

# Roteiro Global para Descarbonização do Setor Saúde

Uma ferramenta de orientação para alcançar emissões zero com resiliência climática e equidade em saúde

**Saúde sem Dano**

Série inteligência climática na área da saúde

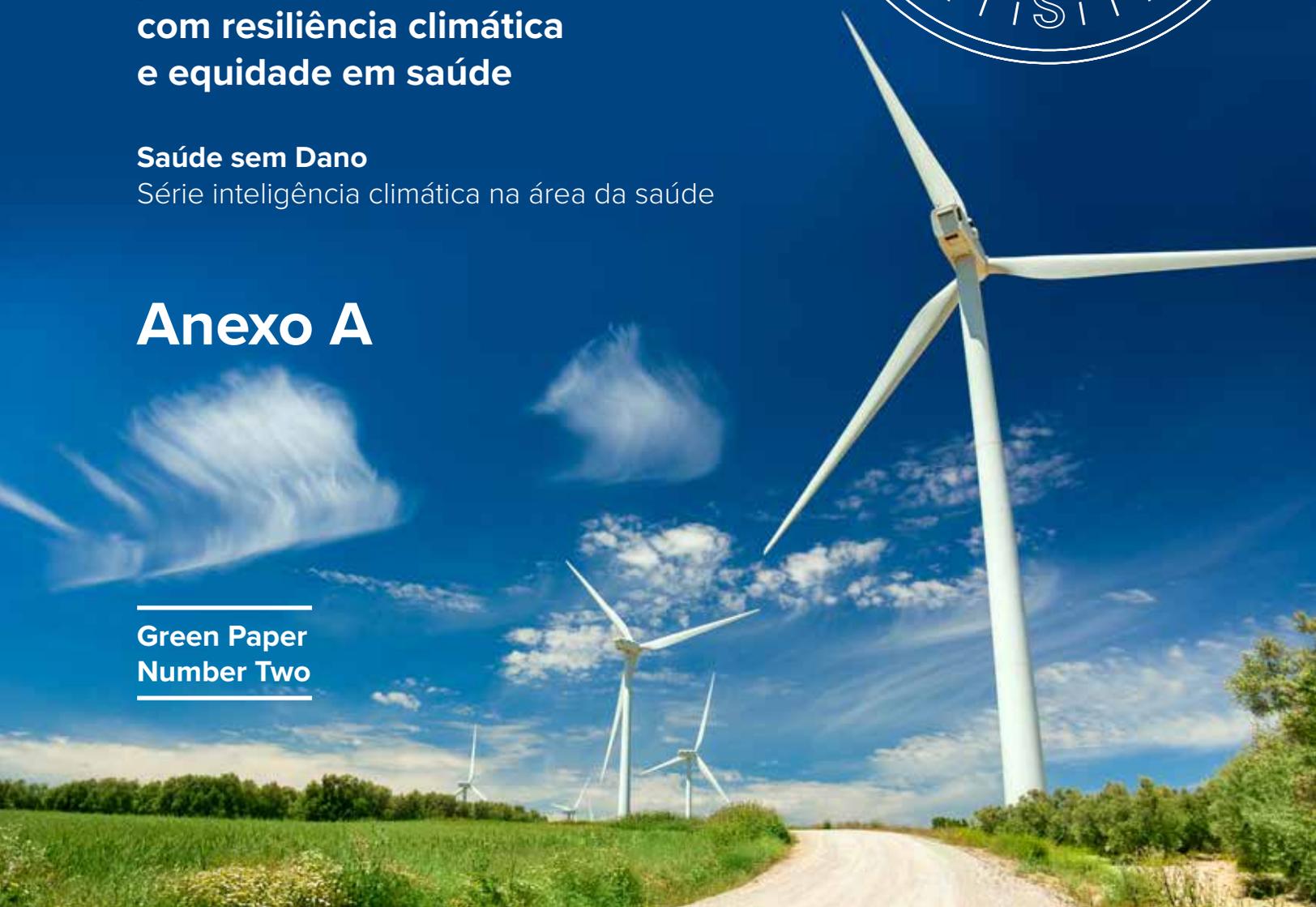
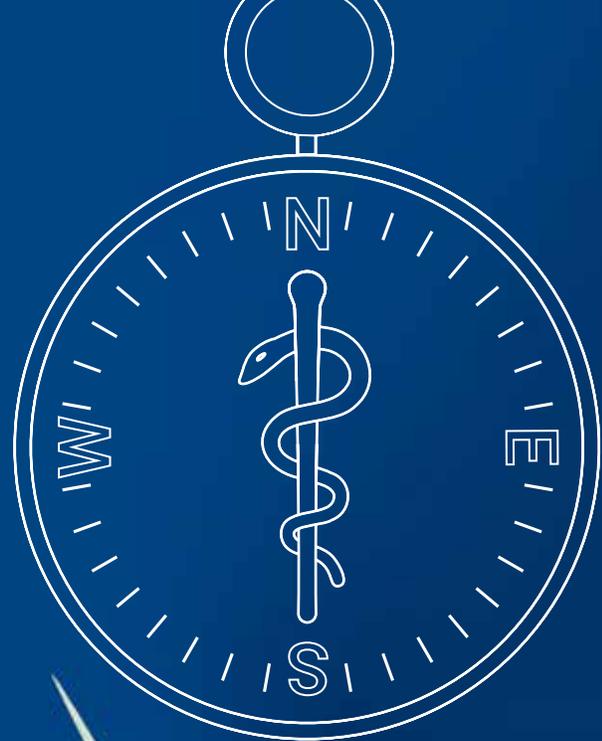
## Anexo A

**Green Paper  
Number Two**



Produzido em colaboração com a ARUP

Documento traduzido para o português pelo Projeto Hospitais Saudáveis, parceiro estratégico da Saúde sem Dano no Brasil. Para consultar a versão original em inglês, acesse: [healthcareclimateaction.org/roadmap](https://healthcareclimateaction.org/roadmap)



# Anexo A: Relatório técnico

---

## Conteúdo

<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>Derivando uma linha de base de emissões para 2014</b>	<b>4</b>
Introdução	4
Resultados	4
Anestésicos inalatórios e inaladores dosimetrados	6
Revisão de resultados	7
Comparação do Reino Unido com resultados publicados pelo NHS	7
Os Estados Unidos e o estudo de Eckelman <i>et al.</i>	14
Verificações suplementares sobre resultados nacionais	15
Metodologia para a análise de cadeias de suprimentos	17
Análise de caminho estrutural	18
Categorização e relatório de emissões	20
Expandindo a cobertura de países	27
<b>Cota de emissões do setor saúde</b>	<b>28</b>
Introdução	28
Metodologia	28
Cota de emissões	28
Cota de emissões globais para o setor saúde	30
Trajetórias de emissões	31
Resultados para países agrupados de acordo com sua trajetória	34
<b>Crescimento futuro do setor saúde</b>	<b>37</b>
Fontes de dados	37
Método	37
Conclusões	37
<b>Trajетórias de descarbonização da economia global</b>	<b>41</b>
Visão geral	41
Fontes de dados	42
Relatório <i>Energy Technology Perspectives</i> da IEA	42
Emissões da agricultura	43
Rotas de descarbonização	43
<b>O futuro das emissões do setor saúde</b>	<b>49</b>
Combinando crescimento projetado e tendências de descarbonização	49
Modelagem de intervenções de emissões	49

Intervenções	49
Redução de emissões de gases anestésicos e MDIs	52
Efetividade do sistema de saúde	52
Atribuição da redução de emissões a rotas e ações	54
Cálculo do potencial de redução de emissões dos caminhos	54
Cálculo do potencial de redução de emissões das ações propostas	56
Caracterização da lacuna de emissões	57
Emissões de combustíveis fósseis em destaque	57
Intervenções na saúde	57
Principais pressupostos e limitações	59
<b>Referências</b>	<b>64</b>

# Introdução

---

Este relatório técnico detalha os métodos de análise utilizados na preparação do Roteiro Global para a Descarbonização do Setor Saúde.

A metodologia para os seguintes componentes é apresentada a seguir:

- Modelagem da linha de base
- Derivação e distribuição de uma cota global de emissões do setor saúde
- Projeção de crescimento e tendências de descarbonização para previsão de emissões futuras
- Modelagem do impacto das principais ações de descarbonização

Além disso, há uma seção destacando as principais pressupostos e limitações do estudo.

# Derivando uma linha de base de emissões para 2014

---

## Introdução

O objetivo deste estudo foi obter conhecimentos sobre as emissões de escopo 3 do protocolo de gases de efeito estufa (*GHG Protocol*) do setor global de serviços de saúde além dos resultados contidos no *Green Paper One*<sup>1</sup>. O método escolhido foi a análise de caminho estrutural, uma abordagem avançada de um modelo de insumo-produto. Esta seção cobre a metodologia empregada para conduzir esta análise, uma validação detalhada dos resultados, juntamente a uma revisão por pares da pegada de carbono do setor saúde do Reino Unido, e a discussão dos resultados mais amplos em relação a outras pegadas nacionais já publicadas.

## Resultados

A pegada global de emissões de serviços de saúde é apresentada em termos de categorias da cadeia de suprimentos concebidas para este estudo e por categorias e subcategorias do escopo 3 do *GHG Protocol*, conforme definido na Seção "Categorização e relatório de emissões", Figura A.1 e Tabela A.3 respectivamente.

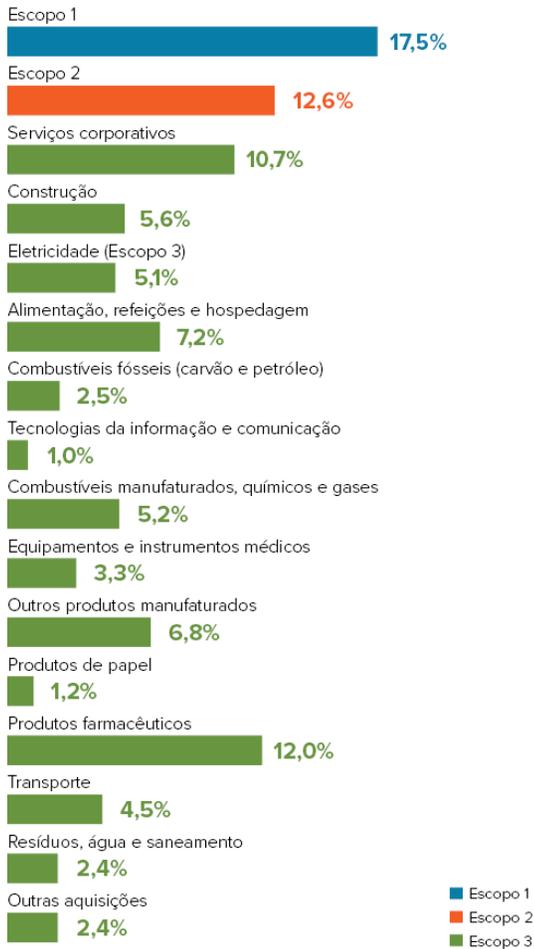


Figura A.1. Pegada de emissões globais dos serviços de saúde por categorias da cadeia de suprimentos concebidas para este estudo.



Figura A.1. Pegada de emissões globais dos serviços de saúde por categorias e subcategorias da cadeia de suprimentos do *GHG Protocol*.

## Serviços de saúde adquiridos: Tier 2 adicionado ao escopo 1, eletricidade de tier 3 adicionado ao escopo 2, todos os outros impactos no escopo 3

As transações em que organizações da área da saúde compram serviços umas das outras são capturadas no modelo de insumo-produto como sendo fluxos do setor saúde e assistência social para o setor saúde e assistência social. Isto significa que serviços de saúde aparecem na cadeia de suprimentos da área da saúde. Uma limitação da metodologia usada no *Green Paper One* é que as emissões de escopo 1 poderiam somente ser estimadas através do modelo de insumo-produto utilizando as emissões de tier 1 do setor saúde e assistência social como um *proxy*. Portanto, esta estimativa considera emissões das organizações do setor saúde na cadeia de suprimentos, como o escopo 3, porque seriam para um fornecedor de serviços de saúde adquirindo tais serviços (por exemplo, a categoria "outros serviços de saúde adquiridos" na pegada do Sistema Nacional de Saúde da Inglaterra). Ao medir a pegada de carbono do sistema de saúde inteiro, todas as emissões das organizações da área da saúde devem ser consideradas como escopo 1. A análise de caminho estrutural (SPA, sigla em inglês) nos permite transferir estas emissões do escopo 3 ao escopo 1, mudando ligeiramente a estimativa para emissões do setor saúde para o escopo 1 (para o Reino Unido, o escopo 1 muda de 12,3% para 13,8%, sendo que o escopo 3 é reduzido na mesma quantidade).

### Anestésicos inalatórios e inaladores dosimetrados

Os gases utilizados para anestesia são poderosos gases de efeito estufa (GEE). Anestésicos utilizados com frequência incluem o óxido nitroso e os gases fluorados sevoflurano, isoflurano e desflurano. Os Potenciais de Aquecimento Global (GWPs, sigla em inglês) variam entre 130 kgCO<sub>2</sub>e/kg (sevoflurano) e 2540 kgCO<sub>2</sub>e/kg (desflurano). Atualmente, a maioria destes gases entra na atmosfera após seu uso. Similarmente, inaladores dosimetrados (MDIs, sigla em inglês) utilizam hidrofluorocarbonetos como propelentes. Esses gases têm potencial de aquecimento entre 1.480-2.900 vezes maior que o dióxido de carbono.

Essas emissões diretas não estão incluídas na Base de Dados Mundial de Insumos e Produtos (*World Input Output Database*, ou WIOD) e há dados limitados disponíveis sobre a escala da pegada associada a elas. No entanto, é importante tentar representar a magnitude dessas emissões adicionais neste estudo em uma escala global e explorar o potencial para mitigar essas contribuições.

