



SCIENCE
BASED
TARGETS

DRIVING AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

info@sciencebasedtargets.org
www.sciencebasedtargets.org



www.twitter.com/sciencetargets

Fundamentos para Definição de Metas Baseadas na Ciência

Versão 1.0

Abril de 2019

Tradução do documento original “Foundations of Science-based Target Setting” para o português brasileiro, gentilmente realizada pela Rede Brasil do Pacto Global e publicada em Maio de 2021



SCIENCE
BASED
TARGETS

DRIVING AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

PARTNER ORGANIZATIONS



Índice

1. Introdução	4
1.1 Resumo	4
2. Histórico	6
2.1 Métodos para definição de metas	6
Orçamentos de GEE	7
Cenários de emissões	7
Abordagem de alocação	8
Construção de métodos da SBTi	9
Características do cenário	10
3. Métodos e cenários que a SBTi endossa atualmente	14
3.1 Contração Absoluta	14
Determinando um pacote de cenários	14
Resultados	23
3.2 Abordagem de Descarbonização Setorial (SDA)	26
Visão geral	26
Definição de cenário do ETP	26
O método SDA para definição de metas	29
Escopos	30
Comparação de cenários de redução de emissões da IEA para cenários de WB-2°C e 1.5°C	30
Alterações no método e na ferramenta SDA	33
3.3 Metas de intensidade econômica	35
4. Escopo 3	36
5. Referências	37
6. Apêndice Cenários removidos em cada passo	40
6.1 Pacote de cenários 1.5°C	40

6.2	Pacote de cenários WB-2°C	40
7.	Apêndice 2. Comparação de pacotes de cenários e SSPs	43
8.	Apêndice 3. Grupo Consultivo Científico	47
9.	Histórico do Documento	48

1. Introdução

É fundamental para a missão da iniciativa Science Based Targets (SBTi) garantir que as empresas tenham as ferramentas necessárias para definir as metas alinhadas com a ciência do clima, reconhecendo que a própria ciência é diferenciada e dinâmica. Devido à complexidade da ciência, a SBTi desempenha um papel importante ao realizar pesquisas e análises aprofundadas, além de consultar cientistas e profissionais de sustentabilidade, com o objetivo de desenvolver métodos para definição de metas baseadas na ciência (SBTs) que sejam transparentes, robustos e viáveis.

Este documento descreve a estrutura da SBTi para o desenvolvimento de métodos para definição de metas que estão em conformidade com a ciência e para a avaliação de cenários de emissões associados a esses métodos. No espírito de transparência, e reconhecendo o valor de compartilhar uma descrição completa da abordagem da SBTi, este documento inclui uma quantidade significativa de detalhes analíticos e especifica como um corpo diversificado de pesquisa se reflete nos métodos endossados pela iniciativa. Este documento destina-se a pesquisadores, profissionais de sustentabilidade envolvidos com o desenvolvimento específico do setor e leitores que desejam compreender os fundamentos técnicos dos métodos da SBTi. Para obter uma orientação prática sobre a definição de uma meta baseada na ciência, consulte o [Manual para Definição de Metas Baseadas na Ciência](#).

1.1 Resumo

A seção 2 fornece uma visão geral de como as metas baseadas na ciência (SBT) se relacionam com a ciência do clima. Um esquema dos métodos de definição de metas é descrito na Seção 2.1. A relação entre os cenários e a determinação dos métodos de definição de metas baseadas na ciência, e a criação dos princípios-chave do cenário, é explicada no Quadro 1; e uma discussão dos orçamentos de emissões, conforme relevante para a definição de metas, pode ser encontrada no Quadro 2.

A Seção 3 inclui uma explicação completa de como a SBTi atualizou dois métodos principais de definição de metas – o método de Contração Absoluta e o método de Descarbonização Setorial (SDA) - para fornecer às empresas a oportunidade de definir metas alinhadas com os cenários de 1.5°C e bem abaixo de 2°C (WB2C); além de uma breve descrição da posição atual da SBTi sobre um método de definição de metas de intensidade econômica. A Seção 3.1, focada no método de contração absoluta, detalha o processo que é utilizado para definir os pacotes de cenário de emissões globais que estão alinhados com os princípios-chave para cada nível de aquecimento, processo esse que pode ser periodicamente atualizado. Por sua vez, a Seção 3.2, sobre o método de descarbonização setorial, fornece uma descrição do método, e o Quadro 3 explica as rotas dos setores subjacentes a este método. O Quadro 4 esclarece um ajuste feito na ferramenta de definição de metas (SBTi Tool) para o método SDA. A Seção 3.3 fornece uma breve visão

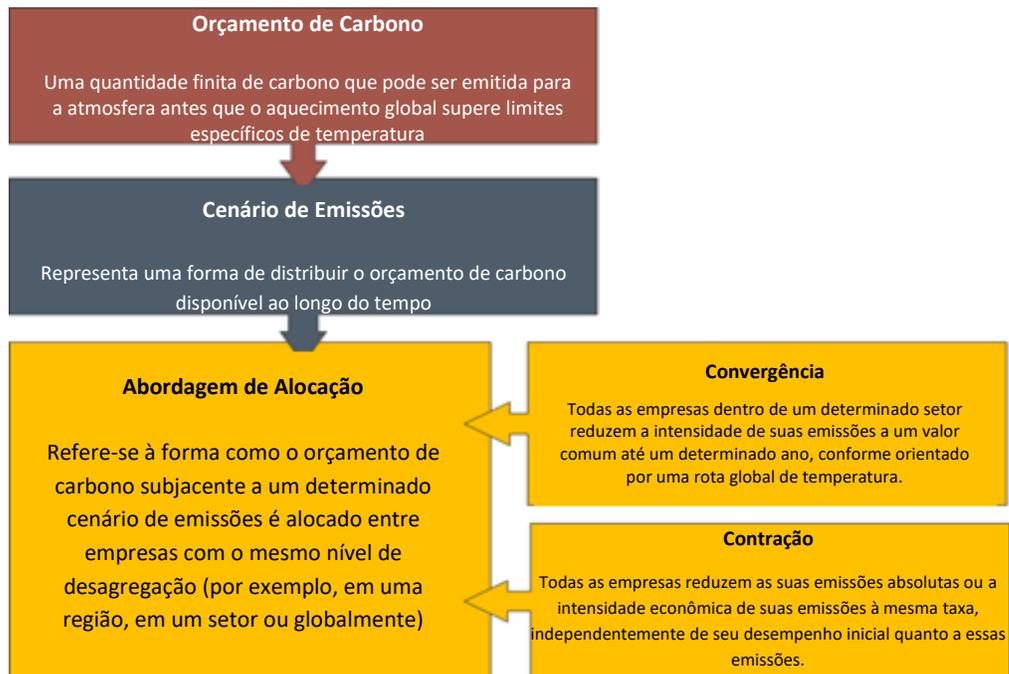
geral do método para a definição de metas de emissões de gases do efeito estufa por unidade de valor agregado (GEVA), cujo uso é atualmente limitado ao escopo 3 para determinar a ambição mínima da meta desse escopo.

A Seção 4 identifica os desafios associados à definição de metas de escopo 3 e explica a justificativa para a existência de diferentes critérios para as metas de escopo 1 e/ou escopo 2 e metas de escopo 3.

2. Histórico

2.1 Métodos para definição de metas

Os métodos endossados pela SBTi são estruturas instrutivas que podem ser utilizadas por empresas para a definição de metas de redução de emissões que sejam consistentes com a mais atual ciência climática. Esses métodos são construídos a partir de três elementos principais: um orçamento de gases de efeito estufa (GEE), um conjunto de cenários de emissões e uma abordagem (ou método) de alocação. O processo da SBTi para desenvolver um método começa com a determinação de um conjunto representativo de cenários de emissões que são considerados plausíveis, responsáveis, objetivos e consistentes e que estão alinhados com objetivos específicos de temperatura (aquecimento global de 1,5°C ou WB-2°C). Em geral, os cenários da SBTi não devem exceder o orçamento de GEE associado à meta de temperatura antes de atingir as emissões líquidas globais zero, além de atender a outros critérios. Uma abordagem de alocação (ou método de alocação) é utilizada para traduzir as rotas de emissões globais ou setoriais em requisitos práticos que alinhem as emissões da empresa com essas rotas.



*Figura 1: Esquema dos elementos de definição de metas (observe que a SBTi utiliza **orçamentos de GEE**, em vez de **orçamentos de carbono**, quando aplicável.)*

Orçamentos de GEE

Um orçamento de GEE é uma estimativa cumulativa de CO₂, metano e outros gases previstos no Protocolo de Quioto¹, que podem ser emitidos durante um determinado período de tempo, limitando o aumento da temperatura a um valor específico. Apesar da aparente simplicidade, os cálculos desses orçamentos são altamente sensíveis às suposições relativas à sensibilidade do clima e à probabilidade dos resultados da temperatura. Para fins de definição de metas, o orçamento de GEE escolhido é secundário aos próprios cenários de emissões, que fornecem informações mais relevantes, como taxas de redução ao longo do tempo; no entanto, esses dois elementos estão intimamente relacionados, uma vez que a maioria dos cenários de emissões depende direta ou indiretamente de um orçamento de GEE. A SBTi incorpora o conceito de um orçamento de GEE em seus critérios de avaliação para diferentes cenários de emissões e abordagens de alocação (ou métodos de alocação).

Cenários de emissões

Embora não seja possível prever quando e em que medida os GEEs serão emitidos no futuro, os cenários nos fornecem insights sobre como as reduções de emissões *poderiam* ser alcançadas sob diversas condições socioeconômicas e políticas, ao mesmo tempo em que conservam um orçamento líquido de GEE. Em alguns cenários, as emissões cumulativas ultrapassam o orçamento e devem ser reduzidas em uma quantidade maior para atender a meta de temperatura desejada até 2100 (emissões e/ou excesso de temperatura).

Os cenários da SBTi são elaborados principalmente a partir do *Integrated Assessment Modeling Consortium* (IAMC) e da Agência Internacional de Energia (IEA). O IAMC organiza um conjunto de mais de 400 trajetórias de emissões revisadas por pares, que foram compiladas e avaliadas pelos autores do Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre o Aquecimento

¹ Os GEE exigidos pelo Protocolo UNFCCC/Kyoto são atualmente: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆), e trifluoreto de nitrogênio (NF₃).

Global de 1.5°C (SR15)²; e a IEA publica regularmente os seus próprios cenários, que fornecem maior granularidade por setor³. Esses cenários variam dependendo das suposições feitas sobre a população, as trajetórias de políticas e o crescimento econômico; os avanços tecnológicos e sua relação custo-benefício; e, claro, os resultados da temperatura. Muitos cenários mais novos foram desenvolvidos para refletir cinco diferentes *Shared Socioeconomic Pathways* (SSPs), que representam as diversas suposições relacionadas ao cumprimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), o grau de dependência futura de combustível fóssil e o grau de coordenação global. Uma discussão mais detalhada dos cenários pode ser encontrada nas seções a seguir.

Abordagem de alocação

Uma abordagem de alocação refere-se à forma como o orçamento de carbono subjacente a um determinado cenário de emissões é alocado entre empresas com o mesmo nível de desagregação (por exemplo, em uma região, em um setor ou globalmente).

Os métodos de definição da SBT mencionados neste manual usam duas abordagens principais para alocar as emissões no nível empresarial:

1. **Convergência**, em que todas as empresas dentro de um determinado setor reduzem a sua intensidade de emissões para um valor comum em algum ano futuro, conforme ditado por uma via de emissões globais (por exemplo, a intensidade de emissões de todas as empresas de energia elétrica converge para um máximo de 29 g de CO₂e por kWh de eletricidade em 2050). As responsabilidades de redução alocadas a uma empresa variam dependendo de sua intensidade de inicial de emissões e de sua taxa de crescimento em relação às taxas do setor, bem como da intensidade de emissões em todo o setor compatível com a via de emissões globais. A abordagem de convergência só pode ser usada com cenários de emissões específicos do setor e com métricas de intensidade física (por exemplo, toneladas de GEE por tonelada de produto ou MWh gerado).
2. **Contração**, em que todas as empresas reduzem as suas emissões absolutas ou a intensidade de suas emissões econômicas (por exemplo, toneladas de GEE por unidade de valor agregado) à mesma taxa, independentemente de seu desempenho inicial quanto às emissões, e não precisam

² Hupman et al., IAMC 1.5°C Scenario Explorer and Data hosted by IIASA;

Rogelj et al., Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development, in "Special Report on Global Warming of 1.5°C (SR15)"

³ IEA, Future Scenarios for Climate Change.

convergir para um valor comum de emissões. A abordagem de contração pode ser usada com cenários de emissões globais ou específicos do setor.

A SBTi endossa a Abordagem de Descarbonização Setorial (SDA) - que utiliza os orçamentos setoriais do ETP da IEA - para metas de intensidade física; e a abordagem de contração absoluta para as metas absolutas.

Em teoria, a abordagem de contração também pode ser utilizada para determinar metas de intensidade econômica. O método de emissões de gases de efeito estufa por unidade de valor agregado (GEVA) equivale a um orçamento de carbono em relação ao PIB total e a participação de uma empresa nas emissões é determinada por seu lucro bruto, uma vez que a soma dos lucros brutos de todas as empresas em todo o mundo é igual ao PIB global. No entanto, a aplicabilidade desse método está atualmente restrita à definição de metas de escopo 3, uma vez que, em sua formulação atual, ele não pode restringir as emissões globais a um determinado orçamento especificado.

