessárias no setor de energia para limitar o aumento da temperatura média global no longo prazo (com uma probabilidade de 50%) a 2°C e oferece os passos para alcançar este objetivo”.²⁵ São necessários muitos esforços individuais para reduzir as emissões de CO₂ relacionadas à energia de 2015 a 2040, incluindo a implantação mais robusta de tecnologias conhecidas e disponíveis em escala comercial hoje, que gerarão cerca de 60% de redução nas emissões; a construção de nova capacidade nuclear; e rápida expansão do CCS após 2025, acompanhando o ritmo de expansão da capacidade de geração a gás entre 1990 e 2010.

ETP 2DS Scenario da AIE (projetado para limitar o aquecimento a 2°C)

A AIE publica anualmente o relatório “Energy Technology Perspectives” (ETP), em que faz uma análise de cenários do desenvolvimento e implantação de tecnologias de baixo carbono em vários setores. O ETP 2016 estabelece um caminho para o desenvolvimento de um sistema energético e uma trajetória de emissões que sejam consistentes com a limitação do aumento da temperatura média global a 2°C. O 2DS determina uma meta de corte de quase 60% no CO₂ até 2050 (em comparação com 2013), seguido pelo declínio contínuo após 2050 até que a neutralidade do carbono seja atingida.

²² PNUMA, *Best Practices and Case Studies for Industrial Energy Efficiency Improvement*. Fevereiro de 2016.

²³ AIE, *World Energy Model Documentation 2015 Version*, 2015.

²⁴ AIE, “Energy and Climate Change”, 2015.

²⁵ Ibid.

Outros cenários de 2°C

RÉmap (2016) da International Renewable Energy Agency (IRENA)

Este cenário descreve um plano para dobrar a parcela de renováveis no mix mundial de energia até 2030. Uma parcela de geração renovável precisa subir dos atuais 18% para 36% até 2030, e as energias renováveis “modernas” precisam ser quadruplicadas devido à descontinuação dos usos tradicionais da energia gerada a partir de biomassa (por exemplo, lenha). “O Rémap determina o potencial realista para que países, regiões e o globo expandam as energias renováveis, começando com análises individuais de países, realizadas em colaboração com especialistas do país, e depois agregando esses resultados para chegar a um quadro global. A análise abrange 40 países que juntos representam 80% do uso global de energia. O roteiro se concentra não apenas nas tecnologias de energia renovável, mas também nas opções de tecnologia para aquecimento, refrigeração e transporte. Ao determinar o potencial para ampliar as energias renováveis, o Rémap se trabalha com os possíveis caminhos tecnológicos”.²⁶

Greenpeace Advanced Energy [R]evolution (5ª Edição)

Este cenário estabelece um caminho ambicioso em direção a um sistema de energia totalmente descarbonizado até 2050. O cenário traz a necessidade de importantes esforços adicionais ao cenário de base Energy [R]evolution (também coberto na última edição do *Advanced Energy [R]evolution* do Greenpeace). É baseado no cenário de base, que inclui esforços importantes para a exploração de oportunidades de eficiência energética, juntamente com a integração em larga escala de fontes renováveis, biocombustíveis e hidrogênio no mix de energia. O cenário avançado exige esforços muito maiores para levar os sistemas de energia a um suprimento de energia 100% renovável. Os caminhos do consumo permanecem semelhantes, mas a introdução mais rápida dessas tecnologias leva à descarbonização completa. O World Energy Outlook 2014 Current Policies Scenario da AIE serve como referência.

Deep Decarbonization Pathway Project (DDPP)

O DDPP preenche uma lacuna no diálogo sobre política climática, fornecendo, na forma de caminhos profundos para a descarbonização (DDPs), um entendimento claro e tangível do que será necessário para os países reduzirem emissões, em linha com o limite de 2°C. “O protocolo do DDPP vem sendo desenvolvido e utilizado por um consórcio liderado pelo Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI) e pela Sustainable Development Solutions Network (SDSN). O DDPP é uma colaboração global de equipes de pesquisa científica das principais instituições de pesquisa em 16 dos maiores países emissores de gases de efeito estufa do mundo: Austrália, Brasil, Canadá, China, França, Alemanha, Índia, Indonésia, Itália, Japão, México, Rússia, África do Sul, Coreia do Sul, Reino Unido e EUA”.²⁷ As equipes de pesquisa desenvolveram esses modelos de mudança, setor por setor e ao longo do tempo, para cada infraestrutura física dos 16 países, a fim de informar os tomadores de decisão sobre os requisitos tecnológicos e de custo das diferentes opções para atender à meta de redução de emissões de seu país. Os DDPs começam com uma meta de emissões para 2050 e determinam as etapas necessárias para atingir esta meta. Esta ferramenta, portanto, permite ao usuário criar vários caminhos de 2°C.

IPCC RCP 2.6

O IPCC se baseia em um grupo de peritos reunidos em equipes de desenvolvimento de cenários acadêmicos em todo o mundo, muitas delas organizadas no consórcio de modelagem de avaliação integrada (IAMC). As equipes já produziram um conjunto de cenários de concentração de GEE que geram uma série de resultados de aquecimento. Os cenários podem ser encontrados no último relatório do IPCC (AR5), e em bancos de dados online e planilhas com variáveis de entrada e saída. Essa gama diversificada de modelos mostra que existem vários caminhos para se limitar o aquecimento a 2°C, incluindo descarbonizar o setor de energia em meados do século, eletrificar o maior número possível de serviços de energia, substituir o uso residual de combustíveis fósseis nos transportes, na construção e na indústria por biocombustíveis e alcançar emissões negativas no setor de uso do solo (‘sumidouros de carbono’) até o final do século.

²⁶International Renewable Energy Agency (IRENA), *Remap*. 2016.

²⁷ Deep Decarbonization Pathways Project (DDPP), “About,” *DDPP*, 2016.

Assim como nos cenários da AIE, e por vezes indo além deles, os cenários de 2°C exibidos no [Box A2](#):

- estão disponíveis para o público, são revisados por pares e geralmente utilizados/referenciados,
- são fundamentados por conjuntos de dados disponíveis para o público que trazem dados nos níveis global, regional e nacional, e
- em alguns casos, estão vinculados a ferramentas funcionais (por exemplo, visualizadores, calculadoras e/ou ferramentas de mapeamento) que podem ser aplicadas pelas organizações.

c. Contribuições Nacionalmente Determinadas e a importância de cenários de 2°C

Ao analisar a resiliência aos riscos de transição, a administração, os acionistas e analistas da organização devem levar em consideração, como ponto de partida, as medidas e os resultados declarados dos planos de NDC dos governos. Em alguns casos, os NDCs são formulados com base em aspectos das políticas públicas do país para o que constitui um caminho prático e sólido para uma economia de baixo carbono, segundo os requisitos de segurança energética.

Embora um primeiro e importante passo seja incluir as metas de NDC na análise de cenários, deve-se observar o seguinte:

- Os NDCs atuais não são suficientes para cumprir o objetivo determinado no Artigo 2 do Acordo de Paris e acordado entre os 195 países signatários ("manter o aumento na temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação à era pré-industrial e enviar esforços para limitar tal aumento a 1,5°C").²⁸
- Os NDCs atuais expiram em 2030 (alguns antes de 2030) e atingem apenas um limite de aquecimento esperado de 2,7°C.
- O Artigo 4 do Acordo de Paris introduz o requisito de "ajuste" para que os países comuniquem NDCs aprimoradas a cada cinco anos (isto é, além do que se comprometeram atualmente a fim de alcançar os objetivos do Acordo abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais).

É importante, portanto, que todas as organizações apliquem um cenário de 2°C em suas análises. O cenário de 2°C serve como um ponto de referência comum que geralmente está alinhado aos objetivos do Acordo de Paris e ajuda os investidores e analistas a avaliar a possível magnitude e o prazo das implicações relacionadas à transição para organizações individuais, para diferentes organizações dentro de um setor e para diferentes setores.

Nesse contexto, é importante destacar vários pontos do texto enviado para a Força-tarefa pelo Instituto Grantham:²⁹

...está se tornando cada vez mais arriscado para as empresas fixar todas as estratégias de negócios na suposição de que a descarbonização extensiva não ocorrerá, por exemplo, com base na falta de vontade política (principalmente ao se olhar para o passado).

É provável que todas as empresas precisem responder à pergunta-chave "qual estratégia já existe para se fazer a transição dos modelos de negócios para modelos que mantenham o valor quando políticas climáticas ambiciosas estiverem em vigor?" Perguntas semelhantes relacionadas à exposição a riscos físicos e modelos de negócios que resistam ao futuro terão de ser formuladas, variando de acordo com a exposição dos diferentes setores.

²⁸ Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, "O Acordo de Paris", dezembro de 2015.

²⁹ Dimitri Zenghelis and Nicholas Stern, [The importance of looking forward to manage risks: submission to the Task Force on Climate-Related Financial Disclosures](#), Policy Paper, junho de 2016.

A resiliência exige estratégias prospectivas de gestão de riscos e hedge. Além de responder à pergunta “qual é o seu cenário mais provável?” os investidores precisam buscar a pergunta “o será feito em cenários alternativos, como um mundo de zero emissões líquidas?” A resposta coloca os participantes do mercado em uma melhor posição para avaliar o valor de mercado.

d. Comparação de parâmetros e sinalizações relevantes

Uma comparação entre os cenários da AIE e outros, seus modelos e ferramentas relacionados e suas premissas subjacentes é apresentada na [Figura A4](#) (p. 22) A figura não inclui os cenários WEO Current Policies e New Policies da AIE, uma vez que não modelam explicitamente a transição para uma economia de baixo carbono. Pelo contrário, modelam versões alternativas de “condições normais de negócios”.

Analisando a faixa de 2°C e outros cenários de transição da AIE, do DDPP, da IRENA e do Greenpeace, vários fatores-chave ou sinalizações parecem relevantes para as organizações analisarem ao construir, utilizar e avaliar vários cenários ([Figura A5](#)p. 23) Esses direcionadores e indicadores também podem ser monitorados pelas organizações para avaliar o surgimento ou a mudança de diferentes caminhos de transição e as implicações para as organizações em relação a esses indicadores. Por exemplo, é provável que as informações desse monitoramento sejam um importante dado de entrada no processo de planejamento estratégico da organização, além de contribuir para o ajuste contínuo de cenários a fim de refletir tendências e condições emergentes.