Para gases anestésicos, os seguintes conjuntos de dados foram utilizados:

- Óxido Nitroso: Os países do Anexo 1 da CQNUMC reportam dados das emissões para o uso do óxido nitroso na área da saúde,<sup>2</sup> que totalizou 7 MtCO<sub>2</sub>e. Juntos, esses países contam com 15% da população mundial, 57% do PIB global e 73% dos gastos globais com saúde em 2014.
- Gases fluorados: Um estudo de Vollmer *et al.*<sup>3</sup> constatou que as emissões globais desses tipos de anestésicos para a atmosfera em 2014 foram de 3,1 ± 0,6MtCO<sub>2</sub>e. Este estudo não diferenciou entre emissões de uso com saúde humana e uso veterinário, e não foi possível reunir evidências suficientes para estabelecer as proporções dessas

emissões associadas a cada um deles. Portanto, foi decidido reportar a pegada total de emissões desses gases.

Para MDIs, os seguintes dados estão disponíveis:

- Países do Anexo 1 da CQNUMC reportam dados de emissões para o uso de MDIs,<sup>2</sup> totalizando 6,9MtCO<sub>2</sub>e.

A partir desses dados, que cobrem os maiores e mais ricos sistemas de saúde globais, foi estabelecida uma estimativa combinada da ordem de magnitude da pegada global. Como os dados globais para o uso de óxido nitroso e MDIs não estavam disponíveis, este valor é uma subestimação.

## Revisão de resultados

Depois de conduzida a análise de caminho estrutural para os 44 países e regiões tratados na WIOD, um processo de validação em várias etapas foi iniciado. Inicialmente, os resultados foram comparados com as descobertas da avaliação anterior para garantir a consistência com nosso trabalho anterior utilizando a base de dados da WIOD.

Em seguida, uma comparação nacional foi conduzida para padronizar a categorização das emissões retornadas pela análise de caminho estrutural de acordo com resultados nacionais para o Reino Unido publicados pela Unidade de Desenvolvimento Sustentável (SDU, sigla em inglês) do Sistema Nacional de Saúde da Inglaterra (NHS, sigla em inglês). O objetivo disto foi avaliar a distribuição de emissões da cadeia de suprimentos em relação aos resultados previamente observados. O Reino Unido foi escolhido devido ao trabalho pioneiro do NHS, que caracterizou e reportou emissões em detalhe. Adicionalmente, as categorias de relatório usadas pelo NHS forneceram o ponto de partida para as categorias usadas neste estudo.

Observa-se, a partir de discussões com os principais acadêmicos neste campo, que é difícil fazer comparações significativas entre os totais dos setores econômicos calculados por métodos de insumo-produto. Os dados por trás do modelo de insumo-produto são calibrados para garantir que o modelo total se equilibre com valores esperados de terceiros; pouco é feito para garantir concordância no nível de setores econômicos individuais. Neste exercício de validação, portanto, considera-se que valores entre +/-40% do valor original constituem uma boa correspondência. Todos os setores que não alcançaram este nível de correspondência aparecem em destaque para uma investigação mais aprofundada.

Além da avaliação para o Reino Unido, foram realizadas algumas verificações e comparações gerais das emissões *per capita* entre os países do modelo. Os países onde as emissões *per capita* diferiram do conjunto de dados mais amplo foram destacados e, quando possível, comparados a dados externos.

## Comparação do Reino Unido com resultados publicados pelo NHS

Nosso modelo cobre as emissões da área da saúde no Reino Unido em 2014. Para obter resultados comparáveis dos dados do NHS para o setor saúde e assistência social no Reino Unido, os resultados para a provisão de assistência médica e saúde pública foram expandidos em termos de população para representar todo o país. Além disso, os dados de despesas confirmam que serviços de saúde privados representavam 20% do setor saúde do Reino Unido em 2014, e os resultados foram novamente expandidos para dar conta disso. Com base na análise do NHS, e em seguida no processo de expansão, a pegada do setor saúde do Reino Unido foi calculada em 38,9 MtCO<sub>2</sub>e em 2014. Nossa modelagem descobriu que a pegada climática do setor saúde do Reino Unido era de 42,5 MtCO<sub>2</sub>e, o que significa que havia uma diferença percentual de 9% entre os totais gerais dos modelos.

A metodologia do NHS empregou uma mistura de emissões *bottom-up* e uma avaliação *top-down* que usa um modelo de insumo-produto focado na economia de Reino Unido, desenvolvido pela Universidade de Leeds.<sup>4</sup> Isso permitiu uma maior definição setorial de seu modelo da economia de Reino Unido do que a WIOD, que fornece um modelo global estruturado com 56 setores. Uma outra diferença que vale a pena mencionar é que o modelo de insumo-produto utilizado para o NHS tinha uma única categoria para serviços de saúde, enquanto a WIOD tinha uma categoria única para serviços de saúde e assistência social. O método garante que a pegada informada pela WIOD será para serviços de saúde, e para muitas categorias sua distribuição será a mesma. Porém em outras, como equipamentos médicos e serviços adquiridos no mesmo setor, por exemplo, é possível que as discriminações entre categorias não coincidam. Dado o acordo entre os totais dos modelos, e um alinhamento bastante próximo para muitas das principais categorias de compras, esta diferença é tida como aceitável ao se considerar as diferentes abordagens dos modelos e o meio-termo obtido entre a definição setorial e a cobertura geográfica alcançada quando a WIOD foi selecionada para este estudo.

O NHS fornece uma discriminação detalhada de suas emissões operacionais e da cadeia de suprimentos. Seu estilo de categorização e relatório são amplamente reconhecidos como líderes do setor, e foi o escolhido para relatar os resultados deste estudo. Utilizando a última atualização da pegada do NHS,<sup>5</sup> os produtos da SPA foram agregados para corresponder ao sistema de classificação do NHS. A comparação resultante é mostrada na Figura A.3 e comentários são fornecidos para cada categoria nas páginas seguintes. No geral, os modelos apresentam uma divisão semelhante, com emissões focadas nas principais categorias de compras, como serviços corporativos e produtos farmacêuticos. Levando-se em conta a proximidade dos totais, os resultados dão confiança a respeito da exatidão da avaliação da análise SPA para o Reino Unido.

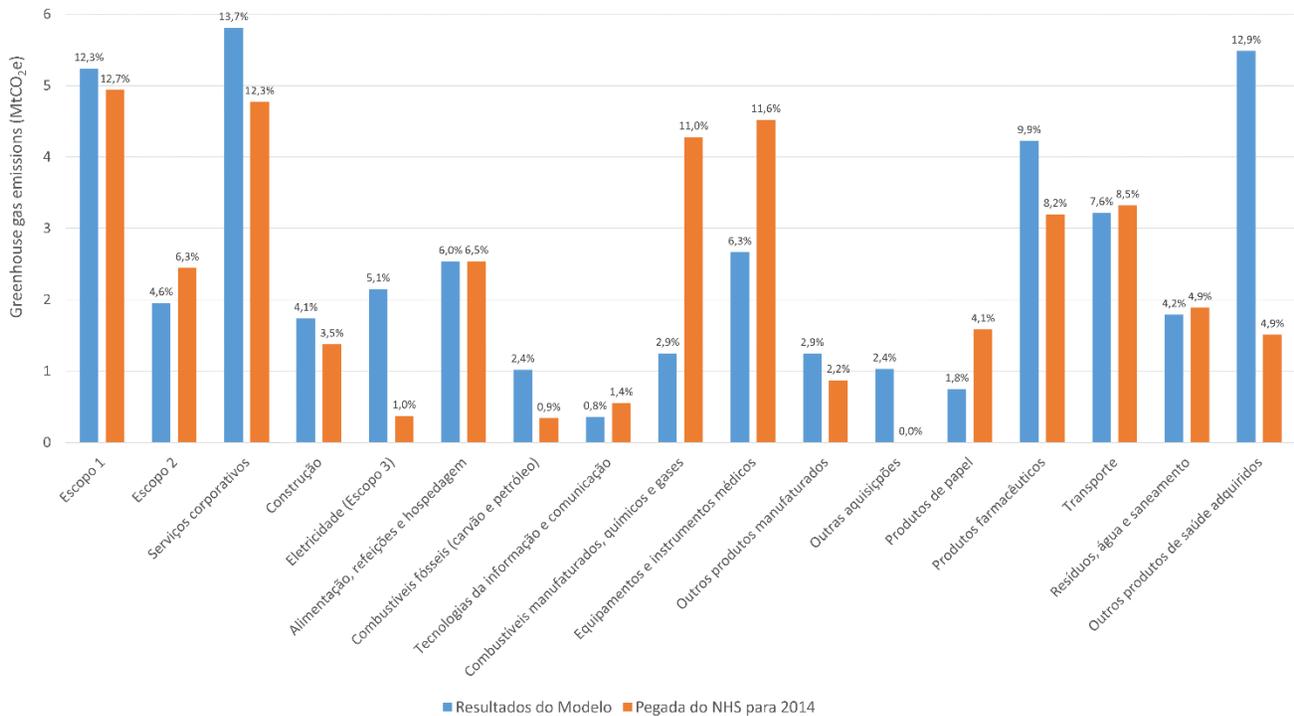


Figura A.2. Comparação entre as emissões de serviços de saúde do Reino Unido pelo modelo e os valores desagregados reportados pelo NHS para 2014. Emissões mostradas em MtCO<sub>2</sub>e, com a contribuição percentual de cada categoria à pegada total.

## Emissões de escopo 1

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	5236	12,3
NHS SDU	4937	12,7

Os dois modelos são bastante próximos em seus relatórios de emissões do escopo 1. O modelo do NHS é baseado em dados *bottom-up* para uso e transporte de energia, enquanto nossa avaliação usa estimativas *top-down*. A concordância entre os dois fornece um alto grau de confiança no valor da SPA.

## Emissões de escopo 2

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	1953	4,6
NHS SDU	2444	6,3

Nossa modelagem prevê um valor mais baixo para as emissões do escopo 2 do que o relatado pelo NHS, que usou dados *bottom-up*. É bom que a WIOD tenha fornecido um valor dentro de nossa faixa de concordância esperada entre os métodos de insumo-produto (diferença percentual: -20%) em uma comparação com dados *bottom-up*.

### Serviços corporativos

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	5808	13,7
NHS SDU	4770	12,3

Os modelos fornecem valores próximos para a categoria de serviços corporativos (diferença percentual: +22%), a maior categoria da cadeia de suprimentos em ambos os modelos. As categorias "serviços de hospedagem" e "serviços de alimentação" do modelo de insumo-produto do NHS correspondem à categoria "hospedagem e serviços de alimentação" da WIOD. Este setor foi localizado no setor de serviços corporativos na WIOD, enquanto no modelo do NHS o componente "serviços de alimentação" localiza-se na categoria de "alimentação e refeições". Isso levou a uma ligeira inflação da categoria de serviços corporativos em nossa modelagem e pode ser responsável pela diferença vista na figura.

### Construção

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	1738	4,1
NHS SDU	1374	3,5

Há concordância entre os modelos desta categoria (diferença percentual: +26%)..

### Eletricidade

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	2148	5,1
NHS SDU	372	1,0

Há divergência entre os modelos nesta categoria. O modelo da WIOD inclui emissões da cadeia de suprimentos completa para a produção de eletricidade; implicitamente para as emissões do escopo 3 da geração de eletricidade. Isso inclui emissões de atividades de alta intensidade, como extração e processamento de combustíveis fósseis. Isso contrasta com os dados *bottom-up* no relatório do NHS, que cobrem apenas as perdas na transmissão e distribuição em seu relatório de eletricidade do escopo 3. As perdas na transmissão e distribuição não podem ser consideradas por si mesmas no modelo da WIOD, o que significa

que uma comparação não é possível. Por esta razão, espera-se que o modelo da WIOD retornará um valor mais elevado para esta categoria.

### Alimentação e refeições

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	2534	6,0
NHS SDU	2537	6,5

Há muita concordância entre os modelos desta categoria (diferença percentual: -0,2%). O valor da WIOD exclui as emissões para os serviços de alimentação, que devido à agregação na WIOD são incluídos nos serviços corporativos. No modelo do NHS, o setor de serviços de alimentação tem um valor de 0,7 MtCO<sub>2</sub>e, ou seja, se fosse possível alinhar diretamente as categorizações WIOD e NHS, resultados bastantes próximos ainda seriam obtidos.

### Combustíveis fósseis (carvão e petróleo)

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	1019	2,4
NHS SDU	338	0,9

Os dois modelos diferiram quanto à metodologia, com o NHS reportando dados *bottom-up* no consumo registrado. Isso sugere que WIOD está fornecendo uma superestimativa nesta categoria para o Reino Unido. Devido à baixa magnitude das emissões deste setor, considera-se que ela tem um impacto mínimo na validade do modelo.

### Tecnologias de informação e comunicação

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	357	0,8%
NHS SDU	552	1,4%

Há uma boa concordância entre os dois modelos para esta categoria de baixa emissão (diferença percentual: -35%).

### Combustíveis manufaturados, químicos e gases

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	1247	2,9
NHS SDU	4277	11,0

Existe uma disparidade significativa entre os dois modelos desta categoria. A WIOD fornece menos resolução setorial nesta categoria do que o modelo do NHS, o qual combina oito setores do modelo de insumo-produto para uma única categoria da WIOD. Isso aumenta a probabilidade de que os dois modelos de insumo-produto considerem diferentes limites do setor e, portanto, contabilizem as atividades de maneiras diferentes.

### Equipamentos e instrumentos médicos

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	2664	6,3
NHS SDU	4520	11,6

O modelo da WIOD fornece uma estimativa mais baixa para as emissões da compra de instrumentos e equipamentos médicos do que o modelo do NHS. Isso pode acontecer em parte devido ao perfil de despesas na WIOD ser para “atividades de saúde e assistência social”, enquanto o modelo do NHS é construído utilizando um perfil de insumo-produto, que separa as demandas da saúde e assistência social. A assistência social tem uma proporção menor de despesas de capital em equipamentos médicos do que os serviços de saúde no modelo de insumo-produto utilizado pelo NHS. A combinação desses setores na WIOD pode reduzir os gastos modelados nesta categoria de compras e, portanto, as emissões computadas.