Construção de métodos da SBTi

A relação entre esses três elementos (orçamentos de GEE, cenários de emissões e abordagens de alocação) é conceitualmente simples, mas complexa na prática. Cada elemento está associado a diferentes suposições e incertezas que variam em função da meta de temperatura e precisam ser consideradas coletivamente. Por exemplo, o orçamento de GEE para o cenário WB-2°C é menos relevante para o aquecimento em longo prazo do que o orçamento de GEE para o cenário de 1.5°C devido ao aumento do impacto e da incerteza em torno dos *feedbacks* não instantâneos do sistema terrestre, como a liberação de carbono do *permafrost* (gelo permanente do subsolo), que não são refletidos pela resposta climática transitória às emissões (TCRE)⁴. Além disso, a eficácia de uma abordagem de alocação pode depender muito da forma da trajetória de emissões: os cenários de WB-2°C são melhor representados por uma redução linear rumo às emissões líquidas zero, enquanto os cenários de 1.5°C devem ser aproximados com mais cuidado devido ao menor orçamento de emissões restante, o que requer reduções mais rápidas entre 2020-2030. Essas considerações são refletidas pelas figuras e comparações ao longo deste documento.

⁴ Steffen et al. "Trajectories of the Earth System in the Anthropocene."

Box 1. *Entendendo os cenários*

O que é um cenário?

Um cenário descreve um futuro hipotético e a trajetória que leva a esse futuro. Esses futuros são histórias criadas para identificar riscos e oportunidades ocultos, testar o impacto de resultados potenciais e desenvolver estratégias que criem resiliência e estruturam a tomada de decisões. Os cenários são comumente interpretados de maneira equivocada como sendo previsões. Na verdade, o conceito de cenários é explicitamente baseado na premissa de que o futuro não pode ser previsto. Portanto, um aspecto fundamental da abordagem conhecida como “análise de cenário” é avaliar uma variedade de futuros alternativos, tanto desejáveis quanto indesejáveis. Os leitores são direcionados ao Suplemento Técnico sobre Análise de Cenário da Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (TCFD) do Conselho de Estabilidade Financeira para uma discussão mais aprofundada deste tópico⁵.

Como é um cenário relevante para a definição de uma Meta Baseada na Ciência (SBT)?

A adoção de um cenário para a definição de uma SBT é considerada parte de uma abordagem de análise de cenário mais ampla que permite às empresas se preparar para as incertezas políticas/econômicas, além de se alinharem com o Acordo de Paris e o imperativo ético para evitar os efeitos mais devastadores das mudanças climáticas. Em última análise, as emissões globais de carbono devem chegar em emissões líquidas zero, e os cenários esclarecem como as empresas podem contribuir para o cumprimento dessa meta.

Características do cenário

Embora a análise de cenário aceite um número infinito de cenários possíveis para qualquer meta de temperatura, o propósito específico da definição da SBT diminui a gama de cenários possíveis disponíveis. Existem dois motivos para isso:

1. A SBTi deve restringir cenários para determinar *benchmarks* fundamentais e a ambição mínima. Portanto, conclui-se que os cenários considerados mais prováveis de ocorrer devem ter prioridade. Por exemplo, uma empresa pode querer usar um determinado cenário para

⁵ TCFD, “Technical Supplement: The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-related Risks and Opportunities”.

testar um risco caracterizado por altas consequências e baixa probabilidade de ocorrer. Embora este cenário seja útil como parte de uma análise de cenário abrangente envolvendo uma variedade de outros cenários, não seria ideal utilizá-lo como um cenário de uma meta baseada na ciência (SBT).

2. A SBTi visa validar as metas da forma mais justa e objetiva possível. Apesar de aceitar que um cenário não é uma previsão e, portanto, o futuro pode ser representado por mais de um cenário, a liberdade de escolher entre uma variedade de cenários abre a possibilidade de “escolha seletiva”. Por exemplo, um cenário que assume uma mitigação menor em um setor é selecionado por uma organização desse setor porque apresenta menos desafios. A visão objetiva seria priorizar cenários responsáveis que minimizem o risco climático, independentemente de este cenário ser preferível para a organização.

A partir dessas distinções, o cenário ideal da SBT pode ser definido como um cenário que maximiza as características de plausibilidade e responsabilidade. Essas características essenciais incorporam uma série de qualidades específicas e são quantificadas por meio de vários indicadores, alguns dos quais estão resumidos abaixo:

- **Plausível.** Um cenário plausível⁶ é um cenário baseado em uma narrativa crível. O grau de plausibilidade em um cenário está ligado à probabilidade de ele se concretizar, ou seja, um cenário com alta plausibilidade pode ser considerado relativamente provável de ocorrer. Este cenário pode não ser o mais provável de todos os futuros. Em vez disso, é o cenário mais provável que atinge o objetivo de limitar o aquecimento a 1.5°C ou muito abaixo de 2°C.
- Um cenário plausível é no mínimo **consistente**. Um cenário é consistente se tiver uma forte lógica interna e não se basear em suposições ou parâmetros que anulem completamente a evidência das tendências e posições atuais sem uma explicação lógica. Métodos estatísticos podem ser adotados para avaliar a plausibilidade de um cenário. Por exemplo, uma mediana e um intervalo podem ser calculados a partir de uma amostra de cenários que satisfaçam um determinado critério. Essa abordagem foi adotada no Quinto Relatório de Avaliação do IPCC e, posteriormente, pela ONU, para corresponder às faixas do orçamento de emissões do cenário com limites de temperatura⁷. Esse tipo de análise pode ser levado mais longe com base em um conjunto mais amplo de dados e analisando outras métricas importantes para identificar premissas externas.
- **Responsável.** Um cenário responsável baseia-se em minimizar o risco de não cumprir com o Acordo de Paris. Os cenários responsáveis também são **objetivos**, na medida em que são

⁶ Esta característica é uma entre várias, juntamente com 'consistente', delineada pelo TCFD com o objetivo de conduzir uma análise de cenário.

⁷ IPCC, “Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”.

UNEP, Emissions Gap Report 2018.

agnósticos sobre o que é preferível para a organização. O risco pode ser gerido de diversas formas. O risco pode ser distribuído evitando a dependência de um desenvolvimento futuro específico e adotando uma abordagem de portfólio. É possível também se preparar para o risco e atenuá-lo não atrasando uma ação.

Box 2. *Determinando orçamentos úteis de GEE*

O orçamento de emissões utilizado mais comumente é a resposta climática transitória às emissões (TCRE), que estima a resposta *instantânea* da temperatura global às emissões cumulativas. Várias abordagens têm sido usadas para estimar a TCRE a partir de modelos de sistemas terrestres de vários níveis de complexidade com base em experimentos de apenas CO₂ e com múltiplos gases e aerossóis, além de observações do aquecimento histórico. Essas estimativas variam significativamente, mas foram agregadas pelo IPCC e categorias probabilísticas foram atribuídas para cada nível de aquecimento. O IPCC também inclui valores de ajuste para diferentes incertezas e casos de uso da TCRE, como uma estimativa do impacto de *feedbacks* não instantâneos do sistema terrestre, como o degelo do *permafrost* (gelo permanente do subsolo), se avaliado para 2100.

Os métodos da SBTi são relevantes para todos os gases de efeito estufa que estão incluídos no Protocolo de Quioto e as metas de temperatura foram definidas com base no Acordo de Paris, o qual especifica o aquecimento em 2100. Assim, os orçamentos de GEE da SBTi são calculados adicionando o impacto projetado aproximado de emissões de outros gases que não o CO₂ (320 GT de CO₂e) ao orçamento de CO₂ da TCRE associada a um nível de aquecimento e subtraindo 100 GT, o que reflete o impacto aproximado de *feedbacks* não instantâneos do sistema terrestre. A SBT utiliza a TCRE do 50º percentil para 1.5°C, que avalia para 990 GT de CO₂e (670 GT de CO₂), e a TCRE do 66º percentil associada ao aquecimento de 2°C como um orçamento⁸ para WB-2°C, que avalia para 1540 GT de CO₂e (1220 GT de CO₂)⁹.

⁸ Veja a subseção “Probabilidade de Limite de Temperatura” deste documento para uma discussão sobre estas caixas de probabilidade.

⁹ Em comparação, o Relatório “UNEP Gap Report (2018)” define um cenário abaixo 2°C como um cenário em que as emissões máximas acumuladas de CO₂ de 2018 até o momento de emissões líquidas zero de CO₂ estarão entre 900 e 1.300 GtCO₂, e as emissões acumuladas de 2018-2100 serão no máximo 1.200 GtCO₂. Eles também definem os cenários abaixo de 1.8°C e abaixo de 1.5°C como limitando as emissões

Table 2.2: The assessed remaining carbon budget and its uncertainties. Shaded grey horizontal bands illustrate the uncertainty in historical temperature increase from the 1850-1900 base period until the 2006-2015 period, which impacts the additional warming until a specific temperature limit like 1.5°C or 2°C relative to the 1850-1900 period.

Additional warming since 2006-2015 [°C] (1)	Approximate warming since 1850-1900 [°C] (1)	Remaining carbon budget (excluding additional Earth-system feedbacks (5)) [GtCO ₂ from 1.1.2018] (2)			Key uncertainties and variations (4)					
		Percentiles of TCRE (3)			Additional Earth-system feedbacks (5)	Non-CO ₂ scenario variation (6)	Non-CO ₂ forcing and response uncertainty	TCRE distribution uncertainty (7)	Historical temperature uncertainty (1)	Recent emissions uncertainty (8)
		33 rd	50 th	67 th						
0.3		290	160	80	Budgets on the left are reduced by about 100 GtCO ₂ if evaluated to 2100 and potentially more on centennial time scales	+250	-400 to +200	+100 to +200	+250	+20
0.4		530	350	230						
0.5		770	530	380						
0.6		1010	710	530						
0.63	-1.5°C	1080	770	570						
0.7		1240	900	680						
0.8		1480	1080	830						
0.9		1720	1260	980						
1		1960	1450	1130						
1.1		2200	1630	1280						
1.13	-2°C	2270	1890	1320						
1.2		2440	1820	1430						

* (1) Chapter 1 has assessed historical warming between the 1850-1900 and 2006-2015 periods to be 0.87°C with a +/- 0.12°C likely (1-σ) range.
 * (2) Historical CO₂ emissions since the middle of the 1850-1900 historical base period (1 January 1876) are estimated at 1930 GtCO₂ (1630-2230 GtCO₂, 1-σ range) until end 2010. Since 1 January 2011, an additional 290 GtCO₂ (270-310 GtCO₂, 1-σ range) has been emitted until the end of 2017 (Le Quéré et al., 2018, Version 1.3 - accessed 22 May 2018).
 * (3) TCRE: transient climate response to cumulative emissions of carbon, assessed by AR5 to fall likely between 0.8-2.5°C / 1000 PgC (Collins et al., 2013), considering a normal distribution consistent with AR5 (Stocker et al., 2013). Values are rounded to the nearest 10 GtCO₂ in the table and to the nearest 50 GtCO₂ in the text.
 * (4) Focussing on the impact of various key uncertainties on median budgets for 0.63°C of additional warming.
 * (5) Earth system feedbacks include CO₂ released by permafrost thawing or methane released by wetlands, see main text.
 * (6) Variations due to different scenario assumptions related to the future evolution of non-CO₂ emissions.
 * (7) The distribution of TCRE is not precisely defined. Here the influence of assuming a log-normal instead of a normal distribution shown.
 * (8) Historical emissions uncertainty reflects the uncertainty in historical emissions since 1 January 2011.

Table 1: O orçamento de carbono restante (IPCC, SR15)

máximas cumulativas entre 2018 e o tempo de emissões líquidas zero de CO₂ a 600-900 GT CO₂ e abaixo de 600 GT CO₂, com emissões totais cumulativas de 900 e 360 GT CO₂, respectivamente. A definição SBTi de WB-2°C está alinhada com a definição do PNUMA de abaixo de 2°C, assumindo o impacto mediano das emissões não-CO₂, enquanto a definição SBTi de 1.5°C é qualitativamente diferente do orçamento do PNUMA de abaixo de 1.5°C, que se baseia em uma probabilidade de 66%, mas permite um maior excesso de emissões de CO₂ (ou seja, a diferença entre as emissões máximas acumuladas e as emissões totais acumuladas de 2018-2100).

3. Métodos e cenários que a SBTi endossa atualmente

3.1 Contração Absoluta

A abordagem de contração absoluta é um método para as empresas definirem metas de redução de emissões que sejam alinhadas com a taxa de redução de emissões anual global necessária para atingir o cenário de 1.5°C ou WB-2°C. Com o objetivo de determinar uma taxa de redução com na ciência, um pacote de cenários é construído e toda a gama de variações para um período de tempo representativo para a definição de metas, especificado como 2020-2035, é considerada válida. O pacote de cenários final também representa um período de referência que é usado para avaliar outros métodos, como o SDA, que requer o uso de diferentes trajetórias.

A abordagem da SBTi para determinar um pacote de cenários é detalhada na próxima subseção, e uma análise dos cálculos da taxa de redução é discutida nos parágrafos a seguir. No Apêndice 1 o pacote de cenários resultante é comparado a “cenários de arquétipo” bem compreendidos como uma verificação adicional e para fornecer um contexto significativo, e os cenários específicos incluídos em cada pacote são indicados no Apêndice 2.

Determinando um pacote de cenários

Um processo de seleção de quatro etapas é utilizado para garantir que o conjunto combinado de cenários de emissões esteja alinhado com os princípios mencionados acima de plausibilidade, responsabilidade, objetividade e consistência:

1. **Probabilidade de limite de temperatura** - os cenários são classificados em termos de limites e probabilidades de temperatura com base nos resultados do MAGICC6, um modelo climático de complexidade reduzida¹⁰. Conjuntos de cenários de entrada são compostos para cenários de 1.5°C e WB-2°C de acordo com essas classificações.
2. **Orçamento de emissões** - o orçamento de emissões derivado da TCRE apropriada não deve ser excedido antes que as emissões líquidas zero anuais sejam alcançadas (Quadro 2).
3. **Ano de pico de emissões** - as emissões devem atingir o pico em 2020. Os cenários com um ano anterior de pico de emissões (2010 ou 2015) são considerados desatualizados, enquanto os

¹⁰ Meinshausen et al., "Emulating coupled atmosphere-ocean and carbon cycle models with a simpler model, MAGICC6: Part I – Model Description and Calibration".

cenários com um ano posterior de pico de emissões (2025 ou depois) são caracterizados por uma ação atrasada e geram uma probabilidade implicitamente menor de limitar o aquecimento para qualquer objetivo de temperatura.