A	Introdução
B	Análise de Cenários
C	Como Desenvolver e Aplicar a Análise de Cenários
Anexos	

Figura A4

Resumo dos cenários de transição e suas premissas subjacentes

Cenário	Descrição do cenário		Detalhes do modelo				
	Intervalo de impacto da temperatura e % de probabilidade	Fonte e visualização de dados	Modelo	Premissa subjacente: População	Premissa subjacente: Economia	Detalhes: Fontes de emissões não energéticas ³⁰	Detalhes: Prazo
Cenário IEA WEO 450	2°C, com probabilidade de cerca de 50%	IEA Special Report: Energy and Climate Change e WEO 2014	World Energy Model (WEM) da AIE	A população mundial cresce 0,9% ao ano, de 7 bilhões em meados de 2012 para 9 bilhões em 2040 (WEO 2014, pp. 42-44)	Presume-se que o PIB mundial cresça a uma taxa de 3,4% entre 2012-2040 (WEO 2014, pp. 39-42)	Não (p. 35)	2012-2040
ETP 2DS Scenario	2°C, com probabilidade de cerca de 50% (p. 29)	ETP (Energy Technology Perspectives) 2016	ETP Model	A população mundial cresce de 7,1 bilhões em 2013 para 9,4 bilhões em 2050 (p. 385)	O crescimento médio do PIB mundial para 2013-2050 é de 3,2% (p. 385)	Sim (p. 29)	2013-2050
Deep Decarbonization Pathway Project (DDPP)	Consistente com... aquecimento de menos de 2°C com uma probabilidade de mais de 50%	DDPP 2015 Report		Crescimento populacional expandido de 17% entre 2010-2050 nos 16 países (p. 6)	Taxa média global de crescimento do PIB de 3,1% ao ano (pp. 4-5)	“Algumas análises individuais por país consideram outras fontes de emissão de carbono que não sejam energia” (p. 4)	2010-2050
IRENA REmap	2°C, se a faixa inferior de redução das emissões de CO ₂ for alcançada (p. 42)	IRENA: Roadmap for a Renewable Energy Future (Remap): 2016 edition & IRENA Working Paper: Synergies between Renewable Energy and Energy Efficiency		O crescimento populacional entre 2010-2030 para 8 países significativos está na tabela 3 do artigo ‘Synergies’ do IRENA.	As alterações no PIB entre 2010-2030 para 8 países significativos estão na Tabela 3 do artigo ‘Synergies’ do IRENA.	“O uso de energia da agricultura, silvicultura e pesca, bem como o uso não energético são excluídos” p. 27, 2016 REmap Paper	2010-2030
Greenpeace Advanced Energy [R]evolution	A meta é manter o aumento das temperaturas abaixo de 2°C (p. 59)	Greenpeace Energy [R]evolution (5a Edição)		Espera-se que a população mundial cresça 0,8% ao ano em média entre 2015-2050, de 7,3 bi em 2009 para cerca de 9,5 bi em 2050.	Taxa média global de crescimento anual do PIB de 3,1% entre 2012-2050	Sim – a demanda final de energia inclui o uso não energético (p. 317)	2012-2050
IEA WEO Bridge Scenario	Procurar “manter aberta a porta do objetivo de 2°C” durante a transição energética. Nota: este, por si só, NÃO é um cenário de 2°C.	IEA Special Report: Energy and Climate Change	World Energy Model (WEM) da AIE	Espera-se que a população mundial cresça 0,9% ao ano, de 7 bilhões em meados de 2012 para 9 bilhões em 2040 (WEO 2014, pp. 42-44)	Presume-se que o PIB mundial cresça a uma taxa de 3,4% entre 2012-2040 (WEO 2014, pp. 39-42)	Não (p. 35)	2012-2030
IEA WEO INDC Scenario	Até 2040, todo o orçamento restante de carbono para uma mudança de 50% dos 2°C será utilizado. Se não houver uma ação mais robusta após 2030, aquecimento de 2,6°C até 2100 e 3,5°C após 2200 (p. 12)	IEA Special Report: Energy and Climate Change and Data/Tables	World Energy Model (WEM) da AIE	Espera-se que a população mundial cresça 0,9% ao ano, de 7 bilhões em meados de 2012 para 9 bilhões em 2040 (WEO 2014, pp. 42-44)	Presume-se que o PIB mundial cresça a uma taxa de 3,4% entre 2012-2040 (WEO 2014, pp. 39-42)	Não (p. 35)	2012-2030

³⁰ Nota: Uma fonte importante e não energética de emissões é a contribuição projetada para as emissões de GEE a partir do uso do solo, de mudanças no uso do solo e da silvicultura, que, para alguns países, podem ser muito significativas (AIE, “[Energy and Climate Change: Special Briefing for COP21](#)”. 2015).

Figura A5

Comparação de parâmetros e sinalizações relevantes dentro dos cenários de transição

		Cenário					
		IEA WEO 450 cenário	ETP 2DS cenário	Deep Decarbonization Pathway Project (DDPP)	IRENA REmap	Greenpeace Advanced Energy [R]evolution	
Principais direcionadores/sinalizações	Políticas públicas e demanda	Eficiência energética	- Forte ação política relacionada à eficiência	- Cerca de 5100 GW de capacidade nova são evitados entre 2016 e 2050. - Uma redução na intensidade energética de quase dois terços é presumida entre 2013 e 2050. (p. 31)	- A intensidade energética média do PIB para os 16 países do DDPP como um todo cai 64% de ~8,2MJ/\$ em 2010 para 3 MJ/\$ em 2050.(p. 9) - A intensidade média de carbono da energia elétrica cai de ~530 gCO ₂ /kWh em 2010, para ~40gCO ₂ /kWh em 2050. (p. 9)	- O setor de construção gera as maiores economias de energia. (p. 22, artigo sobre Sinergias) - Os ganhos de eficiência a partir da entrada em operação do REmap manteriam o Abastecimento Total de Energia primária global 5% abaixo do nível de 2010. (p. 27, artigo sobre Sinergias)	- Medidas de eficiência nos setores industrial, residencial e de serviços evitam a geração de cerca de 16.700 TWh/a (até 2050) (p. 13)
		Preços do CO ₂	- Após 2020, é adotado o preço do CO ₂ nos países da OCDE. - Os subsídios para combustíveis fósseis são retirados em todas as regiões, exceto no Oriente Médio, até 2035. Os preços do CO ₂ na maior parte dos mercados da OCDE sobem de ~\$20/t em 2020 para \$140/t em 2040 (p. 45, WEO 2014)	As premissas são de que, nos EUA, os impostos sobre o carbono são aplicados em 2020 a uma taxa de \$35/tCO ₂ , e aumentem de forma linear para \$210/tCO ₂ até 2050. - Quando o nível atual de tributação for mais alto do que este valor, os impostos serão mantidos até que este cronograma atinja este nível.	- Nota: “A escolha dos instrumentos políticos depende das preferências da sociedade”; portanto, nos DDPPs, a importância do preço do carbono de fato varia, embora seja importante ao todo. (pp.39-41)	- Uma faixa de US\$ 17-80/t CO ₂ é projetada para os preços do carbono (p. 26-27, 2016, artigo REmap)	- Ao contrário da edição de 2012, na análise Energy [R]evolution de 2015, o preço do CO ₂ é deixado de lado. (p. 67)
		Demanda de Energia	- A demanda global por energia cresce em média apenas 0,6% ao ano; em 2040, a demanda sobe 17% em relação a 2012.	- A demanda final de energia sobe para 455 EJ até 2050, acima dos 390 EJ em 2014. (p.32)	- Emissões médias/países de renda moderada: Consumo de energia atinge o pico em 2030-40. Consumo de combustíveis fósseis em 2050 = níveis de 2010. (p.15) - Altas emissões/países de alta renda: A demanda final de energia cai 10% abaixo dos níveis de 2010 até 2050. (p. 17)	- A demanda global de energia cresce 30% em 2030, em comparação com os níveis atuais. (p. 14, Remap 2016 Paper)	- Consumo primário de energia cai dos atuais 534.870 PJ/a para 433.000 PJ/a em 2050 (excluindo consumo não energético). (p.92) - Pico de demanda final de energia atingido em 2020, com um total de 355.000 PJ/a. (pp.12-13)
	Tecnologias emergentes	Implementação de energia solar	- Em 2050, presume-se que a energia solar fotovoltaica nos telhados urbanos represente cerca de 47% da energia elétrica global gerada a partir da energia solar fotovoltaica e 9% da energia elétrica consumida nas cidades. (p. 284)	- A produção cumulativa de energia descarbonizada (GW) a partir de energia solar fotovoltaica, em todos os países do DDPP, cresce da seguinte forma: 2010: 1 GW, 2020: 275 GW, 2030: 823 GW, 2040: 1752 GW, 2050: 3254 GW (p. 29)	- A capacidade instalada de energia solar fotovoltaica cresce dos 180 GW em 2014 e dos 780 GW do caso de referência para 1760 GW até 2030 (p. 67, artigo REmap de 2016) - A capacidade de energia solar fotovoltaica aumenta a uma taxa de 99 GW/ano em 2012-2030.	- A energia solar fotovoltaica é responsável por 14% da geração total de energia elétrica até 2030, empregando 10,3 milhões de pessoas. - A geração total aumenta de 1.090 TWh em 2020 para 2.659 TWh em 2025 e 5.067 TWh em 2030. (p. 202)	
		Entrada em operação de veículos elétricos	- A venda de VEs excede 40% do total de vendas de automóveis de passageiros em todo o mundo em 2040. (p. 109, WEO Special Report) - Biocombustíveis avançados e VEs reduzem o consumo de petróleo	- VEs sobem de 1 milhão de unidades em 2016 para 100 milhões até 2030. (p. 253) - Presume-se que o crescimento anual das vendas de VEs se sustente, de 53% em 2014, para	- Produção de VEs (por milhão): 2010: 0, 2020: 32, 2030: 134, 2040: 333, 2050: 650 (p. 29)	- O número de veículos elétricos alcança 160 milhões de unidades em 2030 no cenário Remap, ante 60 milhões no caso de referência e 0,8 milhões em 2013/2014. (p. 102, 2016 artigo do REmap)	

Cenário				
IEA WEO 450 cenário	ETP 2DS cenário	Deep Decarbonization Pathway Project (DDPP)	IRENA REmap	Greenpeace Advanced Energy [R]evolution
em 13,8 mboe por dia em 2040 (p. 123, WEO Special Report)	66% até 2020 e para 39% até 2025. (p. 104)			

Figura A5

Comparação de parâmetros e sinalizações relevantes dentro dos cenários de transição (cont.)