### Outros produtos manufaturados

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	1246	2,9
NHS SDU	872	2,2

Há uma concordância razoável entre os dois modelos para esta categoria de baixa emissão (diferença percentual: +43%).

### Produtos de papel

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	747	1,8
NHS SDU	1583	4,1

A WIOD fornece uma estimativa mais baixa das emissões desta categoria do que a estimativa do NHS. No entanto, como se trata de uma categoria de baixa emissão, considera-se que seu impacto seja mínimo na validade do modelo.

## Produtos farmacêuticos

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	4224	9,9
NHS SDU	3195	8,2

Há uma boa concordância entre os modelos para esta categoria de alta emissão, com a WIOD mostrando uma contribuição ligeiramente elevada em relação ao valor do NHS (diferença percentual: +32%).

## Transporte

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	3217	7,6
NHS SDU	3321	8,5

Há uma boa concordância entre os modelos para esta categoria, com WIOD mostrando uma contribuição ligeiramente inferior em relação ao valor do NHS (diferença percentual: -3%).

## Resíduos, água e saneamento

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	1790	4,2
NHS SDU	1887	4,9

Devido ao esgoto estar em uma categoria diferente na WIOD, foi necessário agregar as categorias “resíduos e reciclagem” e “água e saneamento” usadas pelo NHS para traçar uma comparação real entre os modelos. Para esta categoria agregada, foi observada uma concordância próxima entre os dois modelos (diferença percentual: -5%).

## Outras aquisições

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	1068	2,4
NHS SDU	0	0,0

O perfil de despesas no modelo do NHS retorna zero despesas nos setores incluídos nesta categoria (cobrindo o comércio atacadista e incluindo veículos), o que merece uma investigação mais aprofundada. O modelo da WIOD indica que há uma pequena contribuição para o perfil de emissão desses setores.

## Outros serviços de saúde adquiridos

Modelo	Emissões (ktCO <sub>2</sub> e)	Proporção (%)
SPA	5507	13,0
NHS SDU	1886	4,9

Existe uma divergência significativa entre os modelos para este setor, que representa os gastos de organizações do setor saúde com bens e serviços comprados de outras áreas do setor saúde. Essa diferença é impulsionada pela agregação dos setores de saúde e assistência social no perfil de despesas da WIOD. No modelo de insumo-produto utilizado pelo NHS, 11% dos gastos do setor saúde em 2014 foram em outras áreas do setor saúde, enquanto na WIOD o setor saúde humana e assistência social gasta 30% em sua própria categoria. Para este setor, a agregação de saúde e assistência social dentro da WIOD significa que uma proporção maior do gasto total se enquadra nesta categoria quando comparada ao modelo do NHS.

## Os Estados Unidos e o estudo de Eckelman *et al.*

Uma comparação aprofundada entre os resultados deste estudo e um estudo publicado anteriormente para os Estados Unidos<sup>6</sup> foi realizada após a conclusão desses resultados. Esta revisão destacou algumas disparidades entre os resultados de nossa modelagem e os resultados publicados, que pareciam estar relacionadas à escala da intensidade das emissões do ano-base de 2008 no estudo anterior. Desde que esta revisão foi concluída, uma atualização deste estudo foi publicada por Eckelman *et al.*,<sup>7</sup> substituindo o estudo com o qual nosso modelo foi originalmente comparado.

Esta atualização mostrou um alinhamento muito mais próximo com os resultados de nossa modelagem. A pegada total reportada para 2014 foi de 518,6 MtCO<sub>2</sub>e, o que está dentro de 5% do valor 546,5 MtCO<sub>2</sub>e, retornado por nosso modelo. A atualização do estudo também separa as emissões por escopos.

Escopo	Unid.	Nosso estudo	Estudo de Eckelman <i>et al.</i>	% de diferença	A pegada geral do setor mostra uma boa concordância entre os estudos
Emissões de escopo 1	Mt	118,3	35,3	-70%	Há uma grande discrepância entre as pegadas de escopo 1 para os dois estudos. Diferentes fontes de dados e fronteira dos sistemas podem contribuir para isso.
Emissões de escopo 2	Mt	81,8	62,4	-24%	O escopo 2 constitui uma proporção semelhante da pegada para ambos os estudos (12% e 15%)
Emissões de escopo 3	Mt	346,3	420,9	22%	Nosso estudo tem um escopo 3 inferior. Pode ser que o desequilíbrio entre os escopos 1 e 3 seja relacionado aos diferentes métodos e

					fontes de dados, resultando em diferentes alocações de emissões entre os escopos.
--	--	--	--	--	---

Tabela A.1. Comparação entre o detalhamento do escopo da pegada dos EUA produzido por nossa modelagem e o detalhamento fornecidos no estudo atualizado da pegada nacional dos EUA.

## Verificações suplementares sobre resultados nacionais

Além das revisões detalhadas em seções anteriores, o conjunto de resultados foi analisado para identificação de tendências e potenciais áreas de divergência. As emissões *per capita* para cada uma das categorias da análise de caminho estrutural foram investigadas para os países do modelo. Foram produzidos histogramas para visualização dos valores *per capita* em cada setor, como “serviços corporativos” e “produtos farmacêuticos” nas Figura A.4 e Figura A.5 respectivamente.

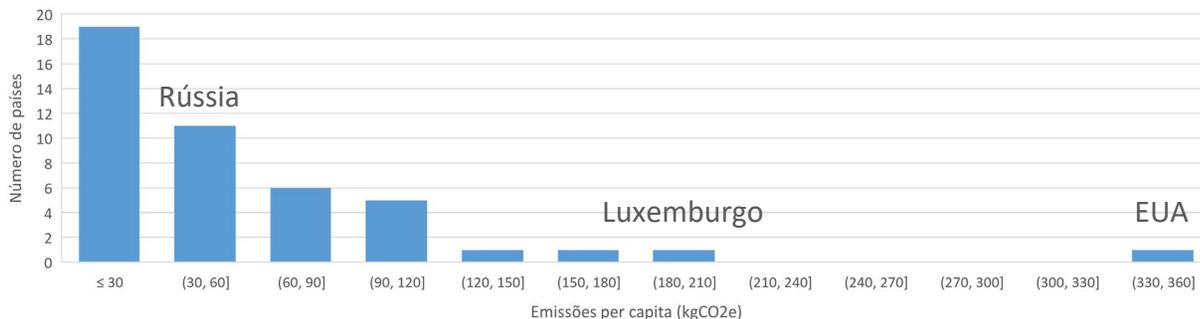


Figura A.3. A distribuição de emissões *per capita* associadas com serviços corporativos adquiridos pelo sistema nacional de saúde. As posições da Rússia, Luxemburgo e Estados Unidos são exibidas como exemplos.

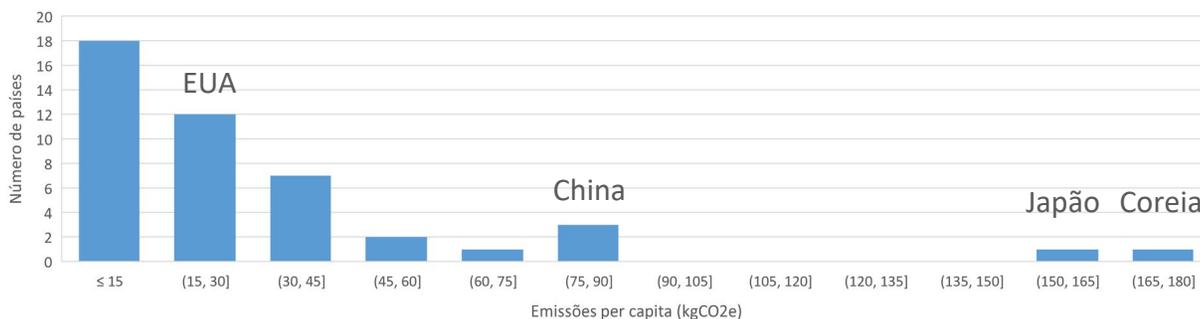


Figura A.4. A distribuição de emissões *per capita* associadas com produtos farmacêuticos adquiridos pelo sistema nacional de saúde. As posições dos Estados Unidos, China, Japão e Coreia são mostradas como exemplos.

Após configurar tais distribuições por categorias, um mapa de calor (Figura A.6) foi utilizado para avaliar, por inspeção, a variação geral dos valores vistos no modelo. Se as emissões *per capita* mostraram uma diferença de magnitude significativa em relação àquelas observadas em outros países, elas foram marcadas em laranja para investigações posteriores. Houve esforços para identificação das causas e explicações para estas diferenças de dados

disponíveis. Para a Rússia e a Turquia, a equipe da WIOD identificou uma falta de relatórios nacionais confiáveis para a construção de tabelas de insumo-produto,<sup>8</sup> o que pode ter causado divergências nos resultados do modelo. Para as nações onde as pegadas nacionais estavam disponíveis na literatura, outras comparações foram feitas e esses valores são mostrados com uma caixa laranja ao seu redor. Tais pontos da comparação são indicados na Tabela A.2.

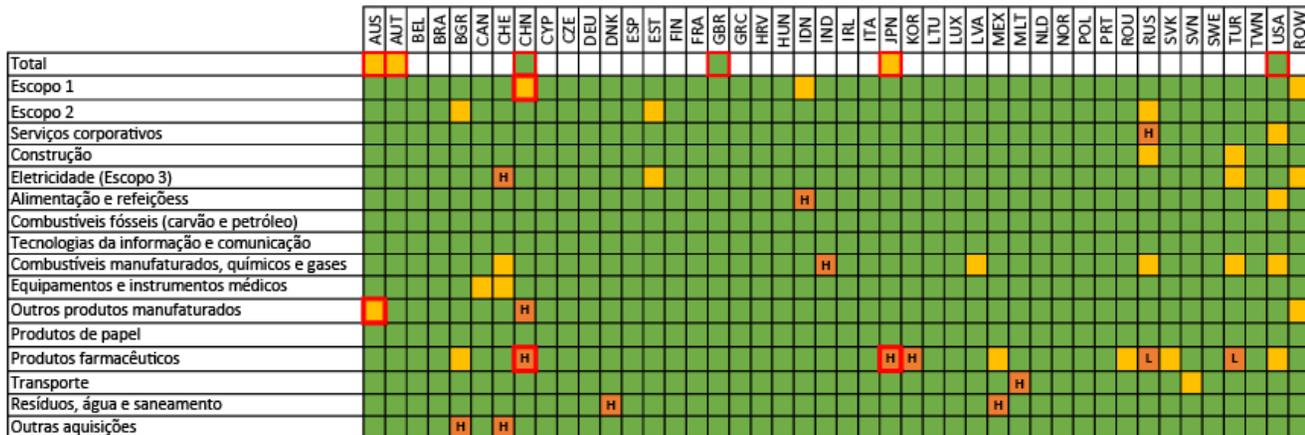


Figura A.5. O mapa de calor é utilizado para categorizar o grau de variação de emissões *per capita* pela categoria dos países na WIOD. A cor verde denota países onde os valores correspondem ao comportamento observado nos países do modelo, o amarelo é utilizado para países com emissões a uma distância pequena de níveis bastante vistos nos países do modelo, e o laranja destaca onde as emissões são substancialmente mais altas/mais baixas do que os níveis vistos em outros lugares. Indica-se também quando as emissões são mais elevadas (H) ou mais baixas (L) do que a distribuição observada.

Desta análise, concluiu-se que os resultados da análise para a linha de base de 2014 são amplamente consistentes com o trabalho precedente nesta literatura. As comparações dos estudos neste campo são fundamentalmente uma comparação de estimativas fornecidas pelos modelos com base em diferentes bases de dados, definições de sistema de saúde e escopo. O nível de consistência encontrado em estudos detalhados e nacionais, e a abordagem de modelagem global empregada neste estudo forneceu a confiança em sua adequação para nossa modelagem de emissões globais do setor de assistência à saúde.

	Pontos examinados	Unid.	Este estudo	Outro estudo	Diferença	Comentário
Japão <sup>9</sup>	Emissões totais dos serviços de saúde	Mt	104	70	-32%	O outro estudo não inclui o comércio varejista de artigos médicos.
	Produtos farmacêuticos	Mt	20	13	-36%	A exclusão do comércio varejista de artigos médicos poderia explicar uma pegada de produtos farmacêuticos mais baixa, a proporção é consistente.

	Pontos examinados	Unid.	Este estudo	Outro estudo	Diferença	Comentário
China <sup>10</sup>	Emissões totais dos serviços de saúde	Mt	342	315	-8%	O outro estudo exclui as importações, estimadas em 6%. Alta correspondência no nível total da pegada.
	Produtos farmacêuticos	Mt	113	173	54%	Pegada da indústria farmacêutica significativamente mais elevada no outro estudo, gastos próprios parecem ter um papel importante, recomenda-se estudo adicional para investigar emissões de produtos farmacêuticos na China.
	Escopo 1	Mt	41.0	50.4	23%	Nosso escopo 1 é menor apesar de uma pegada total maior.
Austrália <sup>11</sup>	Emissões totais dos serviços de saúde	Mt	30.2	35.8	19%	Nosso valor situa-se na já mencionada escala da incerteza; as avaliações usaram modelos de insumo-produto e diferentes bases de dados de despesas.
	Outros produtos manufaturados	kt	2.2	-	N/A	O outro estudo não oferece resultados sobre a cadeia de suprimentos.
Áustria <sup>12</sup>	Emissões totais dos serviços de saúde	Mt	5.0	6.8	36%	O outro estudo é somente sobre CO <sub>2</sub> , uma maior variabilidade é vista frequentemente para modelos de insumo-produto de países menores e ricos.

Tabela A.2. Uma comparação adicional entre resultados de modelo e resultados reportados encontra-se na literatura.