4. **Testes qualitativos: Atraso e Emissões em Curto Prazo** - quaisquer cenários que representem uma redução linear anual (2020-2035) que seja menos ambiciosa do que o 20º percentil do pacote são removidos.

1ª Etapa. Probabilidade de limite de temperatura

O IPCC começou a classificar cenários com base em probabilidades de limite de temperatura utilizando o MAGICC6 no AR5 e continuou esta abordagem no SR15¹¹. As classes de trajetórias definidas pelo IPCC são definidas levando em consideração o aquecimento previsto em 2100, bem como o “pico de aquecimento” que pode ocorrer antes dessa data.

Grupo de Trajetória	Classe de Trajetória	Descrição e critérios de seleção da trajetória	Número de cenários	Número de cenários
1.5°C ou consistente com 1.5°C	Abaixo de 1.5°C	Trajetoórias que limitam o pico de aquecimento para abaixo de 1.5°C durante todo o século 21 com 50-66% de probabilidade*	9	90
	Abaixo de 1.5°C ultrapassando pouco	Trajetoórias que limitam o aquecimento mediano a abaixo de 1.5°C em 2100 e com uma probabilidade de 50-67% de superar temporariamente o nível anterior, geralmente implicando em um pico de aquecimento menos de 0,1°C maior do que as trajetórias de abaixo de 1.5°C	44	
	Acima de 1.5°C ultrapassando muito	Trajetoórias que limitam o aquecimento mediano a abaixo de 1.5°C em 2100 e com uma probabilidade superior a 67% de superar temporariamente o nível anterior, geralmente implicando em um pico de aquecimento de 0,1-0,4°C maior do que as trajetórias de abaixo de 1.5°C	37	
2.0°C ou consistente com 2.0°C	Abaixo de 2°C	Trajetoórias que limitam o pico de aquecimento para abaixo de 2°C durante todo o século 21 com probabilidade superior a 66%	74	132
	Acima de 2°C	Trajetoórias avaliadas para manter o aquecimento abaixo de 2°C durante todo o século 21 com 50-66% de probabilidade	58	

¹¹ O modelo FAIR também é utilizado no SR15, mas principalmente para ajustes de orçamento de carbono, em vez de classificação de cenários. O aquecimento é menos sensível às emissões no modelo FAIR do que no MAGICC; no entanto, nenhum dos modelos em sua configuração no SR15 é responsável pelo derretimento do permafrost. Para uma discussão sobre modelos climáticos de complexidade reduzida, consulte a Seção 2.SM.1 do SR15.

* Nenhuma trajetória estava disponível para alcançar uma probabilidade superior a 66% de limitar o aquecimento abaixo de 1.5°C durante todo o século 21 com base nas projeções do modelo MAGICC.

Table 2: Classes de trajetórias do IPCC com base em critérios de probabilidade de limite de temperatura. Observe que essas probabilidades especificam a probabilidade de permanecer abaixo de um limite de temperatura se o cenário for alcançado; elas não refletem a plausibilidade de um cenário

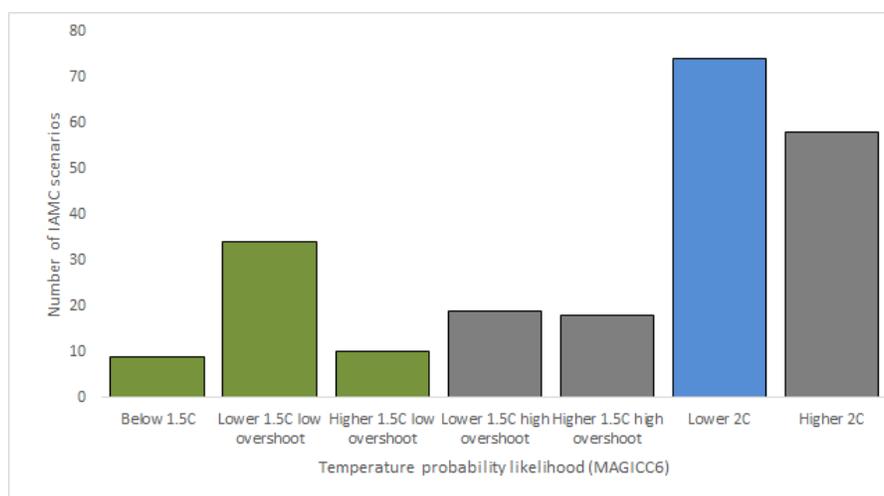


Figura 2: Número de cenários do IAMC em cada classe de trajetória. Os cenários representados pelas barras verde e azul passam a etapa do filtro de probabilidade de limite de temperatura para 1.5°C e WB-2°C, respectivamente

Como o Acordo de Paris determina que a temperatura média global deve ser mantida “muito abaixo de 2°C” acima dos níveis pré-industriais, além de visar limitar o aumento a 1.5°C, esses termos são dos mais interessantes. Embora “muito abaixo de 2°C” não seja estritamente definido no Acordo de Paris, é comumente entendido como análogo à terminologia de “chance provável” do IPCC, que é equivalente a 66% de probabilidade de manter o aumento da temperatura abaixo de um certo limite (neste caso, 2°C)¹². O aquecimento mediano equivalente está em torno de 1.7°C devido às incertezas no orçamento de carbono. Além disso, manter temperaturas abaixo de 2°C implica que o aquecimento não pode ultrapassar

¹² <https://www.cicero.oslo.no/en/posts/climate-news/well-below-2°C>

temporariamente 2°C, então tanto o “pico de aquecimento” quanto o aquecimento em 2100 são restritos (ou seja, classe de trajetória *inferior a 2°C*).

O cenário de entrada definido para 1.5°C é composto por cenários com pelo menos 50% de probabilidade de limitar o aquecimento em 2100 a 1.5°C, além de 50% de chance de limitar o pico de aquecimento a 1.5°C. Assim, inclui cenários sem ultrapassar e ultrapassando por pouco (ou seja, classes de trajetórias *Abaixo de 1.5°C*, *Abaixo de 1.5°C ultrapassando pouco* e *Acima de 1.5°C ultrapassando pouco*).

Classificar as trajetórias de emissões com base na probabilidade de temperatura representa um primeiro passo importante na determinação de um pacote de cenários e representa a análise mínima necessária para associar um cenário a um objetivo de temperatura. Depende principalmente da plausibilidade e consistência de um cenário: o cenário é plausível em parte na medida de sua probabilidade limite de temperatura e é consistente com base em sua avaliação utilizando o MAGICC. No entanto, esta etapa não aborda a responsabilidade ou consistência da mecânica e suposições subjacentes a uma trajetória de emissões, exceto o fato de que a revisão por pares e a publicação são pré-requisitos para inclusão no conjunto de cenários do IAMC.

2ª Etapa. Orçamento de emissões

Muitos cenários que limitam o aquecimento a 1.5°C ou WB-2°C podem ser classificados como cenários de transformação normativa (ou prescritiva) de acordo com a tipologia relatada por Borheson, et al¹³. Esses são cenários que respondem à pergunta “Como uma meta pode ser alcançada?” e são construídos começando com um estado futuro e retrocedendo os cenários até o presente; no entanto, os cenários de 1.5°C e WB-2°C também podem exibir características de cenários exploratórios, nos quais suposições desafiadoras são testadas dentro da restrição do objetivo final. Por exemplo, um cenário pode explorar como limitar o aquecimento abaixo de 2°C na ausência de uma política ou no caso de ação atrasada. Embora esses cenários não devam ser removidos com base na objetividade, eles devem ser cuidadosamente considerados quanto à responsabilidade e consistência.

Cenários que limitam o aquecimento a 1.5°C, em particular, podem ser baseados em suposições controversas para atingir uma trajetória de emissões. Apesar dos desafios associados ao cumprimento do Acordo de Paris, é problemático contar com emissões globais negativas sustentadas na escala de gigatoneladas de CO₂ por ano para compensar a ambição menor em curto prazo. Considerado

¹³ Börjeson et al., “Scenario types and techniques: Towards a user’s guide.”

separadamente da inclusão de tecnologias específicas como a captura e o armazenamento de carbono (CCS) e bioenergia, que podem ser opções importantes para o cumprimento do Acordo de Paris, contar com emissões globalmente negativas após atingir o valor líquido zero é considerado irresponsável e potencialmente não plausível. É irresponsável por inúmeros motivos: o excesso de confiança nessas tecnologias pode adiar a ambição em curto prazo e as mudanças de sistema associadas que são necessárias para evitar o “bloqueio de carbono”, além de superestimar a nossa capacidade de gerenciar os fluxos do ciclo global de carbono¹⁴. Além disso, os maiores afetados pelas consequências de uma aposta potencialmente fracassada em tecnologias de emissão negativa (NETs) serão as gerações futuras e a população global mais pobre, cuja falta de representação em tal decisão constituiria uma falha ética¹⁵. A dependência de NETs pode ser considerada não plausível devido às disparidades entre o desenvolvimento atual dessas tecnologias e as estimativas e escala de implementação nos modelos¹⁶.

No entanto, deve-se reiterar que a SBTi não remove cenários devido à inclusão de NETs ou bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS); em vez disso, um subconjunto desses cenários é removido devido ao excesso de confiança nas emissões globalmente negativas na segunda metade do século. Esses cenários são filtrados de forma eficaz pela etapa 2, conforme os cenários que ultrapassam o orçamento relevante da TCRE antes de atingir as emissões líquidas zero são eliminados (Tabela X: orçamentos relevantes)¹⁷.

¹⁴ Minx et al., “Negative emissions—Part 1: Research landscape and synthesis”;

Anderson K and Peters G, “The trouble with negative emissions”;

Smith P et al., “Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions”;

¹⁵ Smith P et al., “Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions”;

¹⁶ Haszeldine et al., “Negative emissions technologies and carbon capture and storage to achieve the Paris Agreement commitments”;

IEAGHG 2014, CCS Industry Build-Out Rates - Comparison with Industry Analogues.

¹⁷ Em cenários em que apenas dados de CO₂ estão disponíveis, a contribuição média de não CO₂ GEE do pacote de cenários de filtragem pré-orçamento é adicionada às emissões de CO₂ projetadas em cada cenário.

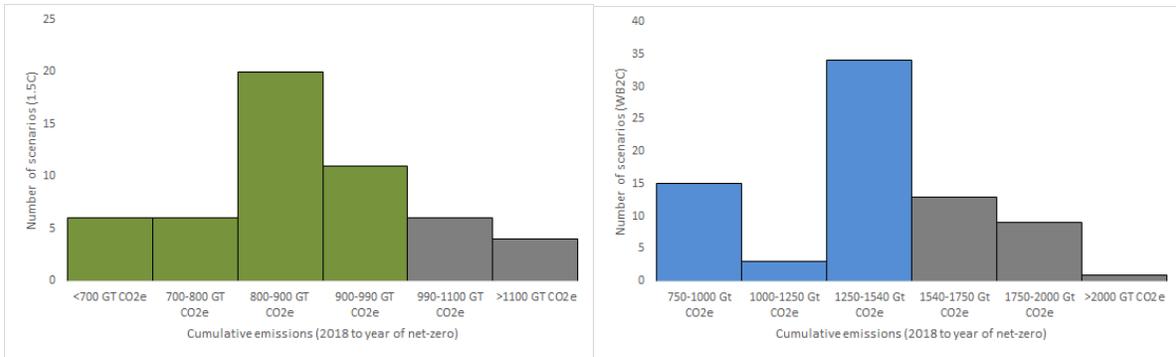


Figura 3: Histograma das emissões cumulativas de GEE de Quioto (2018 até o ano de emissões líquidas zero) no pacote de 1.5°C (à esquerda) e no pacote de WB-2°C (à direita). Os cenários representados pelas barras cinzas são filtrados nesta etapa.

3ª Etapa. Ano de pico de emissões

O Acordo de Paris afirma que as emissões devem atingir o pico “o mais rápido possível”. Como as emissões globais ainda estão aumentando, um limiar é introduzido aqui que define uma janela de tempo futura dentro da qual as emissões precisam atingir o pico. Dada a criação precoce de alguns cenários no banco de dados do SR15, esse limiar removerá cenários que previram um pico que está no passado ou antes do intervalo de tempo mais próximo de 2020. Na outra extremidade do limiar, os cenários nos quais as emissões atingem o pico em 2025 ou mais tarde também são removidos (embora a Figura 4 demonstre que esses cenários foram removidos por filtros anteriores).