			Cenário				
			IEA WEO 450 scenario	ETP 2DS scenario	Deep Decarbonization Pathway Project (DDPP)	IRENA REmap	Greenpeace Advanced Energy [R]evolution
Principais direcionadores/sinalizações	Tecnologias emergentes	Entrada em operação do CCS <small>(rendimento e armazenamento de</small>	- 80 GW de capacidade produtiva de Petróleo & Gás equipado com CCS em operação até 2025. Entre 2030 e 2040, 580 GW de geração de energia a carvão equipados com CCS. - Até 2040, 80% da capacidade instalada de geração a carvão está equipada com CCS, em comparação com 4% no New Policies Scenario.	- Projeção de 540 MtCO ₂ armazenado por ano em 2025. (p.96) - Projeção de 12% da redução acumulada de emissões a partir do CCS, capturando cerca de 3,5 Gt de CO ₂ em todo o mundo em 2050. (p. 39)	- Projeção de crescimento na implantação do CCS de ~3GW em 2020 para ~20 GW em 2030, subindo para ~56 GW em 2040 e 76,7 GW em 2050. (p.37)	(Classifica o CCS como importante, mas não há discussão de impacto específico no cenário)	- “Tecnologias CCS não são implementadas’. (p.60) - As tecnologias de CCS não estão incluídas na Revolução Energética, devido à natureza especulativa de premissas de custos, eficácia e efeitos ambientais (p.67)
		Bioenergia	- O mix de combustíveis é muito mais diversificado até 2040, biocombustíveis representam 17% da demanda mundial de transportes (p.124, WEO Special Report)	- Produção projetada de 56,8 bilhões de litros de biocombustíveis até 2025. (p. 108)	- A produção cumulativa de energia descarbonizada (GW) a partir de da Biomassa, em todos os países do DDPP, cresce da seguinte forma: 2010: 1 GW, 2020: 26 GW, 2030: 105 GW, 2040: 221 GW, 2050: 270 GW	- A demanda por biocombustíveis líquidos atinge 500 bilhões de litros por ano em 2030, se todas as opções do REmap forem implementadas. (p. 108, artigo do REmap de 2016) - A capacidade instalada de bioenergia é de 430 GW até 2030. (p. 67, 2016 artigo do REmap)	- O calor gerado a partir da biomassa aumenta de 31.404 PJ em 2020 para 34.909 PJ em 2025 e 36.623 PJ em 2030. (p. 203)
	Mix de energia	% de Renováveis	- As fontes renováveis variáveis aumentam de 3% da geração global de energia elétrica em 2015 para mais de 20% até 2040. (p. 109, WEO Special Report)	- A intensidade de CO ₂ da energia elétrica cai de 528 g CO ₂ /kWh em 2013 para menos de 40 g de CO ₂ /kWh em 2050,por meio da entrada em operação da geração de baixo carbono.	- Espera-se que o investimento anual em tecnologia de baixo carbono como proporção do PIB (%) cresça nos países do DDPP: 0,8% em 2020, 1,2% em 2030, 1,3% em 2040, 1,3% em 2050. (p.32)	- 45% da geração de energia no cenário REmap para 2030 utiliza tecnologia renovável (23% em 2014), em comparação com 30% no caso de referência. (p. 54, 2016 artigo do REmap)	- 45% da geração de energia no cenário REmap para 2030 utiliza tecnologia renovável (23% em 2014), em comparação com 30% no caso de referência. (p. 54, 2016 artigo do REmap)

		Nuclear	<ul style="list-style-type: none"> - A capacidade nuclear global mais que dobra, para 862 GW em 2040, 38% a mais do que no New Policies Scenario. (p. 406) - O desenvolvimento depende de cerca de \$81 bilhões/ano em investimentos em novas usinas nucleares no período de 2014-2040. (p. 406) 	<ul style="list-style-type: none"> - Crescimento projetado da capacidade nuclear global sobe de 403 GW em 2016 para 553 GW até 2025. (p. 90) 	<ul style="list-style-type: none"> - A produção cumulativa de energia descarbonizada (GW) a partir de da tecnologia Nuclear, em todos os países do DDPP, cresce da seguinte forma: 2010: 2 GW, 2020: 53 GW, 2030: 259 GW, 2040: 632 GW, 2050: 1053 GW (p. 29) 	<ul style="list-style-type: none"> - No cenário REmap, a capacidade instalada de energia Nuclear cresce de 370 GW em 2014 para 600 GW até 2030, mas fica abaixo dos 600 GW do Caso de Referência para 2030. (p. 67, 2016 artigo do REmap) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nenhuma nova usina nuclear será construída em todo o mundo nos Energy [R]evolution Scenarios. (p. 122)
Resultados		Emissões de CO₂	<ul style="list-style-type: none"> - As emissões de CO₂ relacionadas à energia atingem o pico de 33 Gt até 2020, depois caem para 25,4 Gt em 2030 e 19,3 Gt em 2040 (quase 50% menos em comparação com o New Policies Scenario). 	<ul style="list-style-type: none"> - As emissões de CO₂ no 2DS são reduzidas para 15 Gt em 2050, menos da metade do valor atual. (p. 28) 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissões cumulativas relacionadas à energia variam entre 805-847Gt CO₂ até 2050. (pp. 17-18) 	<ul style="list-style-type: none"> - A extremidade inferior desta faixa (redução de CO₂) é suficiente para manter o mundo em um caminho de 2°C (pp. 41-42, artigo do REmap 2016) 	<ul style="list-style-type: none"> - 100% de descarbonização da energia renovável em todo o sistema energético até 2050. - Emissões globais de CO₂ se estabilizam até 2020 e depois passam a cair constantemente. - O total de emissões cumulativas de CO₂ é de 667 Gt entre 2012 e 2050. (p. 15)

e. Resultados dos Cenários de Transição

Os cenários de transição resumidos acima trazem dados, resultados gráficos, análises e resultados para os principais parâmetros globais, regionais, e por vezes também nacionais e setoriais.

Além disso, muitos dos cenários de transição já publicados são acompanhados por ferramentas funcionais e painéis que podem ajudar as organizações a acessar as informações de maior relevância. Por exemplo, a ferramenta DDPP (e também a Calculadora Global desenvolvida pelo governo do Reino Unido.³¹) permite que os usuários realizem análises do tipo “e se”, modificando determinados parâmetros e premissas de entrada. No entanto, é necessário o desenvolvimento de mais ferramentas de suporte e interfaces de usuário para facilitar a aceitação da análise de cenários pelas organizações, reduzir os custos da análise de cenários e garantir que os investidores consigam comparar os dados.

2. Cenários físicos

A ciência e os resultados dos modelos climáticos globais também podem servir de suporte para as avaliações das organizações sobre os impactos físicos mais amplos das mudanças climáticas (por exemplo, temperatura, precipitação e seca) e as consequências financeiras associadas a eles. Como ilustração, uma análise recente realizada pelo MIT de seis Modelos de Avaliação Integrada (que modelam interações entre emissões antropogênicas de gases de efeito estufa em sistemas climáticos e impactos das mudanças climáticas em sistemas socioeconômicos) constatou que os resultados climáticos, como a temperatura global, são altamente comparáveis entre os modelos. O trabalho do MIT e outras experiências sugerem que planejadores de negócios, analistas financeiros e outros podem efetivamente utilizar os resultados dos modelos climáticos globais na análise de cenários para avaliar as consequências mais amplas dos impactos físicos relacionados ao clima.

Reduzir a escala desses modelos climáticos globais para impactos locais, no entanto, ainda é um trabalho em andamento. Vários governos e instituições financeiras internacionais estão agora utilizando dados “em escala reduzida” de modelos climáticos globais para avaliar novos projetos de infraestrutura. No entanto, muitos modelos climáticos globais ainda têm dificuldades em projetar eventos climáticos extremos com precisão em níveis locais (por exemplo, inundações, padrões de precipitação e secas).

a. Cenários físicos disponíveis para o público

Os quatro RCPs do IPCC são a última geração de cenários que trazem dados de entrada para os modelos climáticos que sustentam o AR5 do IPCC. Esses cenários descrevem os impactos climáticos de uma série de possíveis emissões futuras de GEE e as consequentes trajetórias das concentrações atmosféricas de GEE (Box A3p. 27)

Os cenários RCP fixam a quantidade de concentração de GEE na atmosfera e analisam as mudanças resultantes nas temperaturas globais (e outras variáveis, como a precipitação) em vários pontos futuros (por exemplo, até 2035, meados do século [2046-65] e final do século [2081-2100]) em relação aos níveis pré-industriais.

A Figura A6 (p. 27) ilustra as várias vias de emissão e resultados de temperatura modelados como dados de entrada para o AR5 do IPCC e as resultantes concentrações de CO₂ na atmosfera e mudanças na temperatura média global.

³¹ U.K. Government's International Climate Fund, EU's Climate-KIC, “The Global Calculator tool,” The Global Calculator.

IPCC Representative Concentration Pathway (RCP) Scenarios

O **RCP8.5** é o cenário de altas emissões, consistente com um futuro sem mudanças de políticas públicas para reduzir as emissões e caracterizado pelo aumento das emissões de GEE que levam a altas concentrações atmosféricas de GEE. Está amplamente alinhado ao Current Policies or Business-As-Usual Scenario.