## Metodologia para a análise de cadeias de suprimentos

As páginas a seguir detalham a abordagem adotada para quantificar as emissões das cadeias de suprimentos do setor saúde por meio da análise SPA. Em seguida, a abordagem adotada

para processar os resultados da SPA na categorização usada em relatórios é detalhada e a lógica por trás das categorias escolhidas é apresentada.

## Análise de caminho estrutural

Ao analisar a estrutura e as emissões associadas para uma unidade econômica por meio do modelo de insumo-produto, a SPA apresenta um método avançado para a quantificação direta dos componentes individuais de uma cadeia de suprimentos global e de alta complexidade.

A Figura A.7 mostra um exemplo ilustrativo de uma cadeia de suprimentos do setor saúde. O foco está na provisão direta de serviços de transporte, eletricidade, e serviços de refeições ao prestador de serviços de saúde no *tier 1* da estrutura. É exibida também uma seção dos serviços de refeições, mostrando os setores envolvidos indiretamente na prestação de serviços de refeições ao setor saúde.

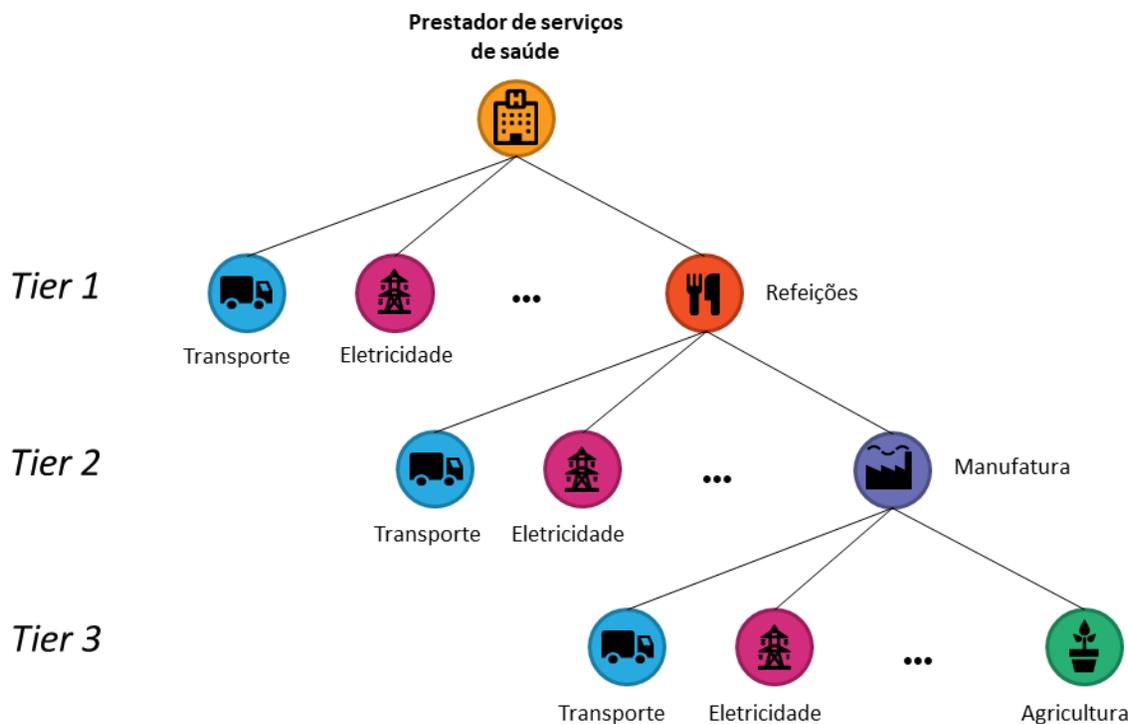


Figura A.6. Uma representação simplificada de uma seção da cadeia de suprimentos dos fornecedores dos serviços de saúde.

O objetivo da análise SPA é dividir essa estrutura de árvore da cadeia de suprimentos em seus ramos ou caminhos, quantificar o capital em cada caminho e derivar as emissões associadas. Exemplos de caminhos na cadeia de suprimentos são mostrados na Figura A.8. Uma vez que os caminhos e suas emissões são conhecidos, os caminhos individuais podem ser agrupados com base nos setores por onde passam. Isto permite um maior ganho de conhecimento sobre os fluxos de capital e de emissões através da cadeia de suprimentos, os

*tiers* nos quais as emissões ocorrem, e os bens e os serviços com as maiores quantidades associadas de GEEs.

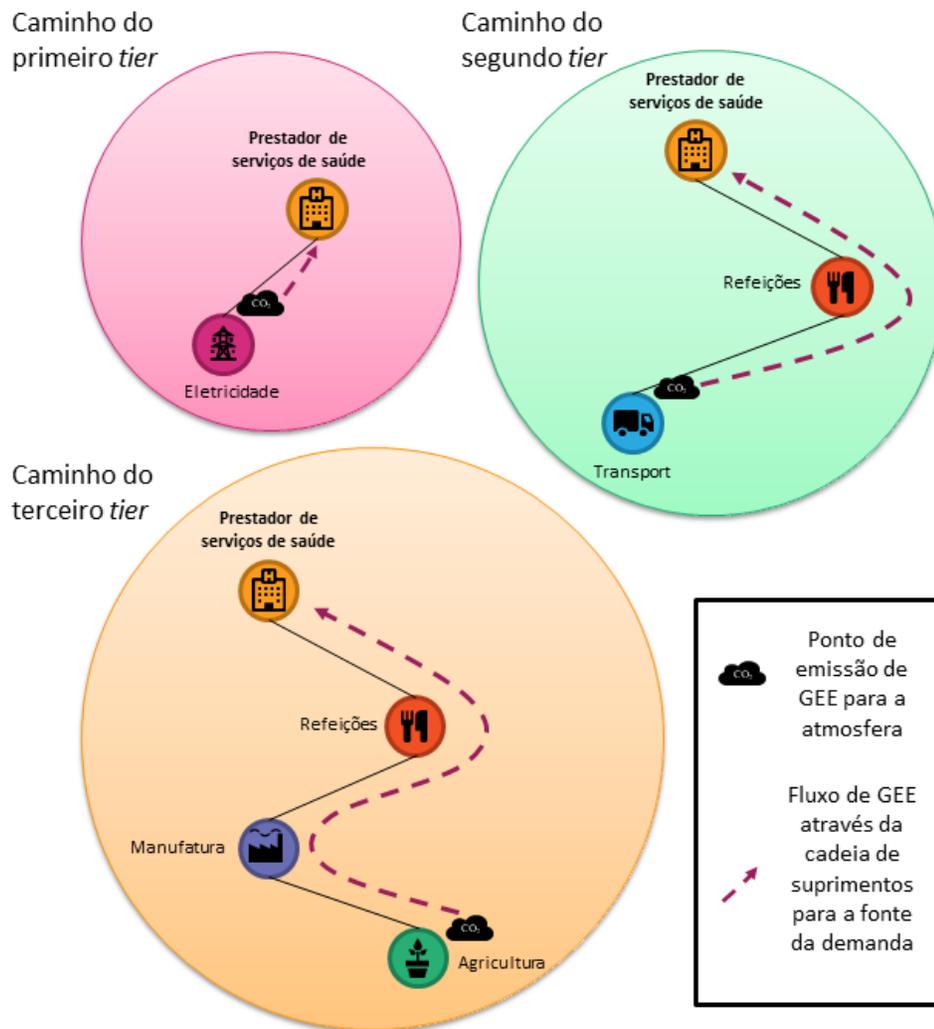


Figura A.7. Trajetos ilustrativos da cadeia de suprimentos no primeiro, segundo, e terceiro *tiers*. Também é mostrado como as emissões associadas a cada caminho são atribuídas ao setor que impulsiona a demanda pelo caminho da cadeia de suprimentos (neste caso, o provedor de serviços de saúde).

A matemática por trás da SPA é relativamente simples, e é abordada em detalhes em Lenzen.<sup>30</sup> Para calcular a contribuição de um caminho, o fluxo de capital associado ao caminho é calculado a partir do perfil de demanda final do setor saúde (derivado durante a modelagem para o *Green Paper One*) e expandido de acordo com a proporção dessa despesa associada com o caminho. Essa proporção é retirada dos coeficientes técnicos na WIOD que descrevem a escala relativa dos fluxos financeiros entre os setores da economia global. Uma vez que o fluxo de capital é encontrado, ele é multiplicado pela intensidade de emissões diretas para o setor que produz as emissões associadas ao caminho (que é o setor final do caminho).

A complexidade na execução de uma análise SPA vem do grande número de cálculos necessários para quantificar todos os caminhos responsáveis pelas emissões na cadeia de suprimentos. Este é um processo computacionalmente intensivo. O número de caminhos a serem calculados foi gerenciado utilizando técnicas de poda (*pruning techniques*) conforme descrito por Lenzen e discutido na seção “Principais pressupostos e limitações” deste relatório.

## Categorização e relatório de emissões

Após a execução de uma SPA para todos os 44 países e regiões da WIOD, a apresentação dos resultados e enquadramento geral foram realizados utilizando duas abordagens de categorização:

- **Perspectiva da prestação de serviços de saúde:** Com base nos relatórios empregados pelo SDU NHS, esta categorização agrupa as emissões da cadeia de suprimentos de acordo com as categorias de aquisição usadas por compradores de serviços de saúde, como produtos farmacêuticos e equipamentos médicos.
- **Perspectiva do *Greenhouse Gas Protocol*:** As emissões são agrupadas de maneira consistente com a terminologia e métodos presentes no padrão do relatório corporativo *GHG Protocol*.

A Tabela A.3 mostra as categorizações usadas para cada uma das perspectivas acima, enquanto a Tabela A.4 detalha os tipos de emissões cobertas em cada categoria. Ao compilar as emissões de caminhos individuais em ambos os esquemas de categorização, a classificação setorial da WIOD, que se baseia na Classificação Internacional Industrial Padrão, foi alinhada com as listas de categorias. O mapeamento das categorias da WIOD para as listas de categorias abaixo é mostrado na Tabela A.5 e na Tabela A.6.

Tipo de emissão	Categorização da prestação de serviços de saúde	Categorização do <i>GHG Protocol</i>
Escopo 1	Emissões diretas de instalações da área da saúde e operação de frotas de veículos	Emissões diretas de instalações da área da saúde e operação de frotas de veículos
Escopo 2	Emissões da geração da energia elétrica adquirida pelo setor saúde	Emissões da geração da energia elétrica adquirida pelo setor saúde
Subcategorias do Escopo 3:	Serviços corporativos	Bens e serviços adquiridos
	Construção	Bens de capital
	Eletricidade: Emissões da cadeia de suprimentos para o setor elétrico e perdas em transmissão e distribuição	Atividades relacionadas a combustível e energia não incluídas no escopo 1 ou no escopo 2

<b>Tipo de emissão</b>	<b>Categorização da prestação de serviços de saúde</b>	<b>Categorização do <i>GHG Protocol</i></b>
	Alimentação, refeições e hospedagem	Transporte, distribuição, viagens de negócios
	Combustíveis fósseis (carvão e petróleo)	Resíduos gerados em operações
	Tecnologias de informação e comunicação	
	Combustíveis manufaturados, produtos químicos e gases	
	Equipamentos e instrumentos médicos	
	Outros produtos manufaturados	
	Produtos de papel	
	Produtos farmacêuticos	
	Transporte incluindo carga e viagens de negócios	
	Resíduos, água e saneamento	
	Outras aquisições	

Tabela A.3. Esquemas de categorização utilizados para apresentar resultados da análise SPA.

<b>Categorias SPA</b>	<b>Definição de cobertura da categoria</b>
Escopo 1: Operação dos edifícios	Emissões diretas da operação de edifícios, predominantemente de caldeiras e incineradores
Escopo 1: Transporte	Emissões diretas de frotas de veículos pertencentes ao setor saúde, bem como de profissionais de saúde que viajam a trabalho (excluindo deslocamento regular)
Escopo 2	Emissões da geração da eletricidade adquirida pelo setor saúde, a maior parte oriunda da combustão de combustíveis fósseis
Escopo 3: Serviços corporativos	Emissões associadas a serviços profissionais adquiridos pelo setor saúde, como serviços jurídicos, contábeis e de consultoria

<b>Categorias SPA</b>	<b>Definição de cobertura da categoria</b>
Escopo 3: Construção	Emissões associadas à construção de instalações e infraestrutura, incluindo o fornecimento e fabricação de materiais de construção
Escopo 3: Eletricidade	Emissões associadas à transmissão e distribuição da eletricidade adquirida pelo setor saúde, assim como a eletricidade gerada na própria cadeia de suprimentos do setor
Escopo 3: Alimentação, refeições e hospedagem	Emissões associadas a produtos alimentícios e serviços de refeições fornecidos pelo sistema de saúde e acomodação exigida por profissionais de saúde
Escopo 3: Combustíveis fósseis (carvão e petróleo)	Emissões associadas à produção de produtos de combustíveis fósseis adquiridos pelo setor saúde para usos em caldeiras, geradores e veículos, dentre outros. Essas emissões são geradas na produção desses combustíveis, e não incluem as emissões da queima desses combustíveis, que estão incluídas no escopo 1
Escopo 3: Tecnologias de informação e comunicação	Emissões associadas a serviços de TI e comunicação adquiridos pelo setor saúde, incluindo sistemas computacionais, telecomunicações e atividades editoriais
Escopo 3: Combustíveis manufaturados, produtos químicos e gases	Emissões associadas com a produção de produtos químicos comprados, como sabão e detergentes, e gases utilizados nos serviços de saúde
Escopo 3: Equipamentos e instrumentos médicos	Emissões associadas a equipamentos e instrumentos médicos adquiridos, incluindo computadores, eletrônicos e produtos ópticos
Escopo 3: Outros produtos manufaturados	Emissões associadas a produtos adquiridos, incluindo plásticos, têxteis, máquinas, veículos e equipamentos elétricos
Escopo 3: Outras aquisições	Emissões associadas a bens adquiridos em quantidade por meio de atacadistas e intermediários
Escopo 3: Produtos de papel	Emissões associadas à produção de produtos de papel e papelão obtidos pelo setor saúde
Escopo 3: Produtos farmacêuticos	Emissões associadas à produção de fármacos obtidos pelo setor saúde, abrangendo as emissões associadas com energia, materiais e transporte de produtos farmacêuticos
Escopo 3: Transporte	Emissões de serviços de transporte adquiridos pelo setor saúde, abrangendo transporte de carga e passageiros
Escopo 3: Resíduos, água e saneamento	Emissões associadas à coleta, tratamento, abastecimento de água e esgoto, e ao descarte de resíduos e reciclagem

Tabela A.4. Fontes das emissões do setor saúde cobertas pelo esquema de categorização utilizado neste estudo.