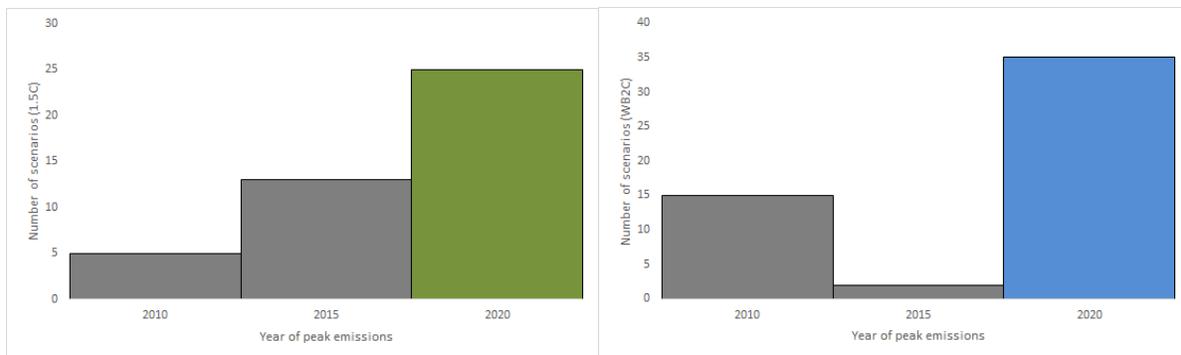
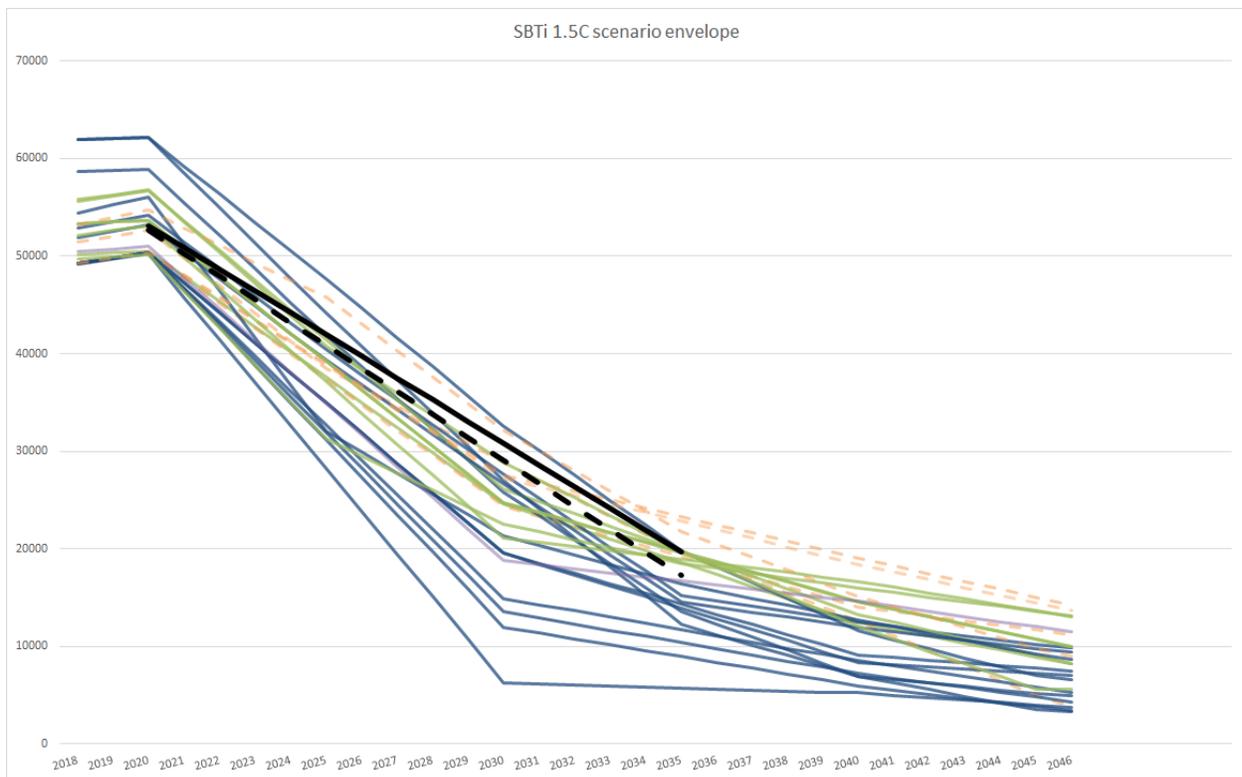


Figura 4: Histograma do ano de pico de emissões no cenário de 1.5°C (esquerda) e WB-2°C (direita). Os cenários representados pelas barras cinzas são filtrados nesta etapa.

4ª Etapa. Testes qualitativos: Atraso e Emissões em Curto Prazo

Um filtro é aplicado ao pacote de cenários que detecta trajetórias caracterizadas por ação atrasada ou emissões históricas e em curto prazo improváveis. Os cenários que retratam a ação atrasada são qualitativamente semelhantes aos cenários que atingem o pico em 2025 ou mais tarde, apesar de não terem sido filtrados por esse motivo exato, enquanto os cenários com baixas estimativas de emissões históricas ou em curto prazo podem ter passado no filtro de orçamento de emissões (Etapa 2) devido ao baixo ponto de partida das emissões anuais, em vez de reduções que provavelmente são mais necessárias entre 2020-2035.

Os cenários são removidos se retratam uma redução linear anual (2020-2035) menos ambiciosa do que o 20º percentil do pacote. Apesar de suas qualidades indesejáveis, esses cenários podem ter passado por filtros anteriores por diversos motivos; por exemplo, alguns cenários com taxas de redução anual relativamente baixas podem ter passado no filtro de orçamento de emissões (Etapa 2) devido a subestimações das emissões históricas e projetadas em curto prazo. Outros cenários que atingem o pico em 2020 (passando pela Etapa 3) são seguidos por reduções insignificantes ou relativamente lentas para os próximos cinco a dez anos e dependem de reduções rápidas de emissões além do horizonte de definição de metas que não são consistentes com o pacote de cenários principal. Para fins de definição de uma taxa mínima de ambição, remover esses cenários, que geralmente são caracterizados por ação atrasada ou emissões improváveis em curto prazo, nos fornece uma amostra mais representativa das vias que estão alinhadas com o pacote geral e os princípios da SBTi.



*Figura 5: Os cenários do pacote final de 1.5°C são representados pelas linhas azul marinho, verde e violeta, coloridas por redução linear entre 2020-2035 (azul marinho: maior que a mediana; verde: menor que a mediana; violeta: mediana pré-teste; onde mediana pré-teste refere-se ao pacote de cenários antes do 20º percentil inferior ser removido). As linhas laranja pontilhadas são os cenários inferiores do 20º percentil, que são removidos pelo teste qualitativo. A linha preta pontilhada mostra um cenário hipotético no qual as emissões são reduzidas na **mediana** do pacote pré-teste (4,5% linear), enquanto a linha preta sólida mostra as emissões reduzidas no **mínimo** pós-pacote (4,2% linear).*

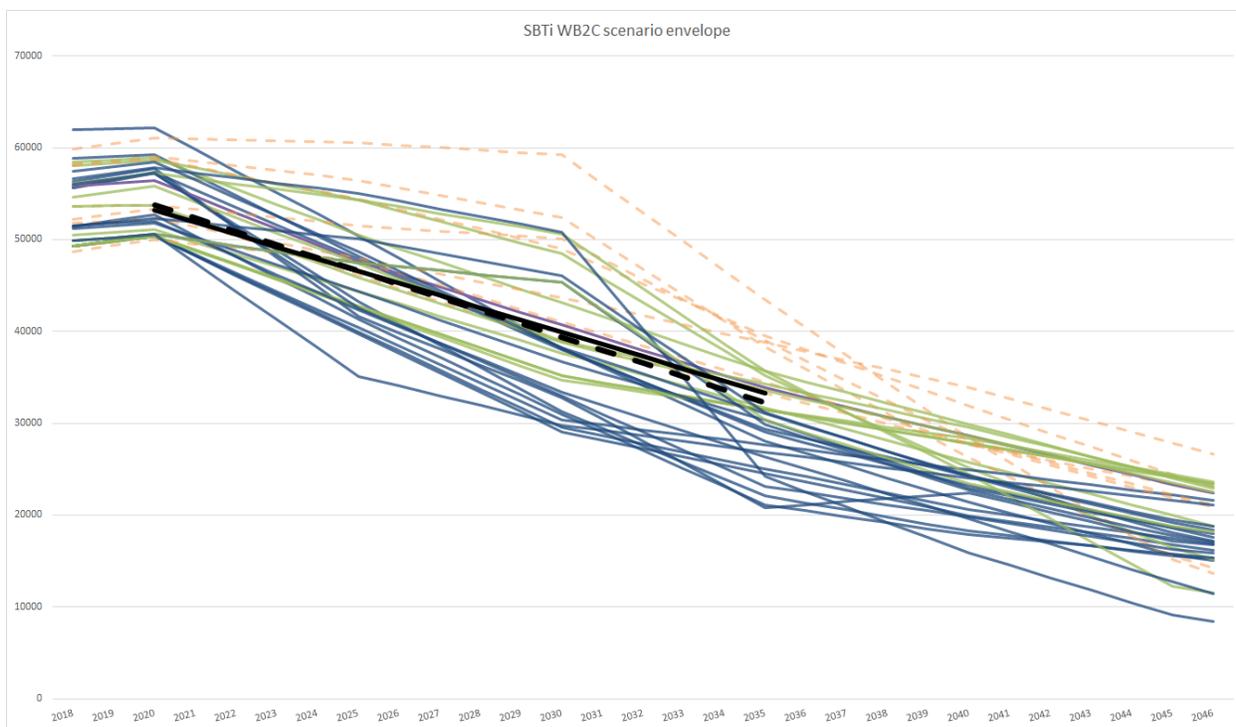


Figura 6: Cenários do pacote final WB-2°C, coloridos de acordo com a mesma convenção descrita acima. A linha preta pontilhada mostra um cenário hipotético no qual as emissões são reduzidas na **mediana** do pré-teste (2,7% linear), enquanto a linha preta sólida mostra as emissões reduzidas no **mínimo** pós-pacote (2,5% linear).

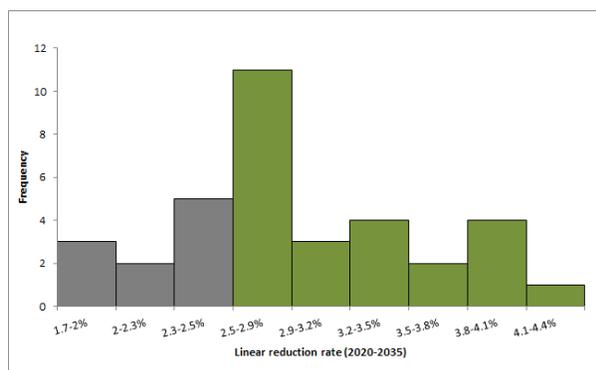
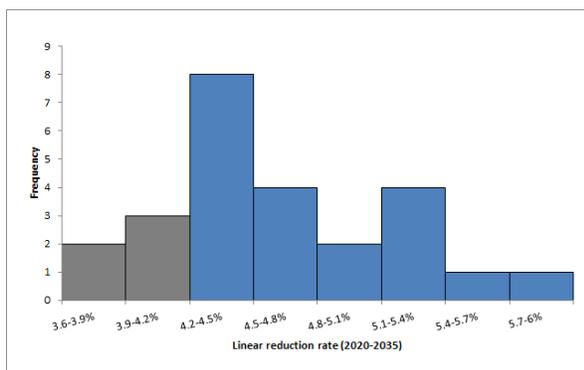


Figura 7: Histograma da taxa de redução linear (2020-2035) nos pacotes de cenários de 1.5°C (esquerda) e WB-2°C (direita) com filtro pré-estatístico. Os cenários representados pelas barras cinzas são filtrados nesta etapa.

Resultados

A partir de um conjunto inicial de 177 cenários de 25 modelos, o filtro passo-a-passo produz um pacote final de 20 cenários de 1.5°C e um pacote final de 28 cenários de WB-2°C. A primeira etapa de identificação de cenários com probabilidades de limite de temperatura alinhadas com o respectivo objetivo reflete a própria categorização de temperatura das vias do IPCC e resulta em conjuntos de entrada de 53 e 74 cenários para 1.5°C e WB-2°C, respectivamente. As próximas duas etapas, os filtros de orçamento de emissões e de ano de pico de emissões, reduzem cada pacote em cerca de 50%, eliminando cenários que dependem muito das emissões líquidas negativas além do horizonte de definição de metas ou que são considerados desatualizados para representar um pico de emissões globais antes de 2020. Estas duas etapas são importantes, pois alinham o pacote de cenários com os princípios de plausibilidade e responsabilidade em comparação aos limites geofísicos, em vez de estatísticos. A quarta e última etapa elimina cenários que representam reduções de emissões no 20º percentil inferior, que são provavelmente caracterizadas por ação atrasada ou subestimação das emissões em curto prazo.

Discussão

Os cenários nos quais o aquecimento é limitado a 1.5°C são caracterizados por reduções imediatas e abruptas de GEE em curto prazo, as quais são críticas para restringir as emissões cumulativas (Figura 8). Isso reflete o orçamento extremamente limitado de emissões remanescentes e a urgência de reduções em curto prazo que devem ser alcançadas para limitar o aquecimento a 1.5°C, sem depender de uma ampla remoção de dióxido de carbono após atingir o valor líquido zero. O pacote de cenário WB-2°C tem uma inclinação menor (Figura 9) porque a trajetória para as emissões líquidas zero não é tão restrita pelo orçamento de GEE relevante (Quadro 2). No entanto, deve-se notar que a incerteza associada aos *feedbacks* climáticos e o risco correspondente de mudanças climáticas irreversíveis são amplificados quando o aquecimento excede 1.5°C e se aproxima de 2°C; assim, cenários de 1.5°C podem ser considerados mais robustos.

Os cenários de 1.5°C são altamente dependentes da trajetória, e a linearização em um intervalo de tempo mais longo pode resultar em emissões cumulativas mais de 30% maiores do que o estimado. Assim, as taxas de redução linear são calculadas com base no intervalo de tempo 2020-2035, que se alinha com o período de vigência de uma meta baseada na ciência avaliada pela SBTi e minimiza a distorção.

Taxas mínimas de contração absoluta

Depois de passar pelo processo de filtro passo-a-passo, cada trajetória restante de 1.5°C e WB-2°C é considerada válida, de modo que as taxas de redução mínimas associadas a cada meta de temperatura correspondem à taxa de redução mínima de um cenário em cada respectivo pacote.