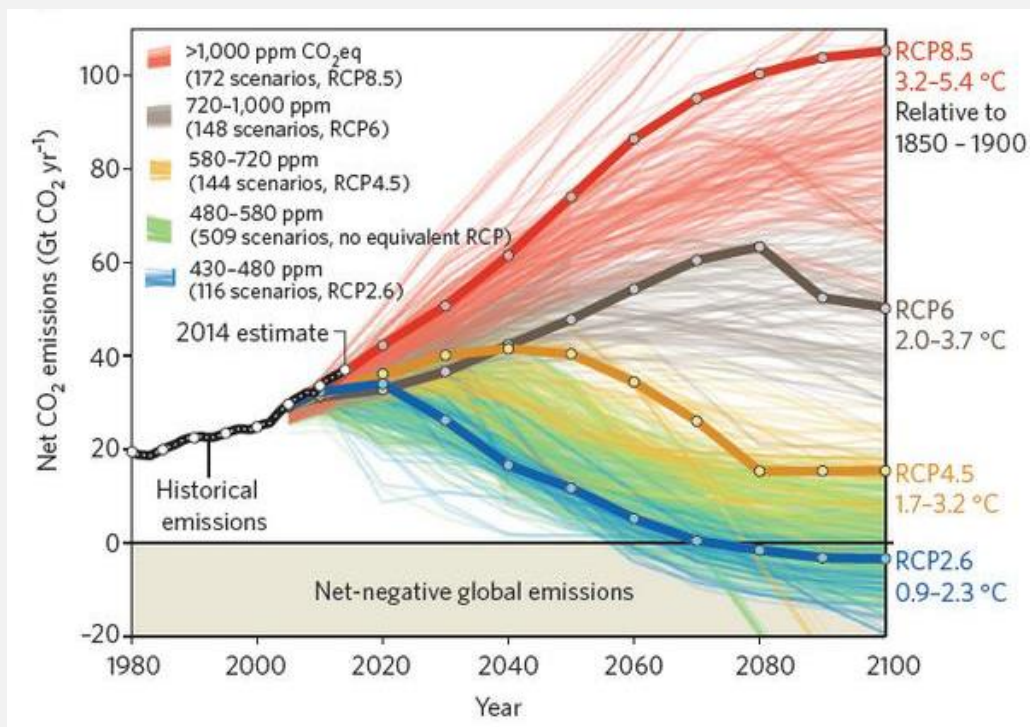
O **RCP6.0** é um cenário de emissões altas a intermediárias, em que as emissões de GEE atingem o pico por volta de 2060 e depois diminuem ao longo do século.

O **RCP4.5** é um cenário de emissões intermediárias, consistente com um futuro com reduções de emissões relativamente ambiciosas, e as emissões de GEE aumentam ligeiramente antes de começar a cair por volta de 2040. Apesar das ações de redução de emissões relativamente ambiciosas, o RCP4.5 fica aquém do objetivo de 2°C/1,5°C determinado no Acordo de Paris. Está amplamente alinhado com o perfil de emissões de GEE que resultaria da implementação dos NDCs de 2015 (até 2030), seguido rapidamente pelo pico e, em seguida, redução das emissões globais em 50% até 2080.

O **RCP2.6** é o único cenário do IPCC em conformidade com o objetivo declarado de limite de 2°C/1,5°C do Acordo de Paris. Esse RCP é consistente com a redução ambiciosa das emissões de GEE, que atingem o pico por volta de 2020, depois diminuem de forma linear e se tornam negativos antes de 2100.

Figura A6

Caminhos de emissões de CO₂, e resultados de temperatura nos cenários AR5 RCP do IPCC



Fonte: Sabine Fuss, et al., "Betting on negative emissions," Nature Climate Change 4 (10), setembro de 2014, pp. 850–853.

Os dados e os resultados dessa modelagem estão disponíveis no CMIP5, O Coupled Model Inter-comparison Project Phase 5.³² Um resumo do CMIP5 pode ser encontrado no [Box A4](#). Os dados estão disponíveis para o público e são utilizados por muitas organizações, pesquisadores acadêmicos e consultores e profissionais especializados em suas avaliações dos possíveis impactos de primeira, segunda e terceira ordens das mudanças climáticas.

b. Comparação de sinalizações relevantes

Os cenários físicos ou RCPs do AR5 do IPCC refletem uma gama de emissões de GEE e caminhos de concentração e os consequentes resultados de temperatura. Os resultados da modelagem, tais como aqueles contidos no arquivo CMIP5, fornecem dados climáticos projetados para o intervalo de variáveis de cada um dos RCPs.

Box A4

Resumo do CMIP5

O CMIP5 promove um conjunto padrão de simulações de modelo para avaliar se os modelos são realistas na simulação do passado recente; para fazer projeções de mudanças climáticas futuras em duas escalas de tempo, de curto prazo (até cerca de 2035) e longo prazo (até 2100 e além); e para entender alguns dos fatores responsáveis pelas diferenças nas projeções dos modelos, incluindo a quantificação de alguns *feedbacks* importantes, como os que envolvem nuvens e o ciclo do carbono.³³

Os resultados médios de vários modelos dos conjuntos de dados do CMIP5 podem ser utilizados para a realização de avaliações físicas do impacto das mudanças climáticas. Utilizando esses dados, as organizações podem rastrear os resultados para as seguintes variáveis em 2030, 2050 e além:³⁴

- temperatura
- precipitação
- seca
- tempestades
- incêndios florestais
- furacões/ciclones
- tufões
- inundações
- oferta e demanda de água
- aumento do nível do mar
- deslizamentos de terra

Para as organizações que desejam entender sua exposição estressada a riscos plausíveis de mudanças climáticas físicas no período que vai de hoje até meados do século, considerar cenários consistentes com o RCP8.5 provavelmente será mais útil (refletindo mais de perto um caminho de condições normais de negócios, em linha com falhas na implementação adequada dos NDCs).

Os resultados indicativos da modelagem desses dois cenários RCP são demonstrados na [Figura A7](#) (p. 29). Os dados mostram alguns dos recursos globais de mapeamento já disponíveis para as organizações, tanto do próprio IPCC quanto de outras organizações que utilizaram dados de modelagem do IPCC para desenvolver ferramentas de mapeamento que sejam fáceis de usar. Ao realizar análises físicas de cenários relacionados ao clima, as organizações podem obter dados de alto nível a partir desses mapas e complementá-los com dados específicos locais ou regionais do conjunto de dados do CMIP5 e os resultados de estudos relacionados extraídos de muitos trabalhos de pesquisa acadêmica que fundamentaram o trabalho do IPCC, inclusive trabalhos de pesquisa específicos para regiões ou países individuais; para impactos/variáveis climáticas individuais, inclusive sobre a gravidade e a frequência de eventos climáticos extremos; e para impactos em indústrias específicas (por exemplo, o impacto na produção agrícola dentro de um país específico).

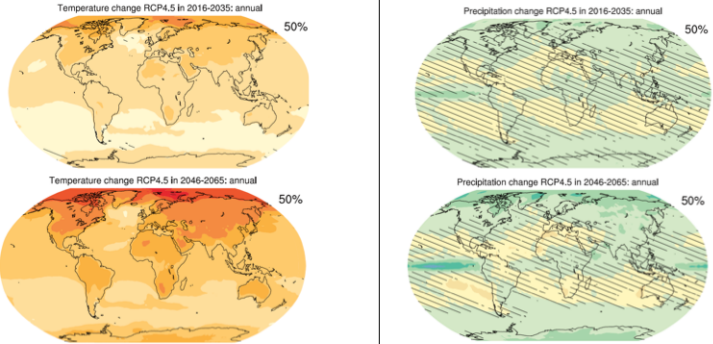
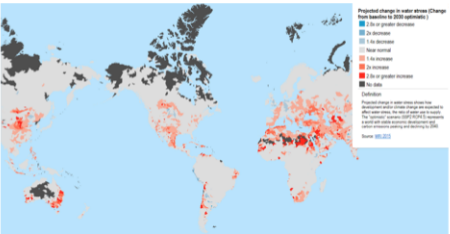
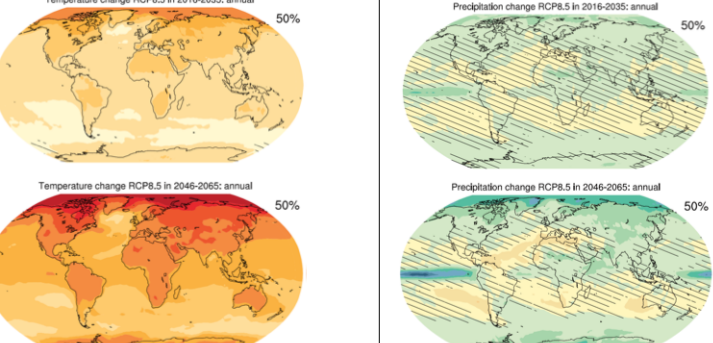


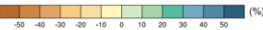
³² O CMIP foi estabelecido pelos principais grupos de modelagem climática em todo o mundo em 1995, para promover um novo conjunto de experimentos coordenados de modelos climáticos. O CMIP Phase 5 forneceu os principais resultados e acesso aos dados de 28 centros de modelagem que fundamentaram o 5º Relatório de Avaliação do IPCC, gerando projeções de mudanças climáticas futuras segundo cada um dos RCPs (World Climate Research Programme, [CMIP5](#), 2016).

³³ Ibid.

³⁴ Algumas variáveis, como incêndios florestais, também contam com o uso de conjuntos de dados à parte do CMIP5.

Figura A7

Comparação de sinalizações relevantes dentro dos cenários climáticos físicos

Key Drivers / Signposts			
Surface Temperature Change	Precipitation & Water Supply		Sea Level Change
Indicative change in average surface temperature (2016-2035 and 2046-2065)	Indicative precipitation maps (2016-2035 and 2046-2065)	Indicative water supply and demand map 2030	Projected ensemble mean sea level change (model projection averages) from 1986-2005 to 2081-2100
IPCC 5AR RCP 4.5		 <p>Taken from: WRI (2016), Aqueduct Water Risk Atlas (www.wri.org/applications/maps/aqueduct-atlas/)</p>	Maps detail global variations in sea level rise, with darker indicating the largest increase. In RCP 4.5, sea level rise peaks at 0.3m in some regions. Increases are particularly concentrated around the 30° regions, while Antarctic region shows the smallest change.
IPCC 5AR RCP 8.5		 <p>Taken from: WRI (2016), Aqueduct Water Risk Atlas (www.wri.org/applications/maps/aqueduct-atlas/)</p>	Maps detail global variations in sea level rise, with the darkest colours indicating the largest increases. In RCP 8.5, sea level rise peaks at 0.8m in some regions. Increases are particularly concentrated in the Southern Hemisphere. There are some small areas which experience reductions in sea level.
Scale	 (°C)	 (%)	

Fonte: IPCC, [Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections Supplementary Material RCP4.5 and RCP 8.5](#) [van Oldenborgh, G.J., M. Collins, J. Arblaster, J.H. Christensen, J. Marotzke, S.B. Power, M. Rummukainen e T. Zhou (eds.)]. 2013. In: [Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change](#) [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex e P.M. Midgley (eds.)].