<b>Categorias Arup</b>	<b>Categorias WIOD</b>
Serviços corporativos	Armazenagem e atividades auxiliares de transporte
	Atividades de transportadoras e correios
	Atividades de serviços financeiros, exceto seguros e fundos de pensão
	Seguros, resseguros e fundos de pensão, exceto seguridade social obrigatória
	Atividades auxiliares aos serviços financeiros e às atividades de seguros
	Atividades imobiliárias
	Atividades jurídicas e de contabilidade; atividades de sedes de escritórios; atividades de consultoria de gestão
	Pesquisa científica e desenvolvimento
	Publicidade e estudos de mercado
	Outras atividades profissionais, científicas, técnicas; e atividades veterinárias
	Atividades administrativas e de serviços de apoio
	Administração pública, defesa e seguridade social obrigatória
	Educação
	Outros serviços
	Atividades das famílias empregadoras; atividades de produção de bens e serviços indiferenciados pelas famílias para uso próprio
	Atividades de arquitetura e engenharia; atividades de testes e análises técnicas
Atividades de organizações e instituições extraterritoriais	
Atividades de saúde humana e assistência social	
Construção	Construção
	Reparação e instalação de máquinas e equipamentos
	Fabricação de outros produtos minerais não-metálicos
	Fabricação de metais básicos
	Fabricação de madeira e de produtos de madeira e cortiça, exceto móveis, e fabricação de artigos de espartaria e de cestaria
	Fabricação de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos
Eletricidade	Eletricidade, gás, vapor e abastecimento de ar condicionado
Alimentação e refeições	Produção agrícola e animal, caça e atividades relacionadas
	Pesca e aquicultura
	Manufatura de produtos alimentícios, bebidas e produtos de tabaco
	Atividades de hospedagem e serviços alimentícios

<b>Categorias Arup</b>	<b>Categorias WIOD</b>
Combustíveis fósseis (carvão e petróleo)	Fabricação de coque e produtos petrolíferos refinados
Tecnologias de informação e comunicação	Atividades editoriais
	Atividades de produção de filmes, vídeo e programas de televisão, gravação de som e de edição musical; atividades de programação de rádio e de televisão e radiodifusão
	Telecomunicações
	Programação de softwares, consultoria e atividades relacionadas, atividades de serviços de informação
Combustíveis manufaturados, produtos químicos e gases	Fabricação de substâncias e produtos químicos
	Atividades de minas e pedreiras
Equipamentos e instrumentos médicos	Fabricação de computadores, componentes eletrônicos e instrumentos de ópticos
	Fabricação de mobília e outras manufaturas
Outros produtos manufaturados	Exploração madeireira e silvicultura
	Fabricação de têxteis, vestuário e produtos de couro
	Fabricação de produtos de plástico e de borracha
	Fabricação de veículos motorizados, reboques e semirreboques
	Fabricação de outros equipamentos de transporte
	Fabricação de máquinas e equipamento sem outras classificações
	Fabricação de equipamentos elétricos
	Comércio de varejo, exceto de veículos motorizados e motocicletas
Produtos de papel	Fabricação de papel e produtos de papel
	Impressão e reprodução de mídia gravada
Produtos farmacêuticos	Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e de preparações farmacêuticas
Transporte	Transporte terrestre e transporte por oleodutos ou gasodutos
	Transporte hidroviário
	Transporte aéreo
Resíduos, água e saneamento	Coleta de esgoto e resíduos; atividades de tratamento e eliminação de resíduos; recuperação de materiais; atividades de despoluição e outros serviços de gestão de resíduos
	Captação, tratamento e abastecimento de água
Outras aquisições	Comércio por atacado e varejo e reparo de veículos motorizados e de motocicletas
	Comércio varejista, exceto de veículos motorizados e motocicletas

Tabela A.5. Atribuição das categorias da WIOD aos setores de compras da saúde apresentados neste estudo.

<b>Categoria GHG Protocol</b>	<b>Subcategoria GHG Protocol</b>	<b>Categoria WIOD</b>
Escopo 1		Emissões do setor saúde
Escopo 2		Eletricidade, gás, vapor e abastecimento de ar condicionado
Escopo 3	Bens e serviços adquiridos	Atividades de transportadoras e correios
		Atividades de hospedagem e serviços alimentícios
		Atividades de serviços financeiros, exceto seguros e fundos de pensão
		Seguros, resseguros e fundos de pensão, exceto seguridade social obrigatória
		Atividades auxiliares aos serviços financeiros e às atividades de seguros
		Atividades imobiliárias
		Atividades jurídicas e de contabilidade; atividades de sedes de escritórios; atividades de consultoria de gestão
		Pesquisa científica e desenvolvimento
		Publicidade e estudos de mercado
		Outras atividades profissionais, científicas, técnicas; incluindo atividades veterinárias
		Atividades administrativas e de serviços de apoio
		Administração pública, defesa e seguridade social obrigatória
		Educação
		Outros serviços
		Atividades das famílias empregadoras; atividades de produção de bens e serviços indiferenciados pelas famílias para uso próprio
		Atividades de organizações e instituições extraterritoriais
		Atividades de arquitetura e engenharia; atividades de testes e análises técnicas
		Produção agrícola e animal, caça e atividades relacionadas
		Pesca e aquicultura
		Manufatura de produtos alimentícios, bebidas e produtos de tabaco
Atividades editoriais		
Atividades de produção de filmes, vídeo e programas de televisão, gravação de som e de edição musical; atividades de programação de rádio e de televisão e radiodifusão		
Telecomunicações		
Programação de softwares, consultoria e atividades relacionadas, e atividades de serviços de informação		
Fabricação de substâncias e produtos químicos		

<b>Categoria GHG Protocol</b>	<b>Subcategoria GHG Protocol</b>	<b>Categoria WIOD</b>
		Fabricação de têxteis, vestuário e produtos de couro
		Fabricação de produtos de plástico e de borracha
		Comércio de varejo, exceto de veículos motorizados e motocicletas
		Fabricação de papel e produtos de papel
		Impressão e reprodução de mídia gravada
		Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e de preparações farmacêuticas
		Captação, tratamento e abastecimento de água
		Comércio de varejo, exceto de veículos motorizados e motocicletas
		Transporte hidroviário
	Bens de capital	Construção
		Reparação e instalação de máquinas e equipamentos
		Fabricação de outros produtos minerais não-metálicos
		Indústrias metalúrgicas de base
		Fabricação de madeira e de produtos de madeira e cortiça, exceto móveis, e fabricação de artigos de espartaria e de cestaria
		Fabricação de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos
		Atividades de minas e pedreiras
		Fabricação de computadores, componentes eletrônicos e instrumentos de ópticos
		Fabricação de máquinas e equipamento sem outras classificações
		Fabricação de equipamentos elétricos
		Exploração madeireira e silvicultura
		Fabricação de veículos motorizados, reboques e semirreboques
		Fabricação de outros equipamentos de transporte
		Fabricação de mobília e outras manufaturas
		Comércio por atacado e varejo e reparo de veículos motorizados e de motocicletas
	Atividades relacionadas a combustível e energia	Eletricidade, gás, vapor e abastecimento de ar condicionado
		Fabricação de coque e produtos petrolíferos refinados
	Transporte, distribuição e viagens de negócios	Armazenagem e atividades auxiliares de transporte
		Transporte aéreo
		Transporte terrestre e transporte por oleodutos ou gasodutos

<b>Categoria GHG Protocol</b>	<b>Subcategoria GHG Protocol</b>	<b>Categoria WIOD</b>
	Resíduos gerados em operações	Coleta de esgoto e resíduos; atividades de tratamento e eliminação de resíduos; recuperação de materiais; atividades de despoluição e outros serviços de gestão de resíduos

Tabela A.6. Alocação de categorias da WIOD às categorias discriminadas do *GHG Protocol*.

## Expandindo a cobertura de países

Os 43 países tratados em detalhe no modelo de insumo-produto da WIOD tendem a apresentar renda mais alta. Outros estudos, utilizando diferentes fontes de dados e metodologias, forneceram estimativas para outras nações. Um desses estudos, de Lenzen *et al.*,<sup>13</sup> produziu uma pegada do setor saúde global com base no Eora, um modelo de insumo-produto diferente, e forneceu a pegada do setor saúde para 25 países não considerados em detalhes no WIOD.

Os países adicionais são apresentados na Tabela A.10 e os perfis são fornecidos nas fichas técnicas informativas dos países que acompanham este relatório. A integração dessas pegadas publicadas para mais 25 países permitiu que o Roteiro Global para a Descarbonização do Setor Saúde fosse mais amplo do que o *Green Paper One*.

Estas pegadas foram determinadas com uma metodologia diferente (Eora), utilizando uma fonte diferente para a despesa do setor saúde; portanto, as definições do setor e as atividades cobertas têm delimitações diferentes daquelas no modelo baseado na WIOD. Adicionalmente, a estrutura da pegada do setor de serviços da saúde para estes países não estava disponível. As projeções nacionais de trajetórias e despesas da redução de emissões da área da saúde estão disponíveis para todos os países, permitindo a estimativa do cenário de referência (operação usual) e das trajetórias para as pegadas nacionais adicionais. Em vez disso, a escala potencial de redução de emissões para estes países foi estimada utilizando as reduções médias globais derivadas do modelo WIOD. Estas estimativas são mostradas para destacar a potencial economia se estes sistemas da saúde descarbonizassem de acordo com a média global e, portanto, não capturam a variabilidade esperada associada ao contexto nacional. É recomendado que estes países investiguem ainda mais a pegada do sistema nacional de saúde e o potencial de descarbonização para capturar o contexto nacional com mais detalhes.

# Cota de emissões do setor saúde

---

## Introdução

Esta seção descreve a abordagem seguida para estimar a cota global de emissões do setor de serviços de saúde e as trajetórias das emissões nacionais. A cota de carbono para o setor saúde é baseada em um método de contração e convergência customizado.<sup>i</sup> Este método foi adaptado para se adequar à análise da contribuição do setor saúde para as emissões globais e ao Acordo de Paris. A trajetória das emissões para cada país foi estimada com base em quatro tipos de trajetórias.

Esta seção é estruturada com base nos seguintes componentes:

- A seção "Cota de emissões" descreve a abordagem seguida para calcular a cota global de emissões e a cota calculada para o setor global de saúde.
- A seção "Trajetória de emissões" descreve a abordagem seguida para estimar as trajetórias dos países com base na cota de emissões.
- A seção "Resultados para países agrupados de acordo com sua trajetória" fornece gráficos resumindo cada tipo de trajetória.

A cota e as trajetórias das emissões foram estimadas para emissões de gases de efeito estufa, ou GEEs (doravante chamados simplesmente de "emissões"). Foram levados em consideração os seis principais GEEs cobertos pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) / Protocolo de Quioto. Eles são o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>).<sup>14</sup> Os resultados são expressos em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e) equivalente, ou seja, a quantidade de CO<sub>2</sub> que teria o mesmo impacto de aquecimento ao longo de 100 anos.<sup>14</sup>

## Metodologia

### Cota de emissões

Esta seção descreve a abordagem seguida para calcular a parte da cota global de emissões referente ao setor saúde. Ela está dividida em duas subseções. A primeira subseção foca a abordagem seguida para determinar a cota global de emissões. A segunda subseção

---

<sup>i</sup> Um método similar foi utilizado no projeto *Deadline 2020* do C40. Disponível em: [https://www.c40.org/other/deadline\\_2020](https://www.c40.org/other/deadline_2020)

descreve as etapas seguidas para se alocar uma parte da cota global de emissões para o setor saúde, dividindo-a entre os países do modelo.

### Cota global de emissões

Para as finalidades deste estudo, a cota global das emissões foi ajustada para atingir o alvo proposto no acordo de Paris. Ou seja, para limitar o aumento da temperatura média global a não mais do que 1,5°C acima dos níveis pré-industriais.

A cota de emissões considerada neste estudo é o restante das emissões cumulativas de GEEs em 2014 para um aquecimento de 1,5°C. De acordo com o Relatório Especial sobre Aquecimento Global de 1,5°C (SR15) do IPCC, essa estimativa foi feita com base nos cenários de emissões desenvolvidos como parte do Consórcio de Modelagem de Avaliação Integrada (IAMC, sigla em inglês).<sup>15</sup> Dados foram extraídos para 36 cenários correspondentes a 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado<sup>ii</sup> relatando as emissões de GEE de Quioto.

As emissões anuais<sup>iii</sup> usadas para derivar a cota das emissões foram estimadas como a mediana de todos os cenários. O resultado alinha-se com as emissões relatadas no IPCC SR15 (ver Tabela 2.4 no capítulo 2 do IPCC SR15). Nesses cenários modelados, as emissões antropogênicas líquidas globais de CO<sub>2</sub> (não incluindo emissões de gases que não sejam CO<sub>2</sub>) diminuem, em 2030, em cerca de 45% em relação aos níveis de 2010, chegando a zero emissões líquidas por volta de 2050.

A Tabela A.7 mostra a cota global de emissões de 2014 obtida com esta abordagem.