As taxas mínimas de redução linear anual alinhadas com 1.5°C e WB-2°C são 4,2% e 2,5%, respectivamente.

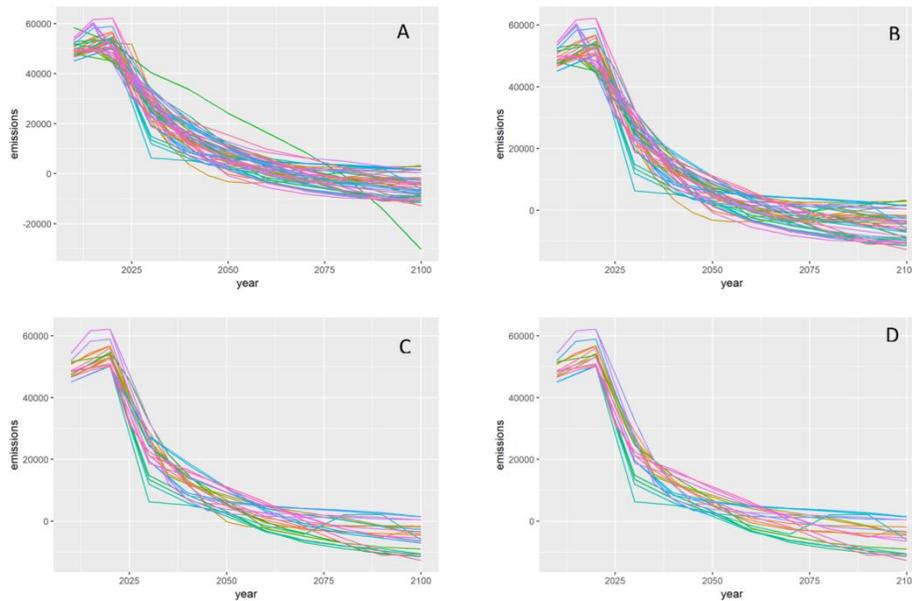


Figura 8: Processo de filtragem passo-a-passo para 1.5°C; (A) Conjunto completo de cenários do IAMC abaixo/sem ultrapassar 1.5°C; (B) 10 cenários removidos devido ao orçamento de emissões excedido; (C) 18 cenários removidos devido ao ano de pico de emissões; (D) 5 cenários removidos devido ao teste qualitativo | atraso e em curto prazo. 20 cenários finais (Apêndice I).

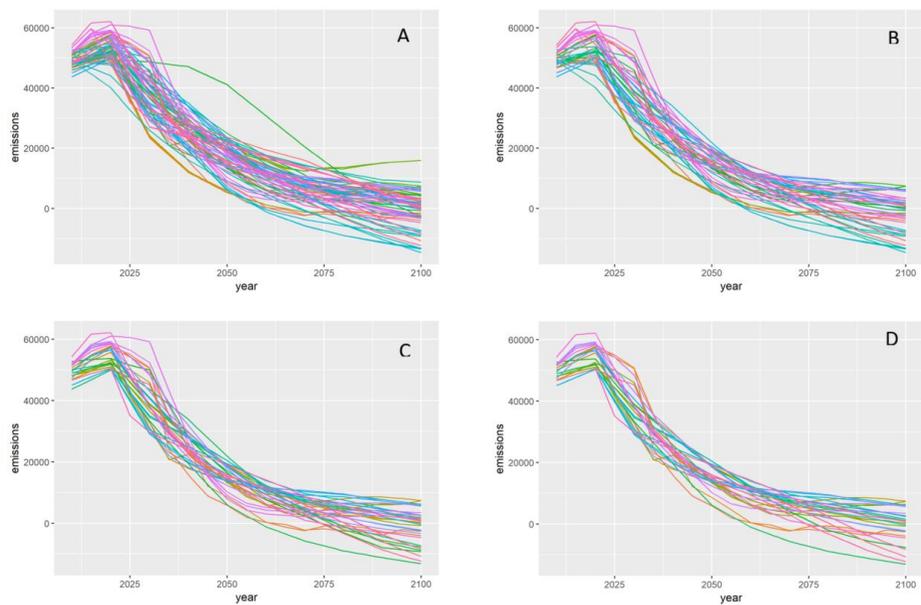


Figura 9: Processo de filtragem passo-a-passo para WB-2°C; (A) Conjunto completo de cenários do IAMC abaixo de 2.0°C; (B) 22 cenários removidos devido ao orçamento de emissões excedido; (C) 17 cenários removidos devido ao ano de pico de emissões; (D) 7 cenários removidos devido ao teste qualitativo | atraso e em curto prazo. 28 cenários finais (Apêndice I).

3.2 Abordagem de Descarbonização Setorial (SDA)

Visão geral

Publicado pela primeira vez em 2015 na *Nature Climate Change*¹⁸, o método de Descarbonização Setorial (SDA) foi desenvolvido pelo CDP, WRI e WWF com o apoio técnico da Navigant (antiga Ecofys), como consultora parceira. A metodologia foi criada com a contribuição de um grupo de consultores técnicos, dois *workshops* públicos de partes interessadas e um *workshop* online, e tem como objetivo fornecer às empresas um método setorial específico e apoiado por pesquisas para definir as metas de emissões. O SDA utiliza os cenários setoriais globais do documento *Energy Technology Perspectives* da IEA, incluindo emissões e projeções de atividades, que são utilizadas para calcular as trajetórias de intensidade do setor¹⁹.

O método leva em consideração as diferenças entre os setores e os potenciais de redução, que são considerados na elaboração dos diferentes cenários de escopo 1 do setor. Ele também inclui cenários de escopo 2 específicos do setor, que traduzem melhor as práticas de contabilidade corporativas de GEE, e pode ser usado para definir metas válidas de escopo 3, na medida em que determinas trajetórias de atividade correspondam às categorias de escopo 3 ou às fontes de emissões do inventário de escopo 3 de uma empresa. Para setores homogêneos, o método SDA também acomoda níveis diferenciados de ação histórica, pois exige que as empresas intensivas em emissões de GEE reduzam as suas emissões mais rapidamente do que a média do setor; e, por outro lado, as empresas com intensidades de emissões iniciais relativamente baixas podem reduzir as suas emissões de forma mais lenta. Empresas novas entrando em um setor homogêneo também são acomodadas e alocam partes do orçamento de carbono.

Definição de cenário do ETP

O último relatório *Energy Technology Perspectives* (ETP) publicado pela Agência Internacional de Energia (IEA) em 2017 inclui três cenários de emissões que vão de 2014 a 2060: o Cenário de Tecnologia de Referência (RTS), o Cenário de 2°C (2DS) e o Cenário Além de 2°C (B2DS). Esses cenários foram

¹⁸ Krabbe et al., “Aligning corporate greenhouse-gas emissions targets with climate goals”.

¹⁹ Reference data for IEA ETP scenarios can be acquired here: <https://www.iea.org/etp2017/>

desenvolvidos usando análises de “previsão reversa” e “previsão projetada” com o objetivo de identificar uma trajetória econômica (estrutura de otimização de custos) para atingir o resultado desejado.

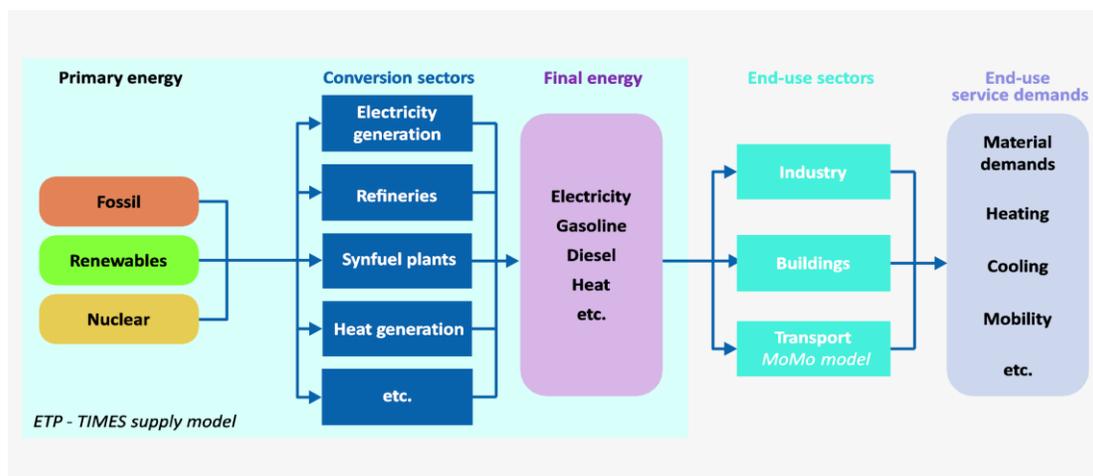


Figura 10: Estrutura do modelo do ETP

Energia primária	Setores de conversão	Energia final	Setores de uso final	Demandas de serviço de uso final
Fósseis Renováveis Nuclear	Geração de eletricidade Refinarias Plantas de combustível sintético Geração de calor Etc.	Eletricidade Gasolina Diesel Calor Etc.	Indústria Construção Transporte <i>Modelo MoMo</i>	Demandas de material Aquecimento Arrefecimento Mobilidade Etc.

O modelo de abastecimento ETP-TIMES utilizado pela IEA é um modelo ascendente e rico em tecnologia que relaciona o abastecimento de energia (modelo de conversão de energia) com os três setores com maior demanda de energia (indústria, transporte e construção). O ETP de 2017 considera políticas que já foram implementadas e decididas, afetando trajetórias em curto prazo (trajetórias em curto prazo diferem do que seriam consideradas como trajetórias econômicas), e considera a análise normativa de longo prazo com menos restrições relacionadas aos objetivos políticos visando uma transição econômica para um sistema de energia de baixo carbono.

Box 3. *Revisão de cenários do ETP*

O ETP 2017 oferece três cenários²⁰:

O Cenário de Tecnologia de Referência (RTS) leva em consideração os compromissos atuais dos países para limitar as emissões e melhorar a eficiência energética, incluindo as NDCs acordadas no Acordo de Paris. Ao levar em consideração esses compromissos e tendências recentes, o RTS já representa uma grande mudança de uma abordagem histórica de “negócios como de costume”, sem nenhuma resposta de política climática significativa. O RTS exige mudanças significativas na política e nas tecnologias no período até 2060, além de cortes adicionais significativos nas emissões depois dessa data. Esses esforços resultariam em um aumento médio da temperatura de 2.7°C até 2100, a partir do qual é improvável que as temperaturas tenham se estabilizado e continuariam subindo.

O Cenário de 2°C (2DS) apresenta uma via do sistema de energia e uma trajetória de emissões de CO₂ consistente com pelo menos 50% de chance de limitar o aumento médio da temperatura global a 2°C até 2100. As emissões anuais de CO₂ relacionadas à energia são 70% menores em relação aos níveis atuais até 2060, com emissões cumulativas de cerca de 1.170 gigatoneladas de CO₂ (GtCO₂) entre 2015 e 2100 (incluindo emissões de processos industriais). Para ficar dentro dessa faixa, as emissões de CO₂ da combustão de combustível e processos industriais devem continuar o seu declínio após 2060, e a neutralidade de carbono no sistema de energia deve ser alcançada antes de 2100. O 2DS continua sendo o cenário de mitigação climática central do ETP, reconhecendo que representa uma transformação altamente ambiciosa e desafiadora do setor de energia global que depende de uma resposta bastante fortalecida em comparação com os esforços atuais.

O Cenário Além de 2°C (B2DS) explora até que ponto a implantação de tecnologias que já estão disponíveis, ou que sendo desenvolvidas, poderiam nos levar além do 2DS. As melhorias e as implementações tecnológicas são levadas a seus limites máximos praticáveis em todo o sistema de energia com o objetivo de atingir as emissões líquidas zero até 2060 e permanecer líquido zero ou abaixo depois disso, sem exigir avanços tecnológicos imprevistos ou limitar o crescimento econômico. Essa abordagem de “impulso de tecnologia” resulta em emissões cumulativas do setor de energia de cerca de 750 GtCO₂ entre 2015 e 2100, um valor que é

²⁰ IEA, Energy Technology Perspectives 2017 | Catalysing Energy Technology Transformations

consistente com uma chance de 50% de limitar aumentos médios de temperatura futuros a 1.75°C. As emissões do setor de energia chegam a emissões líquidas zero por volta de 2060, apoiadas por emissões negativas significativas através da implantação de bioenergia com CCS. O cenário B2DS se enquadra na faixa de ambição do Acordo de Paris, mas não pretende definir uma meta de temperatura específica para “muito abaixo de 2°C”.

O método SDA para definição de metas

A SDA difere de outros métodos existentes em virtude de sua abordagem em nível setorial e perspectiva de intensidade física. O SDA tem como objetivo ajudar empresas em setores intensivos e homogêneos (setores que podem ser descritos com um indicador físico), incluindo os seguintes:

- Geração de energia (MWh)
- Ferro e aço (toneladas métricas de aço bruto)
- Alumínio (toneladas métricas de alumínio)
- Cimento (toneladas métricas de cimento)
- Celulose e papel (toneladas métricas de celulose e papel)
- Transporte de Carga e Passageiros (passageiro-quilômetro, toneladas-quilômetro)
- Edifícios comerciais e de serviços (metros quadrados).

Dentro de cada setor, as empresas podem derivar as suas metas de redução de emissões baseadas na ciência com base em sua contribuição relativa para a atividade total do setor e a sua intensidade de carbono inicial em relação à intensidade do setor. A abordagem de alocação do método é a “convergência de intensidade”. Ela é baseada no pressuposto de que a intensidade de carbono de cada empresa em um setor homogêneo convergirá com a intensidade de carbono do setor em 2050. Da forma como está atualmente, o método não cobre certos setores (agricultura, silvicultura e outros usos da terra; produção de petróleo e gás; edifícios residenciais e outros).