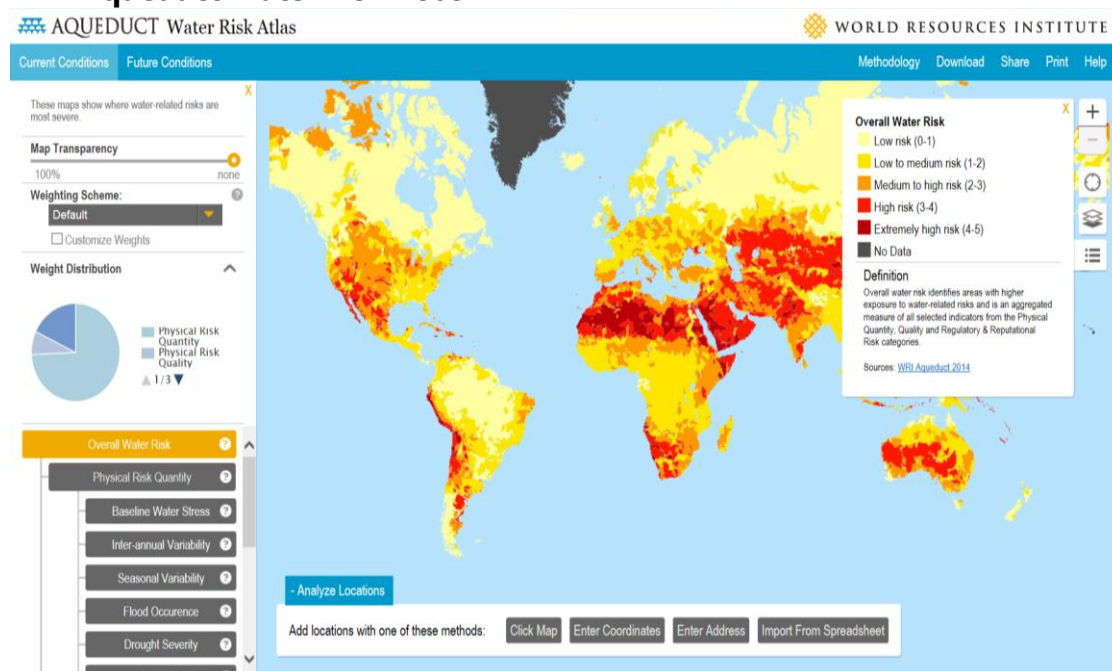
c. Tipos de ferramentas e recursos de avaliação de risco físico

Além dos resultados de modelagem da aplicação dos cenários de RCP do IPCC mostrados acima, extraídos do conjunto de dados do CMIP5, várias outras ferramentas estão disponíveis para as organizações fundamentarem suas avaliações de impactos e riscos físicos do clima nos níveis global, regional, nacional e local.

O WRI Aqueduct Atlas (Figura A8) é uma ferramenta de mapeamento de riscos que “ajuda empresas, investidores, governos e outros usuários a entender onde e como os riscos e oportunidades hídricos estão surgindo em todo o mundo. O Atlas utiliza uma metodologia robusta, revisada por pares, e os melhores dados disponíveis para criar mapas globais em alta resolução e customizáveis dos riscos hídricos”.

Figura A8

WRI Aqueduct Water Risk Atlas



Fonte: World Resources Institute (WRI), [Aqueduct: Measuring and Mapping Water Risk](#), 2016.

Além da ferramenta WRI Aqueduct, outras ferramentas incluem o seguinte:

- A WBCSD Water Tool³⁵ é um recurso multifuncional para as empresas identificarem oportunidades e riscos hídricos, incluindo uma apostila (para inventários, principais indicadores para divulgação e métricas), uma funcionalidade de mapeamento, além de compatibilidade com o Google Earth. A ferramenta serve de apoio para organizações que operam em vários países, sejam elas iniciantes na gestão hídrica ou como parte de uma estratégia de resiliência no longo prazo. As organizações podem comparar locais com base em disponibilidade hídrica, saneamento, população e biodiversidade.
- O portal de dados da ferramenta GAEZ Agri da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) é baseado na metodologia de Zonas Agroecológicas Globais (GAEZ) para avaliar os recursos e o potencial da agricultura.³⁶ O portal de dados é uma coleção de bancos de dados e resultados de estudos, incluindo a opção de

³⁵ WBCSD, “[Global Water Tool](#),” 2015.

³⁶ Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), “[Global Agro-Ecological Zones](#),” 2017.

visualização. A ferramenta foi atualizada em 2014 para incluir os RCPs, desenvolvidos para o AR5 do IPCC, que permitem aos usuários prever mudanças nos rendimentos, na produção e em outros resultados oriundas das mudanças climáticas.

Um número cada vez maior de governos nacionais e institutos nacionais de meteorologia estão fazendo projeções locais e nacionais das mudanças climáticas e avaliando e preparando kits de ferramentas que podem formar pontos de referência e gerar recursos que as organizações podem utilizar. Alguns exemplos incluem:

- O U.K. Climate Impacts Programme (UK CIP) reúne registros climáticos históricos e projeções climáticas futuras. As projeções climáticas abrangem cenários de baixas, médias e altas emissões e podem ser visualizadas por meio de uma interface online e um relatório informativo associado. O UKCP09 Weather Generator traz projeções do clima diário futuro utilizando uma linha de base de dados de 5 km de 1961 a 1995, produzindo projeções para períodos futuros específicos.
- O U.S. Interagency Archive of Downscaled Climate Data disponibiliza um arquivo com o histórico simulado da climatologia e hidrologia futura; é mantido no Lawrence Livermore National Lab por um consórcio de parceiros federais e não federais. As informações disponíveis neste arquivo são gratuitas e abertas a todos.
- Na França, a pesquisa climática é liderada pelo programa Management and Impacts of Climate Change (GICC). A Meteo-France é o principal fornecedor de projeções climáticas para até 2100, cobrindo temperatura, precipitação e velocidades do vento, alinhadas com os RCPs do IPCC. As projeções são feitas para o médio (2021-2050) e longo prazos (2071-2100). Utilizando modelos regionalizados, foi possível chegar a uma resolução de cerca de 12 km.
- Recursos semelhantes são disponibilizados em outros países, incluindo, entre outros, Austrália, Canadá, Alemanha, Japão, Holanda e África do Sul.

Anexo 2: Glossário

Adaptação: Prever os efeitos adversos das mudanças climáticas e tomar as medidas apropriadas para prevenir ou minimizar os danos que elas podem causar ou aproveitar as oportunidades que podem surgir.³⁷

Condições normais de negócios (do inglês “business-as-usual”, ou BAU): As projeções de condições normais de negócios são baseadas na premissa de que as práticas e políticas operacionais permanecem como estão hoje. Embora os cenários de base possam incorporar alguns recursos específicos dos cenários de BAU (por exemplo, o banimento de uma tecnologia específica), os cenários de BAU sugerem que não existam práticas ou políticas além das atuais.³⁸

Captura e armazenamento de carbono (CCS): Tecnologia que pode capturar as emissões de dióxido de carbono (CO₂) produzidas a partir do uso de combustíveis fósseis nos processos industriais e de geração de energia elétrica e armazenar o CO₂ no subsolo, impedindo o CO₂ de entrar na atmosfera.³⁹

Cenário de emissões: Um caminho futuro plausível de emissões provocadas pelo homem (por exemplo, gases de efeito estufa e outros poluentes) e que podem afetar o clima. Esses caminhos são baseados em um conjunto de premissas coerentes e internamente consistentes sobre fatores determinantes (como desenvolvimento demográfico e socioeconômico, mudanças tecnológicas) e seus principais relacionamentos.

Transição energética: Uma mudança de um sistema dominado hoje principalmente por energia baseada em combustíveis fósseis para um sistema que utilize principalmente fontes de energia que sejam renováveis e de baixas emissões, maximizando as oportunidades para aumentar a eficiência energética e gerenciar melhor a demanda por energia.

Fifth Assessment Report (AR5): Relatório publicado pelo IPCC em 2014 que atualiza o conhecimento sobre os impactos científicos, técnicos e socioeconômicos das mudanças climáticas.

Modelos gerais de circulação (GCM): Modelos numéricos que representam processos físicos na atmosfera, nos oceanos, na criosfera e na superfície terrestre.

Gases de efeito estufa (GEE): Gases com capacidade de reter o calor quando emitidos na atmosfera. Os gases de efeito estufa incluídos no protocolo de GEE são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PCFs), hexafluoreto de enxofre (SF₆) e trifluoreto de nitrogênio (NF₃).

Modelos de Avaliação Integrada (IAM): Estes modelos buscam integrar o conhecimento de dois ou mais domínios de especialização ou disciplinas acadêmicas. São construídos para lidar com as mudanças climáticas, rastreando emissões, a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, bem como outros sumidouros de carbono, temperatura e outros impactos climáticos decorrentes do aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera e danos resultantes desses impactos climáticos. As emissões decorrem do comportamento econômico, e pode-se sugerir que os cenários das políticas afetem as emissões em várias dimensões.

Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida (INDC): Os INDCs descrevem esforços nacionais para reduzir as emissões e promover o desenvolvimento resiliente ao clima em busca do objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC) e

A
Introdução

B
Análise de Cenários

C
Como Desenvolver e Aplicar a
Análise de Cenários

Anexos

³⁷ European Commission Climate Action, *Adaptation to Climate Change*. 2016.

³⁸ Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), Anexo II: Glossary [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. 2014. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, pp. 117-130.

³⁹ Carbon Capture and Storage Association, “What is CCS?” 2016.

representam um dos principais resultados do Acordo de Paris. Após a ratificação do Acordo de Paris, os INDCs passaram a ser conhecidos como NDCs; consulte o Acordo de Paris..⁴⁰

Agência Internacional de Energia (AIE): Organização autônoma que trabalha para garantir energia confiável, acessível e limpa para seus 29 países membros e outros. A AIE se concentra em quatro áreas principais: segurança energética, desenvolvimento econômico, conscientização ambiental e engajamento.