	Cenário de 1,5°C
Cota de emissões restantes incluindo emissões de CO <sub>2</sub> e de gases não-CO <sub>2</sub> desde janeiro de 2014 (GtCO <sub>2</sub> e)	995

Tabela A.7. Cota de emissões restantes (incluindo emissões de CO<sub>2</sub> e de gases não-CO<sub>2</sub>) desde janeiro de 2014 para o cenário de 1,5°C.

### Rota global das emissões

A rota global foi modelada utilizando, como referência, a mediana dos cenários do IAMC representando 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado. Figura A.9 mostra a rota global modelada de emissões para a obtenção da cota de emissões descrita acima. A mediana dos cenários do IPCC SR15 é mostrada para fins de ilustração.

<sup>ii</sup> As rotas com *overshoot* são aquelas em que o aquecimento progressivo excede 1,5°C e retorna a 1,5°C antes ou logo após 2100. Veja também [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/11/SR15\\_Chapter\\_1\\_Low\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/11/SR15_Chapter_1_Low_Res.pdf) page 60.

<sup>iii</sup> Nota: Os cinco valores anuais obtidos da base de dados do IAMC foram interpolados aos valores anuais a fim estimar emissões cumulativas.

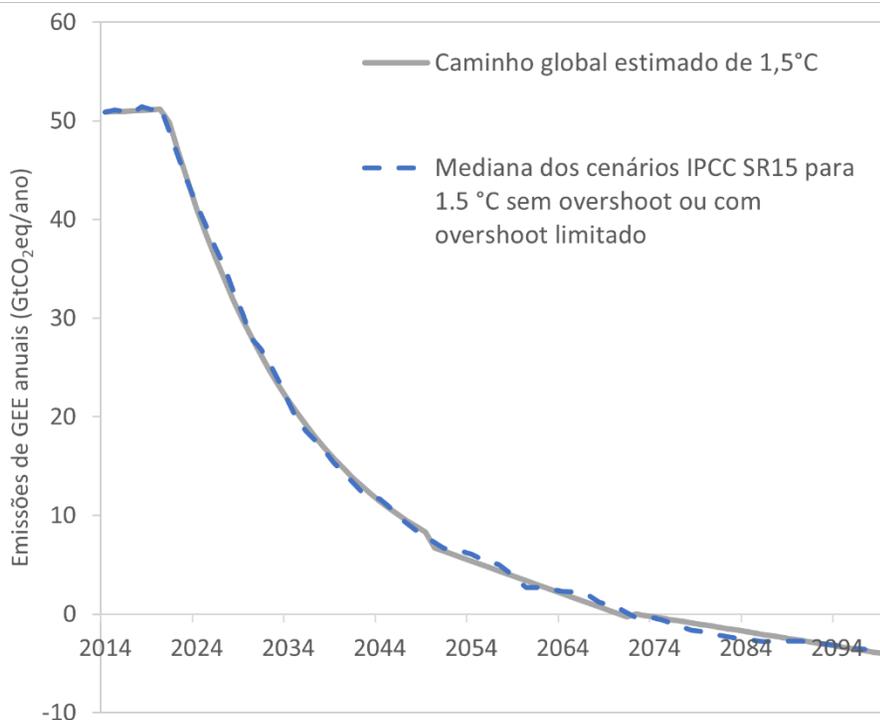


Figura A.8. Rota de emissões globais estimada para limitar a temperatura global a 1,5°C e mediana dos cenários das emissões do IPCC SR15 IAMC.

Uma rota modelada foi ajustada aos cenários do IAMC em vez de utilizar-se diretamente os dados do cenário com a finalidade de obter uma curva mais realista. Em alguns anos, a mediana obtida com os cenários do IAMC conduz a mudanças possivelmente irrealistas nas emissões. Isto se deve ao fato de que a curva foi estimada empiricamente de um número de cenários (ver, por exemplo, nas proximidades do ano 2060 na curva da mediana dos cenários do IAMC, na Figura A.9). No entanto, é preciso notar que ambas as curvas conduzem à mesma cota de emissões.

## Cota de emissões globais para o setor saúde

### Abordagem para alocação da cota global de emissões do setor saúde

Utilizando a cota global de saúde e a trajetória calculada, aplicamos uma abordagem de contração e convergência. Essa abordagem é um processo de duas fases desenvolvido pelo *Global Commons Institute*.<sup>16</sup> A fase de convergência é um período de “adaptação” no qual as emissões regionais *per capita* podem aumentar ou diminuir linearmente até a média global do ano de convergência (por exemplo, 2040). Na fase de contração, todas as emissões regionais *per capita* diminuem para igualar-se às emissões globais *per capita* para um ano específico (por exemplo, 2100). O leitor deve consultar o *Global Commons Institute* para obter mais informações sobre a abordagem de contração e convergência.<sup>16</sup>

Neste estudo, adaptamos este método para refletir as emissões setoriais em vez das emissões regionais. Para tanto, tomamos como referência o produto interno (PIB) global e o

gasto total no setor saúde.<sup>16</sup> Em 2017, por exemplo, entendemos que o setor saúde representou 10% do PIB total.<sup>17</sup> A porcentagem do PIB que o setor saúde representa do presente até 2100 foi usada para dimensionar o caminho global (mostrado na Figura A.9), levando a emissões de 0,11tCO<sub>2e</sub> no ano de convergência (2040). O ano de convergência de 2040 foi selecionado porque o ponto de partida das emissões da área da saúde por PIB é inferior à média global. Portanto, um ano de convergência relativamente tardio foi selecionado, o que leva a uma diminuição constante das emissões até a média global (um ano de convergência precoce levaria a uma redução muito pequena ou nenhuma redução nas emissões até o ano de convergência).

## Resultados da alocação de uma cota de emissões ao setor global da saúde

A abordagem da contração e convergência foi aplicada às emissões projetadas do ano 2014 ao ano 2050 para o setor global da saúde. Dados do relatório de pegada climática da Saúde sem Dano foram utilizados como linha de base para este estudo.<sup>iv</sup>

Tabela A.8 resume os resultados da alocação de uma parcela da cota global das emissões ao setor global da saúde utilizando a aproximação da contração e da convergência. Estima-se que as emissões per capita da área da saúde deverão reduzir em 39% até o ano de convergência e em mais 45% em 2050, chegando a quase zero emissões.

	Valor consistente com 1,5 °C
Cota de emissões globais para o setor saúde para 2014 – 2050 (GtCO <sub>2e</sub> )	50,3
Emissões <i>per capita</i> do setor saúde global em 2014 (tCO <sub>2e</sub> /capita)	0,28
Emissões <i>per capita</i> do setor saúde global em 2040 (tCO <sub>2e</sub> /capita)	0,11
Emissões <i>per capita</i> do setor saúde global em 2050 (tCO <sub>2e</sub> /capita)	0,05

Tabela A.8. Resultados resumidos das cotas de emissões globais do setor saúde e emissões necessárias *per capita* em 2014 (ano de referência), 2040 (ano de convergência) e 2050 para o cenário de 1,5°C.

## Trajetórias de emissões

Esta seção apresenta as trajetórias de emissões desenvolvidas para cada setor nacional de saúde com base na cota de emissões de 2014 a 2050 para o cenário de 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado. Esta seção é dividida em duas subseções, que descrevem brevemente a abordagem utilizada para atribuir trajetórias a cada país e o modelo utilizado para desenvolver as curvas das trajetórias.

## Abordagem para alocação de trajetórias

<sup>iv</sup> O Apêndice A do Relatório de Pegada Climática do Setor Saúde tabulou as emissões nacionais da área da saúde para as 43 nações da WIOD. Disponível em: [www.noharm.org/ClimateFootprintReport](http://www.noharm.org/ClimateFootprintReport)

A trajetória de um país é definida como um possível caminho de emissões que um país deve seguir para permanecer dentro da cota global de emissões do setor saúde. A abordagem envolve duas etapas principais: 1) definição dos tipos de trajetórias e 2) identificação dos critérios para alocação de trajetórias aos países.

### Definição de tipos de trajetória

A Tabela A.9 descreve as quatro trajetórias usadas neste estudo. Os tipos de trajetórias empregados aqui são baseados nos tipos utilizados no C40 para a definição de trajetórias de cidades e desenvolvidos como parte do relatório *Deadline 2020*.<sup>18</sup>

Trajетória	Descrição	Ano de pico	Tendência até o ano de pico	Taxa de redução de emissão
Queda acentuada	Países são solicitados a iniciar imediatamente uma redução acentuada nas emissões <i>per capita</i>	-		Acentuada
Queda constante	Países são solicitados a seguir imediatamente um declínio mais constante de suas emissões <i>per capita</i> do que os países solicitados a fazer uma redução acentuada	-		Constante
Pico adiantado	Países são autorizados a aumentar suas emissões até o ano de pico de 2022 antes de diminuí-las constantemente	2022	Linear	Constante, declínio constante
Pico tardio	Países são autorizados a aumentar suas emissões até o ano de pico de 2026 antes de diminuí-las constantemente	2026	Linear	Constante, declínio constante

Tabela A.9. Descrição e principais características das quatro trajetórias.

### Modelagem da curva da trajetória

As curvas das trajetórias foram calculadas utilizando uma função matemática que governa a forma geral da trajetória, a saber:

Quedas acentuada e constante: A trajetória segue uma função de crescimento logístico negativo (curva S).

Picos adiantado e tardio: A trajetória segue um período de crescimento linear até o ano de pico, após o qual é modelada utilizando uma função de crescimento logístico negativo para atingir nível alvo de emissões.

O processo para desenvolver as trajetórias finais foi iterativo, em que os parâmetros das curvas foram ajustados para responder aos requisitos da descrição da trajetória (por

exemplo, a inclinação era realista), garantindo que a soma das trajetórias estivesse dentro da cota global de emissões do setor saúde.

### Identificação de critérios e limites

Para este estudo, o PIB *per capita* foi identificado como o principal critério para atribuir trajetórias, uma vez que oferece um *proxy* para a capacidade de cada país de reduzir as emissões e também é um *proxy* para a contribuição atual dos países para as emissões totais de saúde. Os resultados mostram uma forte relação linear entre o PIB dos países e as emissões *per capita*. A Figura A.10 mostra essa correlação. Três países (Estados Unidos, Noruega e Luxemburgo) aparecem como outliers porque têm emissões consideravelmente mais elevadas (Estados Unidos) ou baixas (Noruega, Luxemburgo) do que o esperado baseado em seu PIB.

Limites foram definidos para agrupar países nas diferentes trajetórias. Esses limites foram selecionados com base na variação do PIB *per capita* entre os países e sua tipologia. Quatro níveis de PIB foram definidos: até US \$5.000, \$5.000 – \$20.000, \$20.000 – \$43.000 e superior a \$43.000.

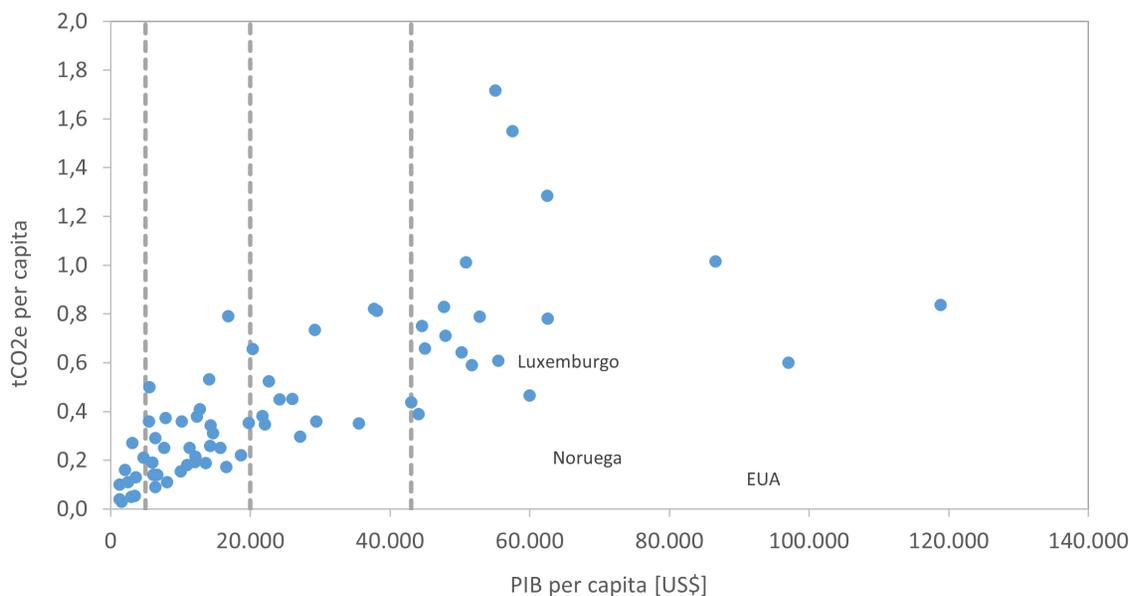


Figura A.9. Emissões *per capita* comparadas ao PIB dos países tratados neste estudo de acordo com sua tipologia e limites que alocam as quatro trajetórias aos países (linha cinza tracejada).

A Tabela A.10 apresenta os tipos de trajetória atribuídas aos países.

<b>Queda acentuada</b>	<b>Queda constante</b>	<b>Pico adiantado</b>	<b>Pico tardio</b>
Austrália	Chipre	Brasil	Índia
Áustria	República Tcheca	Bulgária	Indonésia
Bélgica	Estônia	China	<i>Geórgia</i>
Canadá	Grécia	Croácia	<i>Quênia</i>
Dinamarca	Coreia	Hungria	<i>Quirguistão</i>
Finlândia	Letônia	México	<i>Filipinas</i>
França	Lituânia	Polônia	<i>Resto do mundo</i>
Alemanha	Malta	Romênia	<i>Ucrânia</i>
Irlanda	Portugal	Rússia	<i>Uzbequistão</i>
Itália	Eslováquia	Turquia	<i>Vietnã</i>
Japão	Eslovênia	<i>Argentina</i>	
Luxemburgo	Espanha	<i>Chile</i>	
Países Baixos	Taiwan	<i>Colômbia</i>	
Noruega	<i>Israel</i>	<i>Equador</i>	
Suécia		<i>Irã</i>	
Suíça		<i>Cazaquistão</i>	
Reino Unido		<i>Malásia</i>	
EUA		<i>Ilhas Maurício</i>	
<i>Nova Zelândia</i>		<i>Macedônia do Norte</i>	
<i>Kuwait</i>		<i>Paraguai</i>	
<i>Singapura</i>		<i>Peru</i>	
		<i>África do Sul</i>	
		<i>Tailândia</i>	
		<i>Uruguai</i>	

Tabela A.10. Trajetórias atribuídas aos países. Países adicionados do trabalho de Lenzen *et al.*<sup>13</sup> são mostrados em itálico.