O método prevê trajetórias de intensidade de empresas de crescimento rápido para contabilizar o seu aumento na participação de mercado. Caso não seja contabilizada, a intensidade média do setor aumentará em função do crescimento, resultando em uma superação do orçamento de carbono do setor. O contrário acontece com as trajetórias de intensidade das empresas que apresentam uma participação de mercado decrescente. Embora isso possa parecer irreal ou injusto, faz sentido do ponto de vista dos negócios, porque quando a participação de mercado de uma empresa está diminuindo, ela provavelmente investirá menos em tecnologias novas e mais eficientes e vice-versa.

Para obter uma descrição completa do método do SDA, consulte o SDA Report²¹.

Escopos

Este método de convergência é usado para emissões de escopo 1 e 2 na ferramenta SDA, resultando nas seguintes saídas para setores homogêneos: meta de intensidade de carbono de escopo 1, meta de redução de emissões absolutas de escopo 1, meta de intensidade de carbono de escopo 2, meta de redução de emissões absolutas de escopo 2. Além disso, uma empresa pode usar várias trajetórias setoriais no SDA para modelar também as metas de escopo 3. Por exemplo, uma empresa pode exigir que seus fornecedores de alumínio estabeleçam metas alinhadas com a trajetória do setor de alumínio no SDA (bens e serviços comprados), usem a via de edifícios comerciais para seus ativos alugados ou usem a ferramenta de transporte do SDA para definir metas para seu transporte e distribuição em sua cadeia de valor.

Comparação de cenários de redução de emissões da IEA para cenários de WB-2°C e 1.5°C

Devido aos orçamentos de GEE revisados que foram introduzidos no SR15 e que podem invalidar as probabilidades de limite de temperatura associadas aos cenários 2DS e B2DS especificadas no Quadro 3, assim como a decisão da SBTi de definir a ambição da meta em relação aos pacotes de cenários alinhados com cada meta de temperatura, é importante comparar os diferentes cenários da IEA com os pacotes de cenários determinados na Seção 3.1. Com base nos resultados desta comparação, a ambição do SDA utilizando uma trajetória específica do ETP pode ser considerada alinhada com os cenários de 1.5°C ou WB-2°C. Mais importante ainda, as reduções gerais de emissões mostradas por uma via do ETP devem estar alinhadas com as reduções representadas por um pacote de cenários para serem consideradas alinhadas em termos de ambição. Além disso, a trajetória geral das emissões anuais deve ser comparável.

Uma diferença fundamental entre os cenários da IEA e os pacotes de cenários é o tipo de emissões cobertas: As trajetórias do ETP são limitadas às emissões de CO₂ de atividades energéticas e industriais, enquanto os pacotes de cenários foram calculados com base nos GEEs do Protocolo de Quioto. Felizmente, o IIASA fornece dezenas de variáveis para cada cenário do IAMC, incluindo emissões de CO₂

²¹ SBTi. 2015 “SDA: A method for setting corporate emission reduction targets in line with climate science”.

provenientes de atividades energéticas e industriais, permitindo uma comparação relevante entre as vias do ETP e os pacotes de cenários estabelecidos.

As taxas de redução de emissões lineares anuais de 2020 a um ano de referência para os cenários 2DS e B2DS são comparadas com as taxas de cada pacote de cenários nas Figuras 11 e 12. Estas informações confirmam que, embora o cenário B2DS esteja fora da faixa de reduções necessárias para uma meta de temperatura de 1.5°C, ele se enquadra na faixa de ambição definida para o pacote do cenário WB-2°C e, portanto, as metas definidas com o SDA utilizando o cenário B2DS podem ser consideradas alinhadas com uma meta de temperatura WB-2°C.

Para comparar a trajetória das emissões anuais no cenário B2DS com a do pacote do cenário, as emissões em cada cenário primeiro foram normalizadas para 2018 devido à ampla distribuição das estimativas entre os diferentes cenários. Embora o cenário 2DS esteja fora da faixa do pacote WB-2°C por volta de 2035, a Figura 13 mostra que as emissões anuais no cenário B2DS são comparáveis à mediana do pacote para esse ano²².

²² Embora a veracidade da normalização de cada cenário de emissões tenha sido considerada potencialmente problemática para a determinação dos pacotes de cenários na Seção 3.1, é uma aproximação razoável para o exercício de comparação aqui.

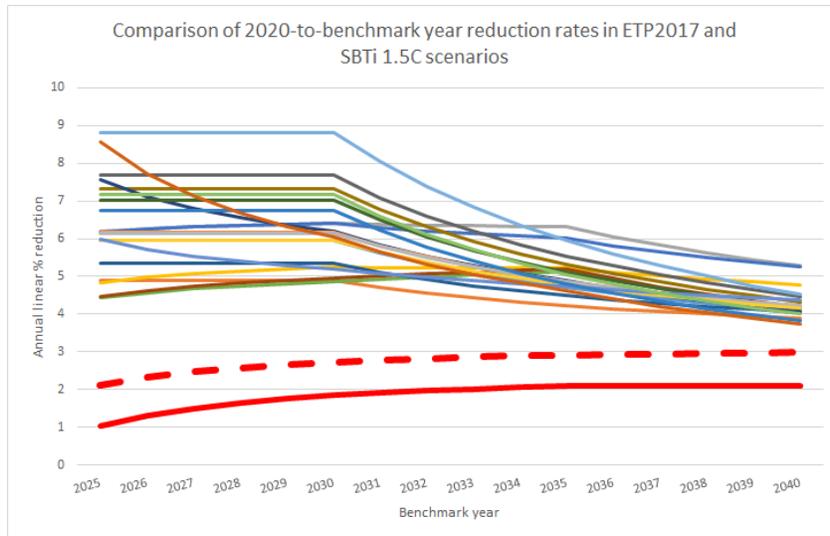


Figura 11: Faixa de taxas de redução linear anuais (anos de 2020 a 2035) para as emissões de CO₂ de energia e atividade industrial nas trajetórias dos cenários 2DS (vermelho sólido) e B2DS (vermelho pontilhado) do ETP da IEA e no pacote de cenário de 1.5°C.

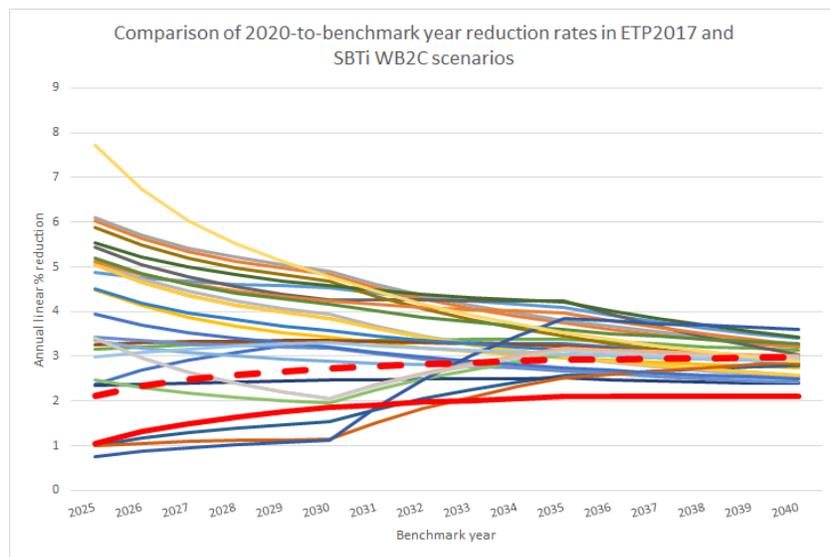


Figura 12: Faixa de taxas de redução linear anuais (anos de 2020 a 2035) para as emissões de CO₂ de energia e industriais nas trajetórias dos cenários 2DS (vermelho sólido) e B2DS (vermelho pontilhado) do ETP da IEA e no pacote de cenários de WB-2°C.

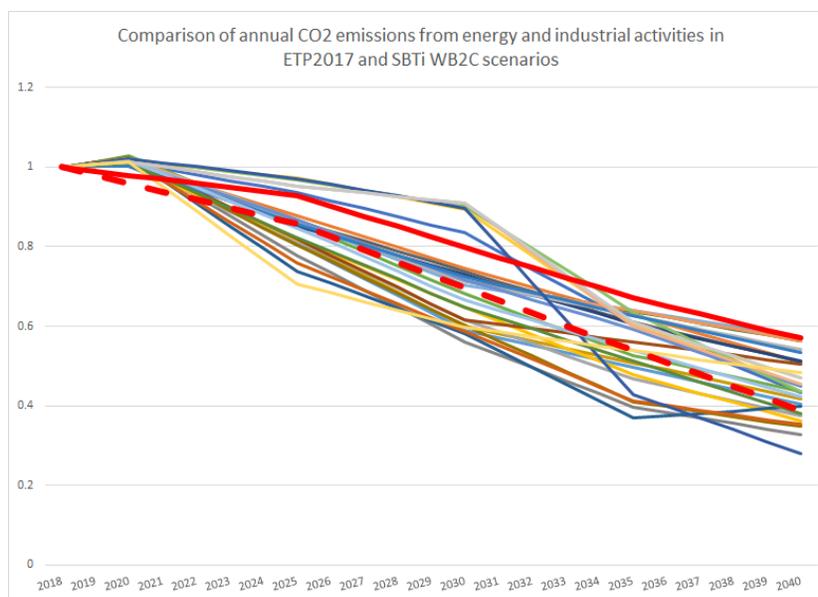


Figura 13: Trajetórias de emissão anuais (normalizadas para 2018) para emissões de energia e industriais no cenário B2DS do ETP da IEA e no pacote de cenários WB-2°C.

Alterações no método e na ferramenta SDA

O método SDA utiliza as trajetórias setoriais de emissões de GEE e as projeções de crescimento de atividade do setor. As duas podem se desviar ao longo do tempo devido à mudança nas taxas de demanda ou de descarbonização. Isso exige que o método seja periodicamente revisado para verificar a validade das projeções utilizadas, incluindo todas as premissas de orçamento de carbono. Assim, a atualização regular do número do orçamento global nas trajetórias subjacentes será uma condição importante para a robustez e integridade do método. A SBTi também está avaliando a adequação de outros modelos setoriais de referência, uma vez que as atualizações da ferramenta SDA dependem atualmente da publicação de relatórios do ETP.

A cobertura setorial do SDA também está se expandindo, à medida que parceiros da SBTi e outras organizações externas estão desenvolvendo novas trajetórias para setores que não são cobertos atualmente pela ferramenta SDA. Os desenvolvimentos externos precisam passar por um processo de validação, oferecer oportunidades de consulta pública e se alinhar com as definições e orçamentos de cenários de emissões aceitos pela SBTi.

No que se refere à atualização técnica atual, a SBTi reconhece que o desenvolvimento de trajetórias setoriais alinhadas com uma meta de temperatura de 1.5°C deve ser priorizado como um recurso técnico para apoiar as empresas na definição de metas mais ambiciosas. Infelizmente, os cenários do ETP da IEA alinhados com 1.5°C ainda não estão disponíveis (com exceção do setor de energia) e, portanto, a SBTi não pode fornecer um SDA para 1.5°C neste momento, uma vez que não foi identificado nenhum modelo de cenário apropriado com emissões setoriais. A SBTi pretende dedicar capacidade técnica adicional e engajar pesquisadores e outras partes interessadas para incluir trajetórias setoriais de 1.5°C na ferramenta SDA em trabalhos futuros.

Box 4. *Ajuste da equação do parâmetro de participação de mercado no método SDA*

Ao aplicar a abordagem de convergência para setores homogêneos, os níveis de atividade futuros esperados de uma empresa são combinados com os níveis de atividade esperados do setor no cenário 2DS para calcular o seu parâmetro de participação de mercado para um ano-alvo selecionado. Este cálculo produz uma proporção inversa da participação de mercado da empresa, resultando em um parâmetro decrescente quando a participação de mercado da empresa está aumentando.

No entanto, durante o teste beta da primeira ferramenta SDA em Excel, as partes interessadas ponderaram sobre uma potencial ameaça de alocação excessiva do orçamento de carbono nos casos em que uma empresa subestime o seu próprio crescimento. Para preservar a integridade do orçamento de carbono do ETP da IEA, a equipe da SBTi introduziu uma proteção para o parâmetro de participação de mercado quando uma empresa homogênea projetou uma diminuição em seus níveis de atividade levando a uma participação de mercado reduzida (ou seja, o parâmetro de participação de mercado é limitado a 1,0).

Como o lançamento da ferramenta SDA ocorreu após a publicação do artigo técnico sobre o SDA em 2014, essa proteção não foi totalmente descrita nas fórmulas do SDA. Portanto, embora o cálculo da participação de mercado real tenha permanecido inalterado, o ajuste na ferramenta SDA é o seguinte:

$$=if(m_y \leq 1, m_y, 1)$$

$$m_y = (CA_b / SA_b) / (CA_y / SA_y) \quad \text{equação (4) no relatório SDA:}$$

Em que:

m_y	Parâmetro de participação de mercado no ano y (%)
CA_b	Atividade da empresa no ano-base b
SA_b	Atividade do setor no ano-base b
SA_y	Atividade da empresa no ano y
SA_y	Atividade do setor no ano y

3.3 Metas de intensidade econômica

O método de emissões de gases do efeito estufa por unidade de valor agregado (GEVA) equivale a um orçamento de carbono em relação ao PIB total e à participação de uma empresa nas emissões é determinada por seu lucro bruto, uma vez que a soma dos lucros brutos de todas as empresas em todo o mundo é igual ao PIB global²³. Randers destaca que se todas as nações (ou empresas) reduzissem as suas emissões por unidade do PIB (valor agregado) em 5% ao ano, as emissões globais seriam 50% menores em 2050 em comparação a 2010. Nos seis anos desde que o artigo foi publicado, tanto o PIB subjacente quanto as premissas de emissões mudaram, e a taxa mínima de redução endossada pela SBTi aumentou de 5% para 7%²⁴.