IPCC: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Fórum internacional de especialistas criado em 1988 e utilizado pelas Nações Unidas para realizar avaliações periódicas que abordam como o clima vai mudar, quais podem ser seus impactos e como podemos reagir..⁴¹

Uso do solo/Mudanças no uso do solo/Silvicultura (LULUCF): Um setor de inventário de gases de efeito estufa que abrange as emissões e remoções de gases de efeito estufa resultantes do uso direto do solo induzido pelo homem, de mudanças no uso do solo e de atividades da silvicultura..⁴²

Mitigação: Esforços para reduzir ou impedir a emissão de gases de efeito estufa. Mitigação pode significar o uso de novas tecnologias e energias renováveis, tornando os equipamentos antigos mais eficientes em termos energéticos, ou modificando as práticas de gestão ou o comportamento do consumidor.

Organizações: O termo “organizações”, neste relatório, se refere a organizações financeiras e não financeiras.

Acordo de Paris: Em 2015, os signatários do Acordo de Paris concordaram em manter o aumento na temperatura global bem abaixo de 2°C neste século em comparação com a era pré-industrial e envidar esforços para limitar tal aumento a 1,5°C. O acordo exige que todas os signatários proponham “Contribuições Nacionalmente Determinadas”(NDCs). Também será realizado um inventário global a cada cinco anos para avaliar o progresso coletivo em direção aos termos acordados e para informar sobre outras ações individuais dos signatários..⁴³

Riscos Físicos: Riscos associados aos impactos físicos das mudanças climáticas que podem afetar ativos de carbono e empresas em operação. Tais impactos podem incluir danos físicos “agudos” causados por variações nos padrões climáticos (como tempestades severas, inundações e secas) e impactos “crônicos”, como aumento do nível do mar e desertificação.

Níveis pré-industriais: Temperatura média pré-industrial utilizando o período de referência de 1850 a 1900.

Caminhos representativos de concentração (RCPs): Quatro caminhos independentes que compreendem conjuntos de projeções de forçamento radiativo que servem como dados de entrada para modelagem climática, escala de padrões e modelagem da química atmosférica. São baseados no forçamento de gases de efeito estufa e outros agentes forçantes.

Cenário: Uma descrição plausível de como o futuro pode se desenvolver com base em um conjunto de premissas coerentes e internamente consistentes sobre as principais forças direcionadoras (como taxa de mudanças tecnológicas) e seus principais relacionamentos. Observe que os cenários não são previsões nem projeções, mas oferecem uma visão das implicações de desenvolvimentos e ações..⁴⁴

⁴⁰ UNFCCC, *Synthesis Report on the Aggregate Effect of Intended Nationally Determined Contributions (INDCs)*, 2013.

⁴¹ Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), 2014: *Annex II: Glossary* [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, pp. 117-130.

⁴² Ibid.

⁴³ Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC), “*Acordo de Paris*.” 2016.

⁴⁴ Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), 2014: *Annex II: Glossary* [Mach, K.J., S. Planton and C. von Stechow (eds.)]. In: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, pp. 117-130.

Modelo climático simplificado único: Chamados de ‘Modelos Climáticos Simples’ no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC e utilizados para fazer projeções da temperatura média global e da mudança do nível do mar em resposta aos cenários de emissões IS92 e aos perfis de estabilização do dióxido de carbono.

Riscos de transição: Riscos relacionados à transição para a economia de baixo carbono. Os riscos podem ser agrupados em quatro categorias: riscos de política e legais; riscos tecnológicos; riscos de mercado (p.ex. preferências do consumidor); e risco de reputação.

Cadeia de valor: Terminologia utilizada para descrever o ciclo de vida a montante (*upstream*) e a jusante (*downstream*) de um produto, processo ou serviço, incluindo aquisição, produção, consumo e descarte/reciclagem de materiais. As atividades a montante incluem operações relacionadas aos estágios iniciais de produção de um bem ou serviço (por exemplo, fornecimento de material, processamento de material, atividades de fornecedores). As atividades a jusante incluem operações relacionadas ao processamento dos materiais para a fabricação de um produto acabado e à entrega ao usuário final (por exemplo, transporte, distribuição e consumo).

Anexo 3: Referências

- BHP Billiton. *Climate Change: Portfolio Analysis*. 2015. www.bhp.com/-/media/bhp/documents/investors/reports/2015/bhpbillitonclimatechangeportfolioanalysis2015.pdf?la=en.
- BHP Billiton. *Views After Paris*. 2016. www.bhp.com/-/media/bhp/documents/investors/reports/2016/bhpbillitonclimatechangeportfolioanalysis2016.pdf?la=en.
- Carbon Capture and Storage Association. "What is CCS?" 2016. www.ccsassociation.org/what-is-ccs/.
- CDP. "Climate Change Questionnaire." 2017. <https://www.cdp.net/en/guidance/guidance-for-companies>.
- ConocoPhillips. "Scenarios in the capital allocation process." *Climate Change Strategy*. 2017. www.conocophillips.com/sustainable-development/environment/climate-change/climate-change-strategy/Pages/default.aspx.
- Deep Decarbonization Pathways Project (DDPP). "About," *DDPP*. 2016. deepdecarbonization.org/about/.
- European Commission Climate Action. *Adaptation to Climate Change*. 2016. ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en.
- Fuss, Sabine, et al. "Betting on negative emissions," *Nature Climate Change* 4 (10), setembro de 2014, pp. 850–853. [/www.nature.com/nclimate/journal/v4/n10/full/nclimate2392.html](http://www.nature.com/nclimate/journal/v4/n10/full/nclimate2392.html).
- Glencore. *Climate change considerations for our business*. 2016. www.glencore.com/assets/sustainability/doc/sd_reports/GLEN-Climate-change-considerations-for-our-business-20160613.pdf.
- Industrial and Commercial Bank of China (ICBC). *Impact of Environmental Factors on Credit Risk of Commercial Banks*. Março de 2016. www.greenfinance.org.cn/upfile/upfile/file/ICBC_环境压力测试论文_2016-03-19_08-49-24.pdf.
- International Energy Agency (IEA). *World Energy Model Documentation 2015 Version*. 2015. www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2015/WEM_Documentation_WEO2015.pdf.
- IEA. *Energy and Climate Change*. 2015. www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). "Remap – IRENA's Roadmap for a Renewable Energy Future." *IRENA*. 2016. irena.org/remap/.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections Supplementary Material RCP4.5 and RCP 8.5* [van Oldenborgh, G.J., M. Collins, J. Arblaster, J.H. Christensen, J. Marotzke, S.B. Power, M. Rummukainen and T. Zhou (eds.)]. 2013. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. <http://www.climatechange2013.org/>.
- IPCC. Fifth Assessment Report (AR5), *Climate Change: Action, Trends, and Implications for Business*, Cambridge University Press, 2013. www.cisl.cam.ac.uk/business-action/low-carbon-transformation/ipcc-climate-science-business-briefings/climate-science.
- IPCC. "Towards new Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies," setembro de 2007. IPCC Expert Meeting Report. www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/expert-meeting-ts-scenarios.pdf.
- Maack, J. *Scenario Analysis: A Tool for Task Managers*. Social Analysis: selected tools and techniques, Social Development Papers, Number 36, the World Bank, June 2001, Washington, DC. siteresources.worldbank.org/INTPSIA/Resources/490023-1121114603600/13053_scenarioanalysis.pdf.
- Paltsev, Sergey. "Energy Scenarios: The Value and Limits of Scenario Analysis," MIT CEEPR WP 2016-007, 2016.
- Rounsevell, Mark D. A. and Metzger, Marc J. *Developing qualitative scenario storylines for environmental change assessment*. WIREs Climate Change 2010, 1: 606-619. doi: 10.1002/wcc.63, 2010. wires.wiley.com/WileyCDA/WiresArticle/wisId-WCC63.html.
- Schoemaker, Paul J.H. "Integrating scenarios into strategic planning at Royal Dutch/Shell." *Planning Review*, Vol. 20 Issue: 3, pp.41-46. 1992. <https://doi.org/10.1108/eb054360>.
- Statoil. *Energy Perspectives 2016: Long Term Macro and Market Outlook*. Junho de 2016. www.statoil.com/content/dam/statoil/documents/energy-perspectives/energy-perspectives-2016.pdf.

- U.K. Government's International Climate Fund, EU's Climate-KIC, "[The Global Calculator tool](http://www.globalcalculator.org/)," *The Global Calculator*. www.globalcalculator.org/.
- United Nations Food and Agriculture Organization. "Global Agro-Ecological Zones." 2017. www.fao.org/nr/gaez/en/.
- United Nations Framework Convention on Climate Change. "The Paris Agreement," dezembro de 2015. unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf.
- United Nations Environmental Programme. *Best Practices and Case Studies for Industrial Energy Efficiency Improvement*. Fevereiro de 2016. www.unepdtu.org/-/media/Sites/energyefficiencycentre/Publications/C2E2%20Publications/Best-Practises-for-Industrial-EE_web.ashx?la=da.
- Wilby, R.G., et al. "Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods." Supporting Material of the IPCC, Task Group on Data and Scenario Support for Impacts and Climate Analysis (TGICA). Agosto de 2004. www.wcrp-climate.org/wgcm/references/IPCC_TGICA_guidelines_sdscenarios_2004.pdf.
- World Business Council for Sustainable Development. "Global Water Tool." 2015. <http://www.wbcsd.org/work-program/sector-projects/water/global-water-tool.aspx>.
- World Climate Research Programme. "CMIP5." 2016. cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/.
- World Resources Institute (WRI). "Aqueduct: Measuring and Mapping Water Risk." 2016. www.wri.org/our-work/project/aqueduct.
- Zenghelis, Dimitri and Stern, Nicholas. *The importance of looking forward to manage risks: submission to the Task Force on Climate-Related Financial Disclosures*. Policy Paper, junho de 2016. www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2016/06/Zenghelis-and-Stern-policy-paper-June-2016.pdf.