## Resultados para países agrupados de acordo com sua trajetória

A Figura A.11 mostra as emissões anuais *per capita* de acordo com as trajetórias dos países. Aqueles com queda acentuada diminuem suas emissões até 2030, sendo que depois a taxa de redução diminui para convergir gradualmente para uma taxa de emissões zero. Os

países com queda constante seguem uma trajetória ligeiramente menos íngreme do que países de queda acentuada. As emissões com queda acentuada e queda constante seguem um trajeto similar a partir de 2030.

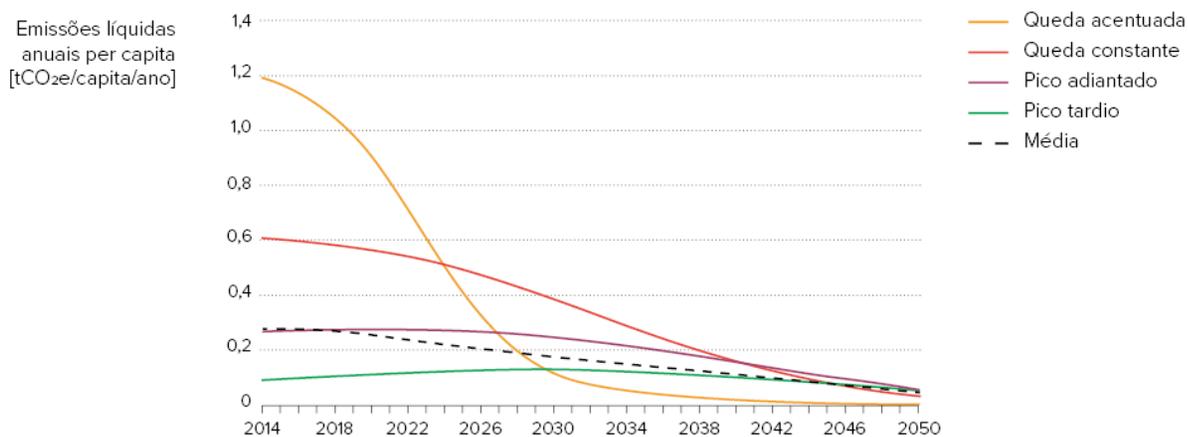


Figura A.10. Emissões líquidas anuais *per capita* para o setor global da saúde categorizado por perfil de emissões e média global.

Para as trajetórias de pico, os picos de emissões *per capita* inicial e final são em 2022 e 2026, respectivamente, embora o crescimento das emissões seja mínimo para esses picos. A partir daí, as emissões *per capita* foram modeladas para diminuir gradualmente de acordo com a trajetória de declínio constante.

A Figura A.12 mostra as emissões anuais para os quatro tipos de trajetória (ou seja, emissões *per capita* multiplicadas pela soma da população em cada trajetória).

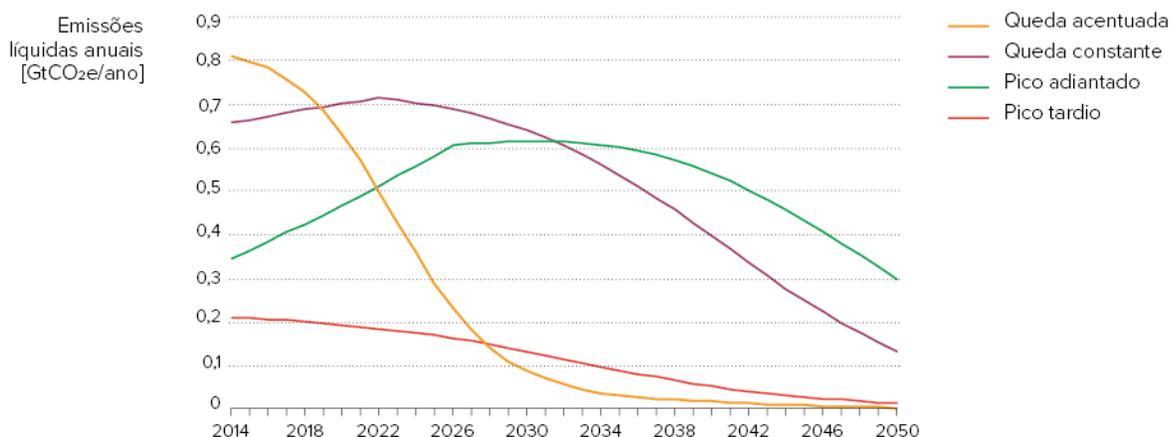


Figura A.11. Trajetória de emissões líquidas anuais para o setor global da saúde categorizado por perfil de emissões.

Os países com pico tardio têm as emissões anuais mais altas em todo o período modelado, seguidos por países com declínio acentuado. Após 2035, países com pico adiantado, pico tardio e queda acentuada têm emissões anuais similares. A curva dos países de pico tardio

exibe uma descontinuidade no ano de pico. É importante notar que, na verdade, a mudança no comportamento das emissões será provavelmente mais suave do que o retratado pelo modelo, que é uma representação simplificada de como as emissões podem ser alocadas dentro da cota disponível.

# Crescimento futuro do setor saúde

---

## Fontes de dados

O Instituto de Métricas e Avaliação em Saúde (IHME, sigla em inglês) produziu projeções para as despesas do setor saúde.<sup>19</sup> Este conjunto de dados informou projeções para o crescimento do setor na modelagem do Roteiro. As projeções do IHME são baseadas nos métodos publicados nas principais revistas científicas revisadas por pares, incluindo *The Lancet*<sup>20</sup> e *Population Health Metrics*.<sup>21</sup>

Os conjuntos de dados do IHME utilizados para projetar a demanda futura da área da saúde no Roteiro cobrem dados de despesas registrados para os anos até 2018 e projetam despesas futuras até 2050. Para este estudo foram utilizadas as projeções para o gasto total em saúde (em 2019 em dólares americanos), com o perfil de projeção médio. Mais informações sobre o conjunto de dados e métodos utilizados na geração de projeções podem ser encontradas no relatório que acompanha o conjunto de dados.<sup>19</sup>

## Método

A modelagem das mudanças na demanda do setor saúde até 2050 foi realizada utilizando a mudança nos gastos com saúde para dimensionar o seu tamanho do setor saúde em cada país ao longo do tempo. A ligação entre as emissões e as despesas é central para o método de insumo-produto para estimar as emissões adotadas no Roteiro, ou seja, usar projeções de despesas para considerar o crescimento do sistema de saúde faz mais sentido por prever o crescimento de emissões simultâneas.

## Conclusões

Com base na representatividade do método e da fonte de dados na literatura, no diálogo com os responsáveis, e nos resultados de nossa avaliação de tendências, acreditamos que estas projeções fornecem uma base robusta para a produção de um Roteiro Global para o setor saúde.

A Figura A.13 até a Figura A.17 mostram as trajetórias de crescimento para 43 países da WIOD e do resto do mundo (RoW), inicialmente de uma vez só e, em seguida, divididas em grupos com base em emissões *per capita* do sistema de saúde.

O IHME prevê que três países da WIOD verão seus sistemas de saúde crescerem mais de 400% entre 2014 e 2050: China (692%), Índia (521%) e Indonésia (471%). A maioria dos

outros países têm previsão de crescimento entre 150% e 300%, e três países devem ficar com o mesmo tamanho de 2014: Grécia, Itália e Portugal.

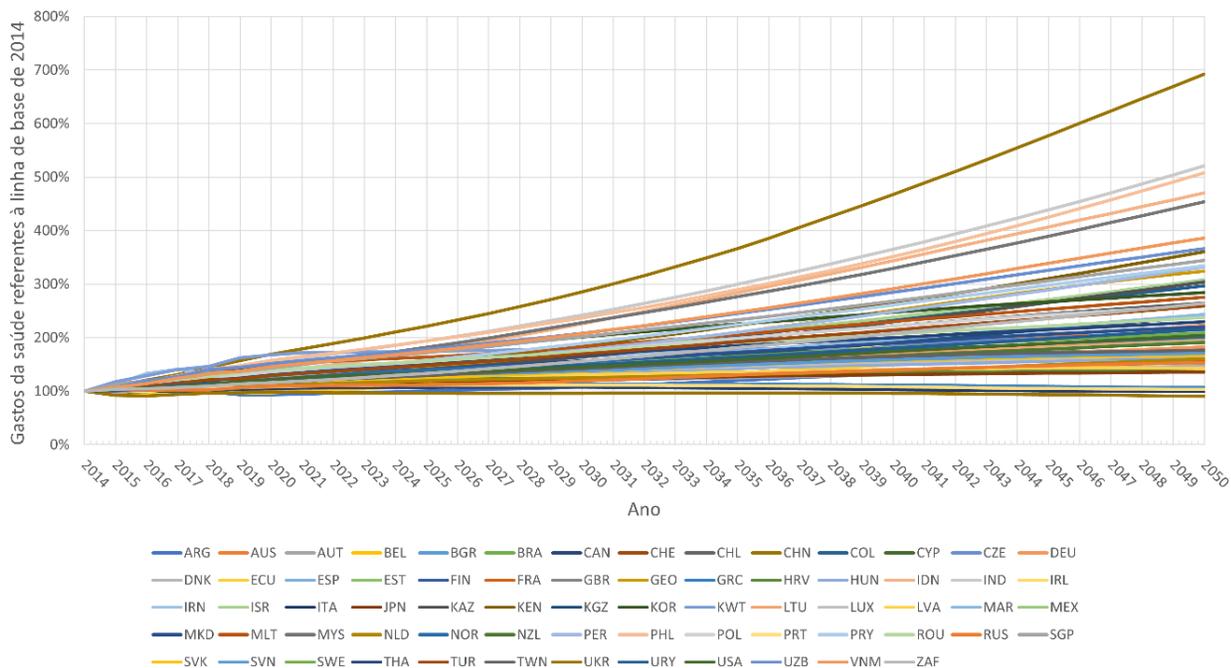


Figura A.12. Crescimento projetado das despesas com saúde para pegadas nacionais usadas nesta avaliação, com base nas projeções do IHME.

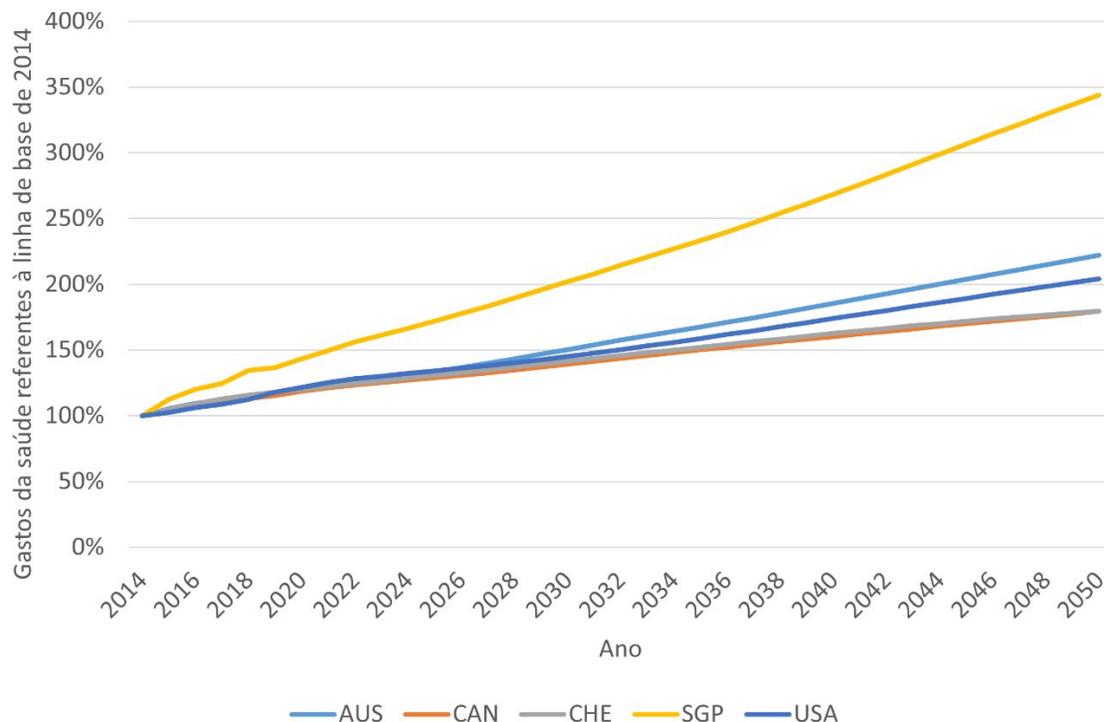


Figura A.13. Crescimento projetado das despesas com sistemas de saúde considerados os “principais emissores” (acima de 1,0tCO2e per capita) no Green Paper One,<sup>1</sup> com base nas projeções do IHME.