É importante ressaltar que a eficácia do método em si não foi avaliada de forma robusta. O método GEVA é baseado em uma aproximação matemática sutil que não pode ser aceita sem justificativa; assim, nós especificamos que o valor de GEVA atualmente aceito depende de condições idealizadas onde todas as empresas estão crescendo na mesma taxa, igual à do PIB, e o crescimento do PIB é conhecido com precisão²⁵. O trabalho futuro se concentrará na determinação de um método de definição de metas de intensidade econômica mais robusto, seja abordando as implicações práticas desta suposição e ajustando a taxa de acordo ou conduzindo uma avaliação igualmente completa dos métodos existentes de terceiros; entretanto, nesse meio tempo, a SBTi só aceita metas de intensidade econômica formuladas com GEVA para metas de escopo 3.

²³ Randers, Greenhouse gas emissions per unit of value added ("GEVA") — A corporate guide to voluntary climate action.

²⁴ SBTi, Updated GEVA calculation (forthcoming)

²⁵ O método GEVA equaciona uma soma de produtos (a soma da meta GEVA de cada empresa multiplicada por seu valor agregado) ao produto de somas (meta GEVA global multiplicada pelo PIB global), o que é uma aproximação matemática inválida -- particularmente sob condições reais de mercado, a fim de alcançar uma redução global de emissões.

4. Escopo 3

As emissões de escopo 3 são a maior fonte de emissões de uma empresa na maioria dos setores, muitas vezes sendo responsáveis por várias vezes o impacto de suas emissões de escopo 1 e 2²⁶. No entanto, de uma perspectiva contábil, não está claro como atribuir responsabilidade por essas emissões, já que o inventário de emissões de uma empresa se sobrepõe ao de uma ou mais empresas ou consumidores. Além disso, o nível de influência que uma empresa tem sobre as emissões de escopo 3 varia de acordo com a categoria de escopo 3 e muitos outros fatores, como o poder de compra da empresa relatora, as áreas de atuação e a natureza de seus investimentos. Embora seja um desafio determinar *benchmarks* de escopo 3 que sejam comparáveis entre empresas e setores, a sobreposição também cria oportunidades de colaboração para reduzir um volume muito maior de emissões. O documento [Mudança de Valor na Cadeia de Valor: Melhores Práticas na Definição de Metas de Escopo 3](#) da SBTi descreve estas oportunidades e fornece orientação prática sobre como as empresas em diferentes setores podem lidar melhor com suas emissões de escopo 3.

As empresas são encorajadas a definir metas de escopo 3 usando os mesmos métodos científicos que são necessários para os escopos 1 e 2; no entanto, devido às complexidades descritas acima, a SBTi também aceita uma série de formulações de meta que são consideradas “ambiciosas”, mas não possuem base científica de acordo com os mesmos modelos. Os leitores são direcionados ao [“Manual para Definição de Metas Baseadas na Ciência”](#) e aos [“Critérios da SBTi”](#) para uma explicação detalhada dos requisitos de metas de escopo 3.

²⁶ SBTi, Value Change in the Value Chain.

5. Referências

Daniel Hupmen et al. *IAMC 1.5°C Scenario Explorer and Data hosted by IIASA*. Integrated Assessment Modeling Consortium & International Institute for Applied Systems Analysis, 2018.
doi:10.22022/SR15/08-2018.15429 | url: data.ene.iiasa.ac.at/iamc-1.5°C-explorer

Joeri Rogelj, Drew Shindell, Kejun Jiang, et al. "Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development", in *Special Report on Global Warming of 1.5°C (SR15)*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 2018.
url: <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>

IEA, *Future Scenarios for Climate Change*. 2018.
url: <https://www.iea.org/topics/climatechange/scenarios/>

Will Steffen et al. "Trajectories of the Earth System in the Anthropocene," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018, 115 (33) 8252-8259.
doi: 10.1073/pnas.1810141115 | url: <https://www.pnas.org/content/115/33/8252>

Task Force on Climate-Related Financial Disclosure, "Technical Supplement: The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-Related Risks and Opportunities," 2017.
url: <https://www.fsb-tcfd.org/publications/final-technical-supplement/>

IPCC, "Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,"
url: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

UNEP, *Emissions Gap Report 2018*, United Nations Environment Programme.
url: <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2018>

Meinshausen et al., "Emulating coupled atmosphere-ocean and carbon cycle models with a simpler model, MAGICC6: Part I – Model Description and Calibration," *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 1417-1456, 2011.
doi: <https://doi.org/10.5194/acp-11-1417-2011> | url: <https://www.atmos-chem-phys.net/11/1417/2011/acp-11-1417-2011.html>

G. Peters, "What does "well below 2°C" mean?" *Climate News*, Center for International Climate Research, 2017.

url: [https://www.cicero.oslo.no/en/posts/climate-news/well below-2°C](https://www.cicero.oslo.no/en/posts/climate-news/well-below-2°C)

Börjeson et al., “Scenario types and techniques: Towards a user’s guide.” *Futures*, 38, 723-289, 2006.
doi: 10.1016/j.futures.2005.12.002 | url: <http://paper.shifitit.ir/sites/default/files/article/1GIII-L%20Borjeson-2006.pdf>

Minx et al., “Negative emissions—Part 1: Research landscape and synthesis,” *Environ. Res. Lett.* 13 063001, 2018.
doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9b>

K. Anderson and G. Peters, “The trouble with negative emissions,” *Science* 354 182–3, 2016.
doi: 10.1126/science.aah4567

P. Smith et al., “Biophysical and economic limits to negative CO² emissions,” *Nat. Clim. Change* 6 42–50, 2016.
doi: <https://doi.org/10.1038/nclimate2870> | url: <https://www.nature.com/articles/nclimate2870>

R. S. Haszeldine, S. Flude, G. Johnson, V. Scott, “Negative emissions technologies and carbon capture and storage to achieve the Paris Agreement commitments,” *Phil. Trans. R. Soc. A* 376: 20160447, 2018.
doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2016.0447>

IEAGHG, *CCS Industry Build-Out Rates - Comparison with Industry Analogues*, 2014/TR6, 2017.
url: https://ieaghg.org/exco_docs/2017-TR6.pdf

Riahi et al. “The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview,” *Global Environmental Change*, 42 153-168, 2016.
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>

O. Fricko, et al., “The marker quantification of the Shared Socioeconomic Pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century,” *Global Environmental Change*, 2016.
doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.004>

Krabbe et al. “Aligning corporate greenhouse-gas emissions targets with climate goals,” *Nature Climate Change*, 5 1057-1060, 2015.
url: <https://www.nature.com/articles/nclimate2770>

IEA. “Energy Technology Perspectives 2017: Catalysing Energy Technology Transformations,” International Energy Agency, 2017.

SBTi. “Sectoral Decarbonization Approach (SDA): A method for setting corporate emission reduction targets in line with climate science,” the Science Based Targets initiative. 2015.

Jorgen Randers. “Greenhouse gas emissions per unit of value added (“GEVA”) — A corporate guide to voluntary climate action,” Energy Policy, 48, 46-55, 2012.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.041> | url:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512003461>

SBTi, “Updated GEVA calculation,” the Science Based Targets initiative. 2019 (lançamento pendente).

SBTi, Gold Standard, and Navigant. “Value Change in the Value Chain: Best Practices in Scope 3 Greenhouse Gas Management,” the Science Based Targets initiative, 2018.

url: https://sciencebasedtargets.org/wp-content/uploads/2018/12/SBT_Value_Chain_Report-1.pdf

6. Apêndice Cenários removidos em cada passo

6.1 Pacote de cenários 1.5°C

Veja a Figura 8 para um diagrama esquemático de cenários removidos em cada passo.

1. **Conjunto completo de cenários do IAMC para abaixo de/não superior a 1.5°C**
2. **10 cenários removidos devido ao orçamento de emissões:** C-ROADS-5.005-Ratchet-1.5-noCDR, REMIND- MAgPIE 1.7-3.0-SMP_2°C_Sust, WITCH-GLOBIOM 4.4-CD-LINKS_NPi2020_1000, MESSAGE- GLOBIOM 1.0-SSP2-19, GCAM 4.2-SSP1-19, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-SSP1-19, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP_1p5C_Def, MERGE-ETL 6.0-DAC15_50, POLES EMF33-EMF33_WB-2°C_full, MESSAGEix-GLOBIOM 1.0-LowEnergyDemand
3. **18 cenários removidos devido ao pico de emissões do ano** C-ROADS-5.005-Ratchet-1.5-noCDR-noOS, IMAGE 3.0.1-IMA15-TOT, C-ROADS-5.005-Ratchet-1.5-limCDR-noOS, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0- SMP_1p5C_Sust, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP_1p5C_regul, IMAGE 3.0.1-IMA15-LiStCh, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP_1p5C_lifesty, IMAGE 3.0.1-SSP1-19, IMAGE 3.0.1-IMA15-AGInt, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-SMP_1p5C_early, IMAGE 3.0.1-IMA15-Pop, IMAGE 3.0.1-IMA15-Eff, IMAGE 3.0.1-IMA15-Def, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-ADVANCE_2020_1.5°C-2100, REMIND 1.5-EMC_LimSW_100\$, REMIND 1.5-EMC_Def_100\$, REMIND 1.5-EMC_lowEI_100\$, REMIND 1.5-EMC_NucPO_100\$
4. **5 cenários removidos em teste qualitativo | atraso e curto prazo:** POLES EMF33-EMF33_WB-2°C_limbio, AIM/CGE 2.1-CD-LINKS_NPi2020_400, POLES EMF33-EMF33-EMF33_WB-2°C_nofuel, POLES EMF33-EMF33_WB-2°C_cost100, POLES ADVANCE-ADVANCE_2020_1.5°C-2100 POLES EMF33-EMF33_WB-2°C_nobeccs, AIM/CGE 2.0-SSP1-19, REMIND 1.7-CEMICS-1.5-CDR8, REMIND 1.7-CEMICS-1.5-CDR12, REMIND-MAgPIE 1.7-3.0-PEP_1p5C_red_eff, AIM/CGE 2.1-TERL_15D_NoTransportPolicy, AIM/CGE 2.0-SSP2-19, AIM/CGE 2.1-TERL_15D_LowCarbonTransportPolicy, POLES EMF33-EMF33_1.5°C_nofuel, POLES EMF33-EMF33_1.5°C_cost100, WITCH-GLOBIOM 4.4-CD-LINKS_NPi2020_400, POLES EMF33-EMF33_1.5°C_full, POLES EMF33-EMF33_1.5°C_limbio, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33_1.5°C_cost100, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33_1.5°C_full, POLES EMF33-EMF33_WB-2°C_none, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP1-19, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP4-19, AIM/CGE 2.0-ADVANCE_2020_1.5°C-2100, WITCH-GLOBIOM 4.2-ADVANCE_2020_1.5°C-2100

6.2 Pacote de cenários WB-2°C

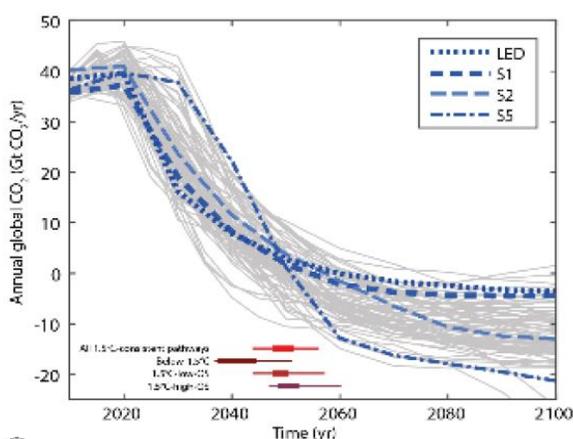
Veja a Figura 9 para um diagrama esquemático de cenários removidos em cada passo.