A	Introdução
B	Análise de Cenários
C	Como Desenvolver e Aplicar a Análise de Cenários
<hr/>	
Anexos	

Anexo 4: Leitura adicional

1. Modelos e cenários climáticos globais

- Dowlatabadi, H. *Integrated assessment models of climate change: an incomplete overview*. Energy Policy, 23: 289-296. 1995.
- Ercin, A. Ertug and Arjen Y. Hoekstra. *Carbon and Water Footprints: Concepts, Methodologies and Policy Responses*. UN World Water Assessment Program. 2012. waterfootprint.org/media/downloads/Ercin-Hoekstra-2012-Carbon-and-Water-Footprints_1.PDF.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *IPCC Special Report: Emissions Scenarios*. Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. 2000. www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=0.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007). *Towards new Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies: IPCC Expert Meeting Report*. Setembro de 2007. www.imes.ucar.edu/docs/IPCC.meetingreport.final.pdf.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Annex II: Glossary." *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Suíça, pp. 117-130. 2014. http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_Glossary.pdf.
- National Center for Atmospheric Research. "International Committee on New Integrated Climate Change Assessment Scenarios (ICONICS)." *Climate & Global Dynamics*. www2.cgd.ucar.edu/research/iconics.
- Riemann-Campe, Kathrin. *Climate Scenarios: An Introduction*. Alfred Wegener Institute, Bremerhaven Germany. 2016. www.access-eu.org/contributor/resources/download/access/fichiers_pdf/WP1_WS_RiemannCampe_Scenarios.pdf.
- The Royal Society (2013). *Modeling Earth's future: Integrated assessments of linked human- natural systems*. Science Policy Centre report. Outubro de 2013. royalsociety.org/topics-policy/publications/2013/modeling-earths-future/.
- Van Vuuren, Detlef P. et al. "The representative concentration pathways: an overview." *Climatic Change* 109: 5-31, DOI 10.1007/s10584-011-0148-z. 2011.
- Wayne, G.P. "The beginner's guide to representative concentration pathways." *Skeptical Science*. 2013. skepticalscience.com/rcp.php.

2. Scenario Analysis - How To

- 2° Investing Initiative (2°ii). *Transition Risk Toolbox: Scenarios, Data, and Models*. Novembro de 2016. 2degrees-investing.org/IMG/pdf/2ii_et_toolbox_v0.pdf.
- Berkhout, Frans, et. al. *Socio-economic futures in climate change impact assessment: using scenarios as 'learning machines'*. Tyndall Centre for Climate Change Research. 2001. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378002000067.
- Ceres. *A Framework for 2 Degrees Scenario Analysis: A Guide for Oil and Gas Companies and Investors for Navigating the Energy Transition*. Janeiro de 2017. <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Framework.pdf>.
- Godet, Michel. "The Art of Scenarios and Strategic Planning: Tools and Pitfalls." *Technological Forecasting and Social Change*, 65: 3-22. Elsevier Science Inc. New York, NY. 2000. en.lapropective.fr/dyn/anglais/articles/art_of_scenarios.pdf.
- Hallegatte, Stephanie. "Strategies to adapt to an uncertain climate change." *Global Environmental Change*, 19: 240-247. 2009. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378008001192.
- Kosow, Hannah and Gaßner, Robert. *Methods of Future and Scenario Analysis: Overview, assessment, and selection criteria*. Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE Studies 39), Bonn Germany. 2008. nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ss0ar-193660.
- Mearns, L.O., et. al. *Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Regional Climate Model Experiments*. IPCC. Outubro de 2003. www.ipcc-data.org/guidelines/dgm_no1_v1_10-2003.pdf.

- North American CRO Council. *Scenario Analysis: Principles and Practices in the Insurance Industry*. North American CRO Council Incorporated. Dezembro de 2013. cro council.org/images/CRO_Council_-_Stress_and_Scenario_Testing_Paper_FINAL.pdf.
- Paltsev, Sergey. "Energy Scenarios: The Value and Limits of Scenario Analysis." *MIT CEEPR 2016-007*. MIT Center for Energy and Environmental Policy Research. Abril de 2016. ceepr.mit.edu/files/papers/2016-007.pdf.
- Santoso, Heru, et. al. *Climate Scenarios: What we need to know and how to generate them*. Center for International Forestry Research, Working Paper Number 45. 2008. www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP45Santoso.pdf.
- Schoemaker, Paul J.H. "When and How to Use Scenario Planning: A Heuristic Approach with Illustration." *Journal of Forecasting* 10: 549-564. Novembro de 1991. onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/for.3980100602/abstract.
- Wulf, Torsten, et. al. *A Scenario-based Approach to Strategic Planning: Integrating Planning and Process Perspective of Strategy*. Leipzig Graduate School of Management, Center for Scenario Planning, Working Paper 1. Julho de 2010. www.hhl.de/fileadmin/texte/publikationen/arbeitspapiere/hhlap0098.pdf.

3. Análise de cenários/Modelagem climática/Planejamento de resiliência – ferramentas e dados

- California Energy Commission. "Climate Tools." *Cal-adapt*. 2017. cal-adapt.org/tools/.
- Climate and Development Knowledge Network (CDKN). "A guide to climate compatible development tools." *Climate Planning*. www.climateplanning.org/.
- European Climate Adaptation Platform. "Observations and Scenarios." *Adaptation Information*. climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/adaptation-information/observations-and-scenarios.
- European Climate Information Portal. *CLIPC: Constructing Europe's Climate Information Portal*. www.clipc.eu/home. (informações sobre o clima, indicadores e cenários)
- European Environment Agency. *European Environment Agency*. www.eea.europa.eu/. (informações sobre cobertura do solo, água, ar e outros dados e indicadores ambientais)
- Europe PROVIA / MEDIATION Adaptation Platform. "Scenario Analysis." *PROVIA / MEDIATION Toolbox*. www.mediation-project.eu/platform/tbox/scenario_analysis.html. (métodos e ferramentas para adaptação às climáticas)
- Food and Agricultural Organization of the United Nations. "Modelling System for Agricultural Impacts of Climate Change – MOSAICC." *Climate Change*. United Nations. www.fao.org/climatechange/mosaicc/66705/en/.
- Global Carbon Project. *The Global Carbon Project*. 2017. www.globalcarbonproject.org/. (informações sobre o ciclo global do carbono, incluindo suas dimensões biofísica e humana e as interações e *feedbacks* entre elas, além de orçamentos e tendências para o carbono e o metano)
- Government of Canada. "Downscaling Tools." *Canadian Climate Data and Scenarios*. climate-scenarios.canada.ca/?page=dst-intro.
- International Institute of Applied Systems Analysis. "Databases." *Models, Tools & Data*. www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/Energy/Databases.en.html. (contém uma vasta gama de ferramentas para solo, energia, transição e água)
- Mendelsohn, Robert, et. al. "Country-specific market impacts of climate change." *Climate Change*, 45: 553-569. 2000. www.researchgate.net/publication/227176953_Country-Specific_Market_Impacts_of_Climate_Change.
- NASA. "Climate Effects on Food Supply." *Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC)*. 2017. sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/crop-climate.
- Natural Capital Project. "Our Software." *Scenario Support and Other Tools*. www.naturalcapitalproject.org/software/#scenario-generator.
- Nature Conservancy. *Climate Wizard*. www.climatewizard.org/index.html.
- National Center for Atmospheric Research. "Climate Change Scenarios GIS data portal." *GIS Program*. 2017. gisclimatechange.ucar.edu/.
- National Oceanographic and Atmospheric Administration. "Meet the Challenges of a Changing Climate." *U.S. Climate Resilience Tool Kit*. toolkit.climate.gov/.

- National Science Digital Library. "Decision Making Using GIS Climate Change Simulation Data." *Using Data in the Classroom*. Carleton College. serc.carleton.edu/usingdata/datasheets/GISclimate.html.
- Pyke, Christopher R., et. al. "A decision inventory approach for improving decision support for climate change impact assessment and adaptation." *Environmental Science and Policy*, 10: 610-621. 2007.
- UNEP and Copenhagen Centre for Energy Efficiency. *Best Practices and Case Studies for Industrial Energy Efficiency Improvement*. 2016. www.energyefficiencycentre.org/publications.
- U.S. Department of Agriculture. "Climate Change Tools and Data". *Climate Hubs*. www.climatehubs.oce.usda.gov/content/climate-change-tools-and-data-0.
- U.S. Department of the Interior. "Climate Change – Selected Resources, Data, and Tools." *Climate Change*. Office of Insular Affairs. www.doi.gov/oia/climate-change/resources-data-tools.
- U.S. Environmental Protection Agency. "Models, Tools, and Databases for Climate Change Research." *Climate Change Research*. www.epa.gov/climate-research/models-tools-and-databases-climate-change-research.
- U.S. Environmental Protection Agency. "Climate Resilience Evaluation and Awareness Tool (CREAT)." *Creating Resilient Water Utilities (CRWU)*. www.epa.gov/crwu/build-resilience-your-utility.
- U.S. Forest Service, USDA. "Scenarios Network for Alaska and Arctic Planning (SNAP)." *Climate Change and Carbon Tools*. www.fs.usda.gov/ccrc/tools/snap.
- U.S. Geological Survey. "Climate and Land Use Change." *Data and Tools*. **Error! Hyperlink reference not valid..**
- United States Data.gov. "Climate Model Projections". *Climate*. www.data.gov/climate/portals/.
- U.S. Global Change Research Program (USGCRP). "Scenarios." *Scenarios for the National Climate Assessment*. scenarios.globalchange.gov/.
- USGCRP. "Scenarios: About Scenarios." *Scenarios for the National Climate Assessment*. scenarios.globalchange.gov/content/scenarios.
- World Wildlife Fund (WWF). Water Risk Filter. 2017. waterriskfilter.panda.org/.

4. Análise de cenários e divulgação – Outros exemplos corporativos

- BP (2015). "The energy challenge and climate change". *Sustainability Report*. 2015. www.bp.com/content/dam/bp/pdf/about-bp/energy-challenge-climate-change.pdf.
- CALStrs and Mercer. *Investing in a Time of Climate Change Study*. 2016. www.calstrs.com/investing-time-climate-change-study.
- New York State Common Retirement Fund and Mercer. *Investing in a Time of Climate Change: New York State Common Retirement Fund (NYSCRF) Portfolio Climate Risk Assessment*. Setembro de 2015. www.osc.state.ny.us/pension/NYSCRF_climate_change_report.pdf.
- OPTrust and Mercer. *OPTrust Portfolio Climate Risk Assessment*. Janeiro de 2017. www.optrust.com/documents/OPTrust_PortfolioClimateRiskAssessment_Mercer.pdf.
- U.K. Environmental Agency Pension Fund (2015). "Tackling Climate Risk." *Climate Change*. 2015. www.eapf.org.uk/investments/climate-risk/climate-risk-strategy.

5. Impactos climáticos por setores

Agricultura e silvicultura

- Deschenes, Olivier and Michael Greenstone. "The economic impacts of climate change: evidence from agricultural profits and random fluctuations in weather." Center for Energy and Environmental Policy Research, *Working Paper WP 06-001*. 2006.
- Fezzi, Carlo, et. al. "The environmental impact of climate change adaptation on land use and water quality." *Nature Climate Change*, 5: 255-260. 2015.
- Fischer, Gunther, et. al. "Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080." *Phil. Trans. R. Soc. B*. DOI: 10.1098/rstb.2005.1744. 2005.

- Gorte, Ross W. and Sheikh, Pervaze A. *Deforestation and Climate Change*. Congressional Research Service, March 2010. crsreports.com/download?hash=4151b8e9b3c446089bac138bf73e0f3d1c651646ac0409ea474d14a5ebe5e024.
- Kirilenko, Andrei P. and Sedjo, Roger A. "Climate change impacts on forestry." *Proceedings of the National Academies of Science*, 104: 19697-19702. 2007.
- Parry, M.L., et. al. "Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios." *Global Environmental Change*, 14: 53-67. 2004.
- Riley, Jake and Pranjal Srivastava. "Agriculture: An Industry Ripe for Disruption." *Crossings*, Sapient Global Markets. 2016. crossings.sapientglobalmarkets.com/2016/11/03/agriculture-industry-ripe-disruption/.
- Sohngen, Brent, et. al. "A global model of climate change impacts on timber markets." *Journal of Agricultural and Resource Economics* 26: 326-343. 2001.

Construção

- De Wilde, Pieter and Coley, David. "The implications of a changing climate for buildings." *Building and Environment*, 55: 1-7. 2012.
- Hertin, Julia, et. al. "Climate change and the U.K. house building sector: perceptions, impacts, and adaptive capacity." *Building Research & Information*, 31: 278-290. 2003.

Energia elétrica

- Bartos, Matthew D. and Chester, Mikhail V. "Impacts of climate change on electric power supply in the Western United States." *Nature Climate Change*, 5: 748-752. 2015.
- Committee on Climate Change. *Power sector scenarios for the fifth carbon budget*. Outubro de 2015. www.theccc.org.uk/publication/power-sector-scenarios-for-the-fifth-carbon-budget/.
- National Hydropower Asset Assessment Program. *Effects of climate change on hydropower — The Second 9505 Assessment*. Oak Ridge National Laboratory. 2016. nhaap.ornl.gov/9505-2.
- van Vliet, Michelle T.H., et al. "Power-generation system vulnerability and adaptation to changes in climate and water resources." *Nature Climate Change* 6 (2016): 375-380. www.nature.com/nclimate/journal/v6/n4/full/nclimate2903.html.

Energia

- Ceres. *A Framework for 2 Degrees Scenario Analysis: A Guide for Oil and Gas Companies and Investors for Navigating the Energy Transition*. 2016. www.ceres.org/sites/default/files/reports/2017-03/Framework_Jan%2010%2017.pdf.
- Fricko, Oliver et. al. *Energy sector water use implications of a 2° C climate policy*. Environmental Research Letters, 11: 1-10, 2016. www.cd-links.org/wp-content/uploads/2016/06/Fricko-et-al-2016.pdf.
- Heiligt, Sven, et. al. "From scenario planning to stress testing: The next step for energy companies". McKinsey & Co. February 2017. www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/from-scenario-planning-to-stress-testing-the-next-step-for-energy-companies?cid=other-eml-alt-mip-mck-oth-1703.
- IIGCC, IGCC, Ceres, and CDP. "Investor Climate Compass: Oil and Gas – Navigating Investor Engagement." 2017. www.iigcc.org/publications/publication/investor-climate-compass-oil-and-gas-navigating-investor-engagement.
- International Institute of Applied Systems Analysis. "Energy Multi-Criteria Analysis Tool." *Interactive Tools*. Julho de 2014. www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/Energy/ENE-MCA.en.html.
- U.S. Department of Energy. *U.S. Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather*. DOE/PI-0013. Julho de 2013. energy.gov/sites/prod/files/2013/07/f2/20130716-Energy%20Sector%20Vulnerabilities%20Report.pdf.
- World Resources Institute. *A Recommended Methodology for Estimating And Reporting The Potential Greenhouse Gas Emissions From Fossil Fuel Reserves*. Working Paper. 2016. <http://www.wri.org/publication/methodology-calculating-potential-emissions-fossil-fuel-reserves>

Serviços financeiros

- Battiston, Stefano, et. al. "A climate stress-test of the financial system." *Nature Climate Change*, 7: 283-288. 2017.
- Blyth, William, et. al. "Investment risks under uncertain climate change policy." *Energy Policy*, 35: 5766–5773. 2007.

- Dietz, Simon, et. al. "Climate value at risk of global financial assets." *Nature Climate Change*, 6: 676-679. 2016.
- European Systemic Risk Board. "Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk." *Reports of the Advisory Scientific Committee*, 6. Fevereiro de 2016. www.esrb.europa.eu/pub/pdf/asc/Reports_ASC_6_1602.pdf.
- Hawker, Michael. "Climate change and the global insurance industry." *The Geneva Papers*, 32: 22-28. 2007.
- International Finance Corporation, Mercer, and Carbon Trust. *Climate Change Scenarios – Implications for Strategic Asset Allocation*. 2011.
www.ifc.org/wps/wcm/connect/6b85a6804885569fba64fa6a6515bb18/ClimateChangeSurvey_Report.pdf?MOD=AJPERES.
- Mercer LLC. *Investing in a Time of Climate Change*. 2015.
www.mercer.com/our-thinking/investing-in-a-time-of-climate-change.html.

Transportes

- Baker, C.J. et. al. "Climate change and the railway industry: a review." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 224: 519-528. 2010.
- Bows-Larkin, Alice. "All adrift: aviation, shipping, and climate change policy." *Climate Policy*, 15: 681-702. 2015.
- Cambridge Econometrics. *An Economic Assessment of Low-Carbon Vehicles*. 2013. europeanclimate.org/documents/Cars-Economic-assessment-vehicles-FINAL.pdf.
- IEA. *Global EV Outlook: Beyond One Million Electric Cars*. 2016.
www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf.
- Koetse, Mark J. and Rietveld, Piet. "The impact of climate change and weather on transport: an overview of empirical findings." *Transportation Research Part D*, 14: 205-221. doi:10.1007/s12544-013-0089-x. 2009.
link.springer.com/article/10.1007/s12544-013-0089-x.
- Mamalis, A. G., et. al. "The impact of automotive industry and its supply chain to climate change: Somme techno-economic aspects." *Eur. Transp. Res. Rev.* 5:1-10. Janeiro de 2013.
- Mander, Sarah. "Slow steaming and a new dawn for wind propulsion: A multi-level analysis of two low carbon shipping transitions." *Marine Policy*, 75: 210-216. 2017.
- McCarthy, James E. *Aviation and Climate Change*. Congressional Research Service. 2010.
crsreports.com/download?hash=9c475e0a379c3482d9d5f420140c939d30113d594c1917d18d7e1c0eab1625dd.
- Vilchez, Jonathan Gomez, et. al. *Energy Use and Emissions Impacts from Car Technologies Market Scenarios: A Multi-Country System Dynamics Model*. Institute for Industrial Production and Graduate School of Energy Scenarios Karlsruhe-Stuttgart, Karlsruhe Institute of Technology (KIT). 2015. www.systemdynamics.org/conferences/2015/papers/P1252.pdf.

Hídrico

- Beverage Industry Environmental Roundtable. Beverage Industry Continues to Drive Improvement in Water and Energy Use: 2016 Benchmarking Study. 2016. www.bieroundtable.com/blank-c1gkm
- CDP. Exploring the Case For Corporate Context-Based Water Targets. 2017. pacinst.org/publication/exploring-case-corporate-context-based-water-targets/
- CDP. "Thirsty business: Why water is vital to climate action," *2016 Annual Report of Corporate Water Disclosure*. 2016.
<https://www.cdp.net/en/research/global-reports/global-water-report-2016>
- Griffiths-Sattenspiel, Bevan and Wilson, Wendy. "The carbon footprint of water." *River Network*. 2009.
www.csu.edu/cerc/researchreports/documents/CarbonFootprintofWater-RiverNetwork-2009.pdf.
- Hoekstra, Arjen Y. "Water scarcity challenges to business." *Nature Climate Change* 4: 318-320. 2014.
- Rothausen, Sabrina G.S.A. and Conway, Declan. "Greenhouse-gas emissions from energy use in the water sector." *Nature Climate Change* 1: 210-219. 2011.
- Thorne, O.M. and R.A. Fenner. "Risk-based climate-change impact assessment for the water industry." *Water Science and Technology*, 59: 443-451. 2009.
- Tramberend S, Wiberg D, Wada Y, Flörke M, Fischer G, Satoh Y, Yillia P, van Vliet M, et al. *Building global water use scenarios. IIASA Interim Report*. IIASA, Laxenburg, Austria: IR-15-014. 2015.

6. Implicações gerais das mudanças climáticas para os negócios e a economia

Carbon Trust. *Climate change – a business revolution? How tackling climate change could create or destroy company value*. 2008. www.carbontrust.com/media/84956/ctc740-climate-change-a-business-revolution.pdf.

Dobbs, Richard, et. al. *Resource Revolution: Meeting the world's energy, materials, food and water needs*. McKinsey Global Institute. Novembro de 2011. www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/resource-revolution.

Mendelsohn, Robert, et. al. "Country-specific market impacts of climate change." *Climate Change*, 45: 553-569. 2000.

Tol, Richard S.J. "The Economic Effects of Climate Change." *Journal of Economic Perspectives*, 23: 29-51. 2009.

A
Introdução

B
Análise de Cenários

C
Como Desenvolver e Aplicar a
Análise de Cenários

Anexos