1. **Conjunto completo de cenários do IAMC para abaixo de 2°C**
 2. **22 cenários removidos devido ao orçamento de emissões:** MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33_Med2°C_nobeccs, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33_Med2°C_none, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-EMF33_WB-2°C_nobeccs, AIM/CGE 2.0-SSP1-26, AIM/CGE 2.0-SSP4-26, GCAM 4.2-SSP1-26, IMAGE 3.0.1-CD-LINKS_NPi2020_1000, AIM/CGE 2.1-TERL_2D_LowCarbonTransportPolicy, REMIND 1.7-CEMICS-2.0-CDR12, WITCH-GLOBIOM 4.4-CD-LINKS_NPi2020_1600, IMAGE 3.0.1-SSP1-26, AIM/CGE 2.0-SSP2-26, AIM/CGE 2.1-TERL_2D_NoTransportPolicy, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP1-26, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-EMF33_tax_hi_full, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP2-26, WITCH-GLOBIOM 3.1-SSP4-26, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-EMF33_WB-2°C_nofuel, AIM/CGE 2.1-EMF33_Med2°C_nofuel, AIM/CGE 2.1-EMF33_Med2°C_none, POLES ADVANCE-ADVANCE_2020_Med2°C, POLES ADVANCE-ADVANCE_2030_Med2°C
 3. **17 cenários removidos devido ao pico de emissões do ano:** REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-SMP_2°C_early, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-SMP_2°C_Def, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_Bio_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_EEEI_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_LifeStyle_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_Ref_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_ST_CCS_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_ST_bio_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_ST_nuclear_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_ST_solar_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_ST_wind_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_SupTech_1p5Degree, AIM/CGE 2.0-SFCM_SSP2_combined_1p5Degree, MESSAGE V.3-GEA_Eff_AdvNCO²_1p5C, MESSAGE V.3-GEA_Eff_1p5C, MESSAGE V.3-GEA_Mix_1p5C_AdvNCO²_PartialDelay2020, MESSAGE V.3-GEA_Mix_1p5C_AdvTrans_PartialDelay2020
 4. **7 cenários removidos em teste qualitativo | atraso e curto prazo:** REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-PEP_2°C_red_goodpractice, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-PEP_2°C_red_NDC, IMAGE 3.0.1-SSP2-26, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-PEP_2°C_full_netzero, MESSAGEix-GLOBIOM 1.0-CD-LINKS_NPi2020_1000, POLES CD-LINKS-CD-LINKS_NPi2020_1000, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-ADVANCE_2030_WB-2°C
- 28 cenários finais:** REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-EMF33_WB-2°C_none, POLES EMF33-EMF33_Med2°C_nobeccs, POLES EMF33-EMF33_Med2°C_none, IMAGE 3.0.1-SSP4-26, REMIND 1.7-CEMICS-2.0-CDR8, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-PEP_2°C_red_eff, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-PEP_2°C_red_netzero, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-EMF33_WB-2°C_limbio, AIM/CGE 2.1-EMF33_WB-2°C_full, POLES EMF33-EMF33_Med2°C_limbio, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-PEP_2°C_full_eff, AIM/CGE 2.1-CD-LINKS_NPi2020_1000, REMIND-MAGPIE 1.7-3.0-CD-LINKS_NPi2020_1000, POLES EMF33-EMF33_Med2°C_nofuel, POLES EMF33-EMF33_Med2°C_cost100, POLES EMF33-EMF33_Med2°C_full, AIM/CGE 2.0-SSP5-26, IMAGE 3.0.1-ADVANCE_2030_WB-2°C, IMAGE 3.0.1-ADVANCE_2020_WB-2°C, AIM/CGE 2.0-

ADVANCE_2030_WB-2°C, MESSAGE-GLOBIOM 1.0-ADVANCE_2020_WB-2°C, AIM/CGE 2.0-
ADVANCE_2020_WB-2°C, AIM/CGE 2.0-ADVANCE_2030_Price1.5°C, MESSAGE V.3-
GEA_Eff_1p5C_Delay2020, REMIND 1.7-ADVANCE_2020_WB-2°C, WITCH-GLOBIOM 4.2-
ADVANCE_2030_Price1.5°C, WITCH-GLOBIOM 4.2-ADVANCE_2030_WB-2°C, WITCH-GLOBIOM
4.2-ADVANCE_2020_WB-2°C

7. Apêndice 2. Comparação de pacotes de cenários e SSPs

Neste apêndice, os pacotes de cenários de 1.5°C e BA-2°C são comparados aos SSPs para compreender melhor o potencial contexto socioeconômico e de mitigação de cada pacote. Os cinco SSPs, que foram publicados pela primeira vez em 2016, refletem narrativas amplas sobre como o futuro pode evoluir. Os próprios SSPs não são vinculados a resultados específicos de temperatura, mas são executados com vários níveis da política climática para limitar o forçamento radiativo a um nível específico, variando de 1.9-8.0 W/m² como nas Vias de Concentração Radioativa (RCPs)²⁷. SSP1 (Sustentabilidade) e SSP2 (Meio da Estrada) são as mais relevantes para a SBTi, pois são caracterizadas pela co-realização dos ODS (SSP1) ou manutenção do *status quo* (SSP2), além de representar desafios pequenos a médios para mitigação e adaptação, enquanto SSP3 (Rivalidade Regional), SSP4 (Desigualdade) e SSP5 (Desenvolvimento com Combustível Fóssil) são caracterizados por altos desafios para adaptação e/ou mitigação²⁸. No SR15, quatro vias de arquétipo que limitam o aquecimento a 1.5°C foram designadas com base em SSP1-RCP1.9 (S1), SSP2-RCP1.9 (S2), SSP5-RCP1.9 (S3) e um novo Cenário de 1.5°C focado na sustentabilidade denominado Desenvolvimento de Baixa Energia (LED) (Figura 14)²⁹.



²⁷ IPCC, AR5

²⁸ Riahi et al., "The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview"

²⁹ Os seguintes modelos são usados: AIM/CGE 2.0 (S1), MESSAGE-GLOBIOM 1.0 (S2), REMIND-MAgPIE 1.5 (S3), and MESSAGEix-GLOBIOM 1.0 (LED)

Figura 14: Emissões globais líquidas de CO₂ em trajetórias de Abaixo de 1.5°C; 1.5°C com baixo overshoot e 1.5°C com alto overshoot com cenários de arquétipo destacados³⁰.

O pacote de cenários 1.5°C é comparado a todas as quatro vias arquetípicas entre 2020-2035, que corresponde ao período de tempo que a SBTi está avaliando as metas atualmente. Conforme apresentado pela Figura 15, o pacote está mais alinhado com o LED e S1, enquanto S2 e S3 ficam fora do pacote devido à grande dependência de emissões negativas para retornar aos níveis de 1.5°C após ultrapassar o orçamento de carbono.

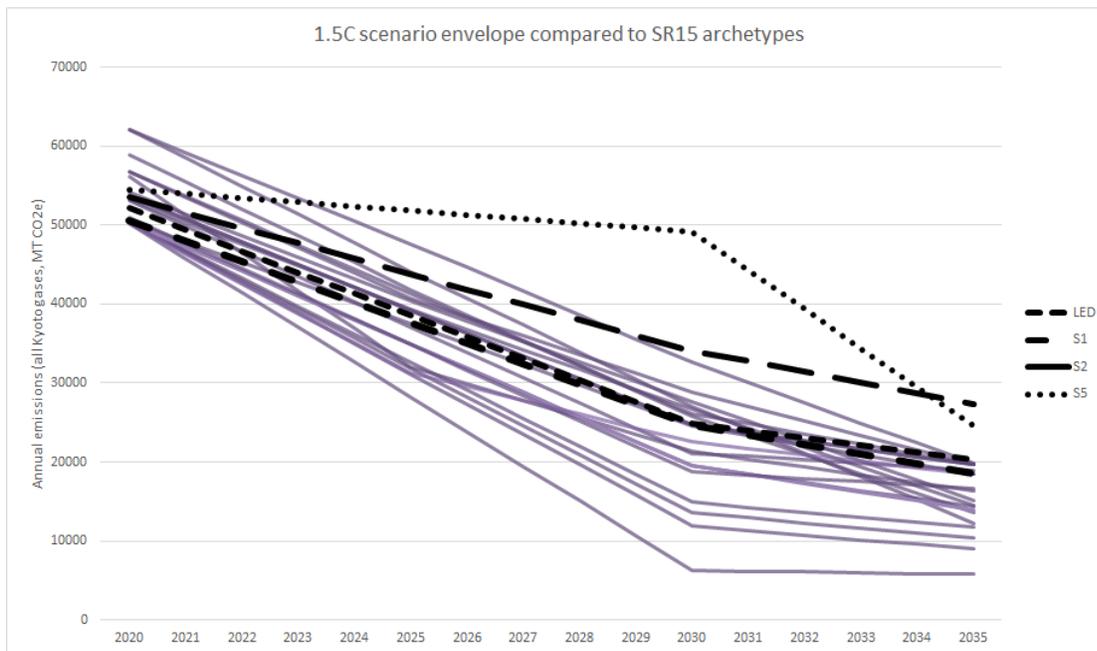


Figura 15: Comparação do pacote de cenários de 1.5°C (linhas roxas) com as vias arquetípicas (negrito, linhas pretas) entre 2020 e 2035.

³⁰ IPCC, SR15

Existem vias RCP2.6 análogas para os arquétipos S1, S2 e S3, mas sua relação com o cenário WB-2°C é diferente daquela das vias RCP1.9 para 1.5°C dado o limite de probabilidade de temperatura mais alto associado à classificação de WB-2°C da SBTi. Entre os cenários análogos, identificados aqui pelo símbolo de arquétipo com o “e”, apenas S1e (AIM/CGE 2.0 SSP1-RCP2.6) tem uma probabilidade >66% de permanecer abaixo de 2°C (ou seja, classificação “Abaixo de 2°C”), enquanto S2e MESSAGE-GLOBIOM 1.0 SSP2-RCP2.6) tem 50-66% de chance de ficar abaixo de 2°C (ou seja, classificação “Acima de 2°C”), e S3e ((REMIND-MAGPIE 1.5 SSP5-RCP2- RCP2.6) tem uma probabilidade de >50% de exceder 2°C entre 2020-2100 (ou seja, classificação “Acima de 2°C”). Conforme já descrito nesse documento, S2e e S3e seriam filtrados de um pacote de WB-2°C na primeira etapa devido à probabilidade de limite de temperatura derivada do MAGICC e, portanto, são um pouco menos relevantes para comparação. Para fornecer contexto adicional, três vias SSP2-26 “Abaixo de 2°C” (executadas usando diferentes modelos) com probabilidades de limite de temperatura que estão em conformidade com o cenário definido de WB-2°C também estão incluídas para comparação (Figura 16). SSP2 é destacado porque a via representa um verdadeiro meio-termo entre o conjunto de SSPs em termos de desafios para mitigação e adaptação, e está mais alinhada com a experiência histórica, particularmente em termos de melhorias de carbono e energia no RCP do período de referência³¹.

Como esperado, S3e e S2e não se enquadram no pacote de cenários WB-2°C entre 2020-2035. S1e e as outras três vias SSP2-26 ficam em torno do 50º percentil ou menos em relação ao pacote.

³¹ Fricko et al., “The Marker Quantification”

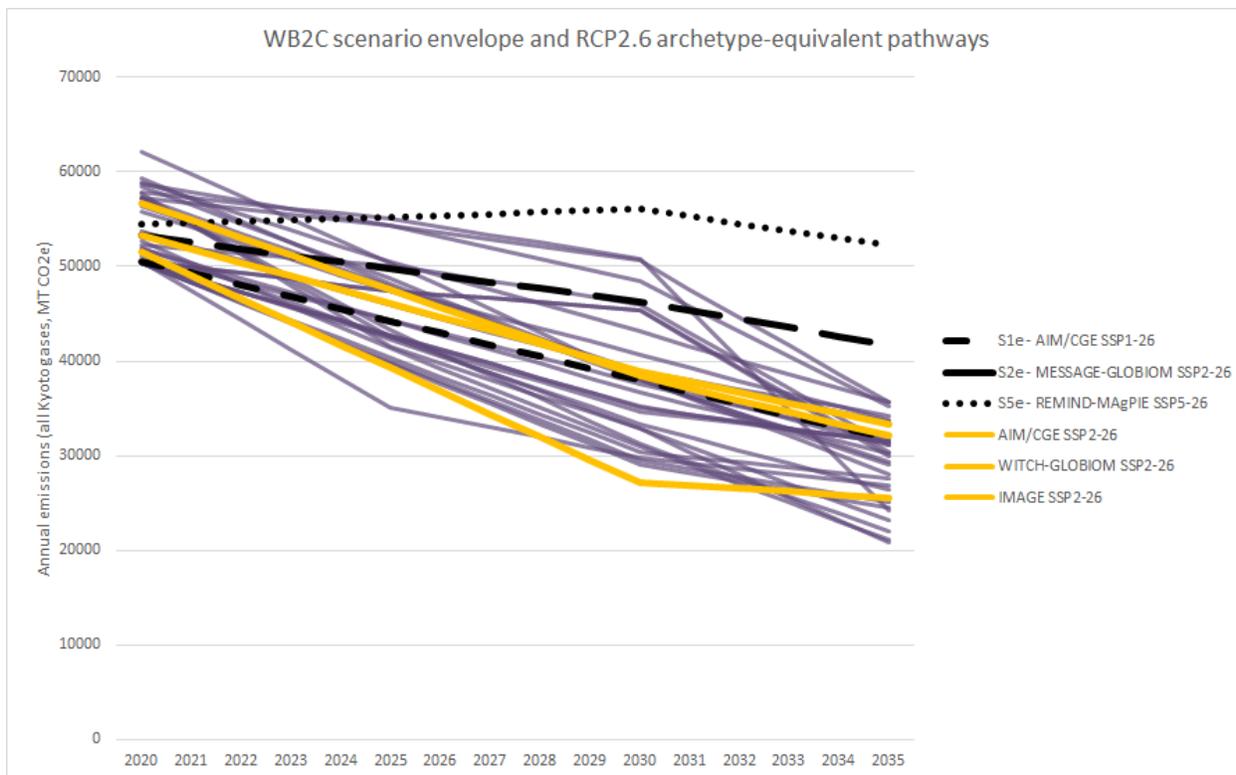


Figura 16: Comparação do pacote de cenários WB-2°C (linhas coloridas) com uma seleção de vias do SSP/RCP2.6 (negrito, linhas pretas e linhas amarelas) entre 2020 e 2035.

8. Apêndice 3. Grupo Consultivo Científico

O Grupo Consultivo Científico (SAG) co-presidido por Chris Weber (WWF) e Pedro Faria (CDP) é composto pelos principais cientistas de clima e energia que são consultados pela iniciativa trimestralmente (Figura 17). O SAG, que foi convocado no verão de 2018, foi um recurso importante no desenvolvimento da atualização técnica da SBTi em resposta ao SR15 e contribuiu com substancial *feedback*, que se reflete no conteúdo final deste relatório. A SBTi gostaria de expressar seu sincero agradecimento aos membros do SAG pela participação.



Figura 17: Membros do Grupo Consultivo Científico (Abril de 2019)

9. Histórico do Documento

Versão	Descrição da alteração/atualização	Data de conclusão	Data de entrada em vigor
1.0	Primeira publicação	Abril de 2019	Não se aplica