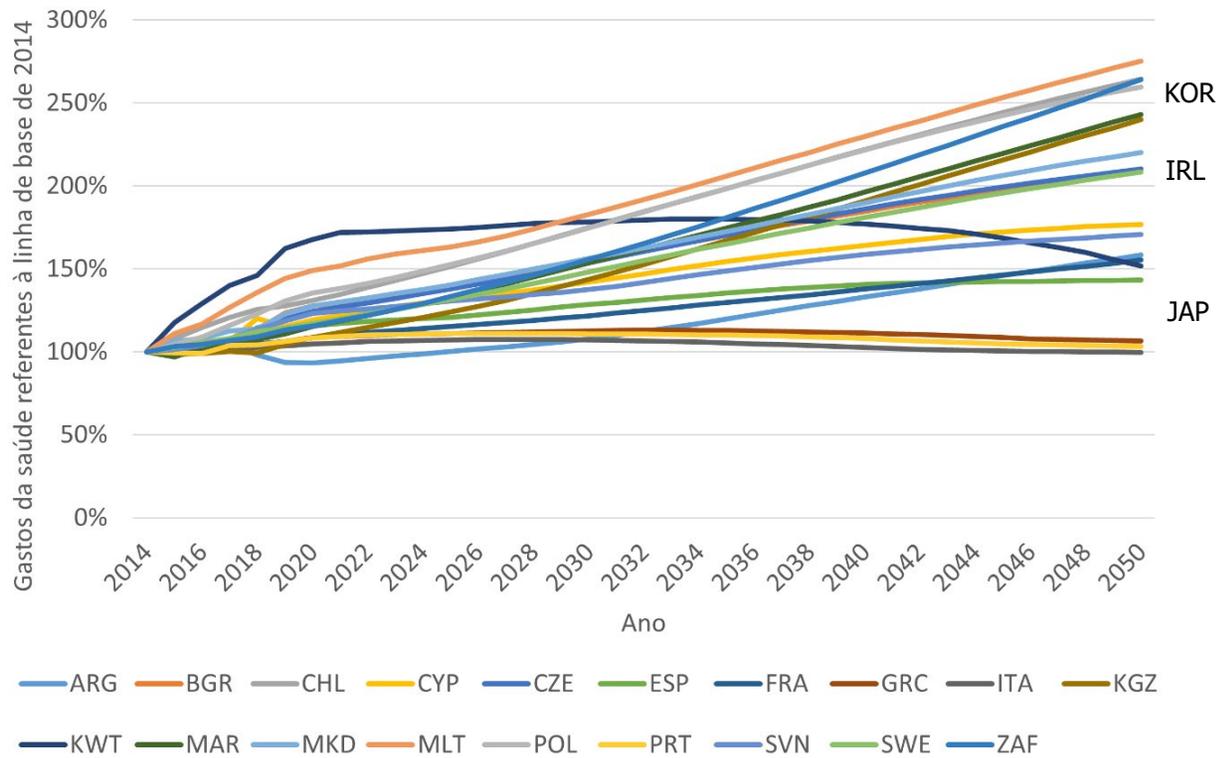


Figura A.14. Crescimento projetado das despesas com sistemas de saúde considerados os “maiores emissores” (0,5-1tCO<sub>2</sub>e per capita) no *Green Paper One*, com base nas projeções do IHME.

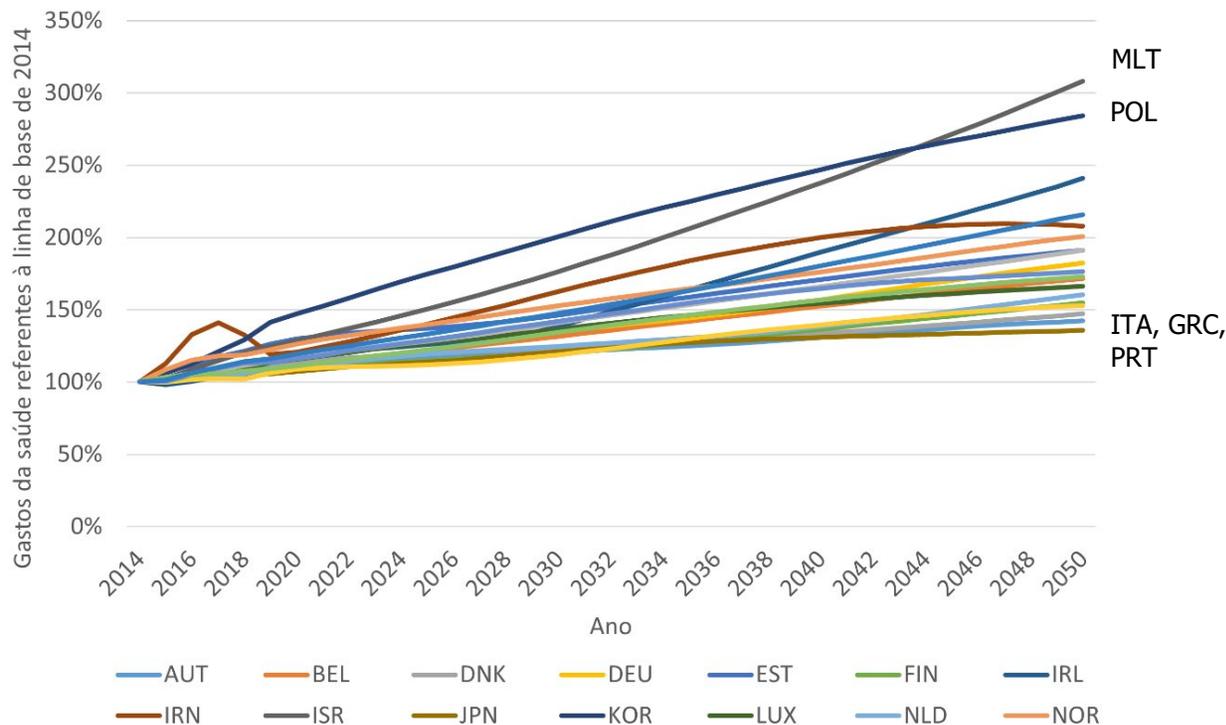


Figura A.15. O crescimento projetado das despesas com sistemas de saúde foi considerado “superior ao de emissores médios” (entre a média global de 0,28tCO<sub>2</sub>e e 0,50tCO<sub>2</sub>e *per capita*) no *Green Paper One*, com base nas projeções do IHME.

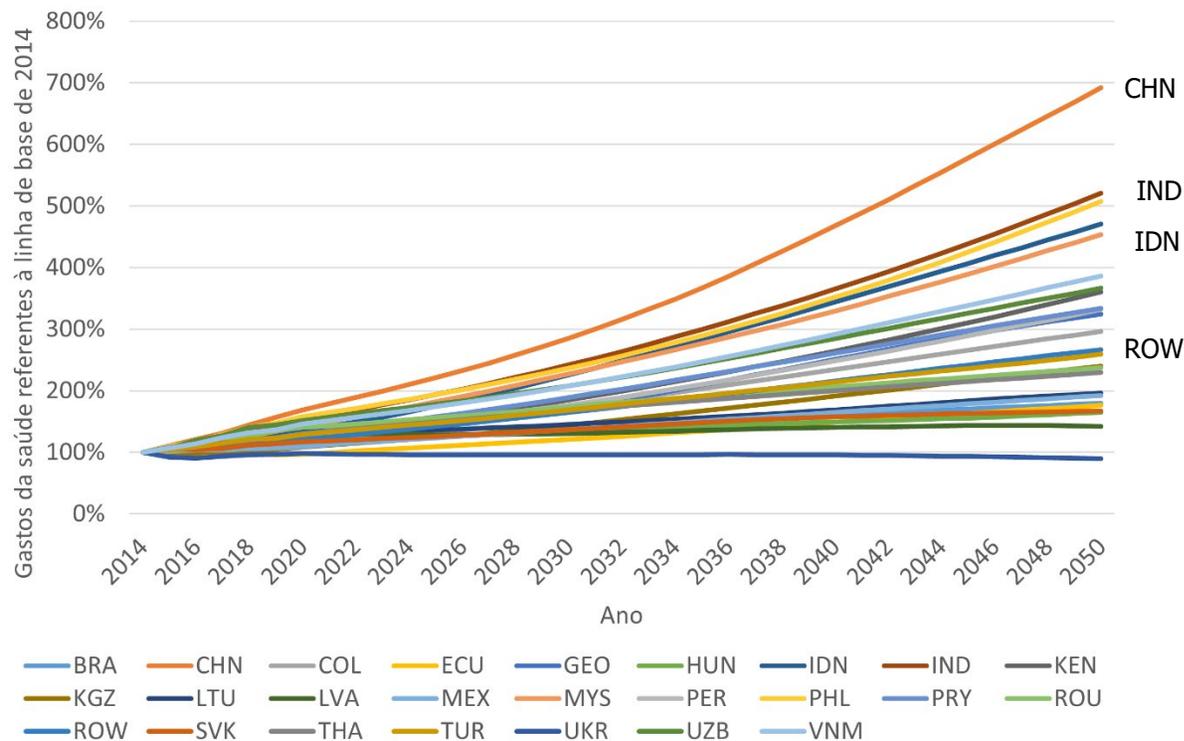


Figura A.16. O crescimento projetado das despesas com sistemas de saúde foi considerado “inferior à de emissores médios” (abaixo da média global de 0,28 tCO<sub>2</sub>e *per capita*) no *Green Paper One*, com base nas projeções do IHME.

# Trajetórias de descarbonização da economia global

## Visão geral

Para estabelecer o impacto da adoção de tecnologias de baixo carbono nas intensidades de emissão em toda a economia global, foi realizada uma revisão da literatura. Esta revisão destacou o trabalho da Agência Internacional de Energia (IEA, sigla em inglês)<sup>22</sup> e, para a agricultura, Popp *et al.*,<sup>Erro! Indicador não definido.</sup> que fornecem previsões de descarbonização para os principais emissores da economia global até 2050.

O relatório *Energy Technology Perspectives* (ETP) de 2017 da IEA forneceu a base para todos os caminhos de emissões incluídos nesta modelagem, exceto os da agricultura. Esta avaliação considerou uma série de cenários futuros para a taxa e extensão das transições para abordagens e tecnologias de baixo carbono.

### **Importância do *advocacy* pelo setor saúde para promoção da ação coletiva**

Neste trabalho, o Cenário Além de 2 Graus (B2DS, sigla em inglês) da IEA é utilizado. Este é um cenário altamente ambicioso, com uma rápida adoção de alternativas de baixo carbono em toda a economia global. Tamanha é a escala do desafio de descarbonizar nosso setor saúde e a economia em geral que essa taxa de descarbonização é necessária. Atingir essa taxa de descarbonização depende de uma mobilização que leve à ação de todos para reduzir as emissões e a emergência climática que elas geram. Um cenário alternativo é o Cenário de Tecnologia de Referência (RTS, sigla em inglês), que representa um nível mais baixo de ambições para a ação climática na economia em geral.

A descarbonização da agricultura foi modelada utilizando a pesquisa de Popp *et al.*. Essas trajetórias foram aplicadas ao modelo da WIOD da mesma maneira que as trajetórias fornecidas pela IEA.

As trajetórias de emissões foram mapeadas para os setores e regiões correspondentes aos da WIOD, garantindo que as tendências de descarbonização fossem adequadas às causas das emissões de cada setor da WIOD e da região em que o país foi classificado. Essa modelagem, portanto, incorporou as premissas do documento ETP da IEA para a transição da intensidade das emissões da indústria correspondente.

Concluída essa parte, as rotas de descarbonização foram usadas em conjunto com as previsões de demanda derivadas para o crescimento futuro do setor saúde de modo a desenvolver uma projeção para as suas emissões globais em que mudanças na demanda e a descarbonização da economia global são ambas consideradas.

## Aplicação de tendências globais ao modelo de emissões do setor da saúde

A obtenção dos resultados da análise de caminho estrutural para cada país, a aplicação de fatores de escala para o crescimento e as rotas de descarbonização das principais indústrias exigiram o processamento de grandes quantidades de dados. Reconhecendo que os métodos da análise não foram utilizados com WIOD antes para esta finalidade (até onde sabemos), a equipe implementou *scripts* de automação personalizados em *python* com dados de 2014, dimensionando-os para cada ano desejado e produzindo resultados em formatos de banco de dados e relatórios anuais.

## Fontes de dados

### Relatório *Energy Technology Perspectives* da IEA

Os dados utilizados para modelar as tendências de descarbonização para as principais tecnologias e indústrias têm origem na análise da IEA. A IEA modelou vários cenários de como as emissões setoriais de CO<sub>2</sub> da área de energia podem se desenvolver no futuro.

O foco do ETP estava na modelagem de mudanças no consumo de energia e nas fontes primárias de energia (por exemplo, carvão, petróleo e gás natural para alternativas com menos carbono) e cobre projeções apenas para emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas a energia. As emissões totais dos principais setores (construção, transporte e indústria) foram estimadas para os anos 2014 e 2025 e, em seguida, para intervalos de cinco anos entre 2025 e 2050. O ETP também incluiu caminhos regionais e alguns caminhos de descarbonização setoriais específicos de cada país, mas estes foram menos detalhados no nível do país. Para integração no Roteiro, utilizou-se interpolação linear para alcançar as rotas de descarbonização expressas para cada ano até 2050.

Uma omissão importante na modelagem do ETP se refere a emissões de outras substâncias que não o CO<sub>2</sub>.<sup>v</sup> De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA, sigla em inglês), 22% das emissões de não-CO<sub>2</sub> são relacionadas ao uso de energia, e o restante está associado com a agricultura (31%), gases de refrigeração (12%), ou processamento de resíduos (12%). Além disso, de acordo com o documento AR4 do IPCC, 99,7% das emissões agrícolas são decorrentes de emissões de gases não- CO<sub>2</sub>.

Embora as fontes de emissão de gases não-CO<sub>2</sub> vindas de resíduos e refrigeração não sejam insignificantes, o GEE emitido dominante é o CO<sub>2</sub>. Também é possível argumentar que as emissões de resíduos e de refrigeração estão fortemente ligadas à redução de emissões de CO<sub>2</sub>, dado que o vazamento de refrigerantes é associado a sistemas de energia, como *chillers*, e que as emissões de resíduos podem ser tratadas pela adoção de

<sup>v</sup> Metano, óxido nitroso e gases fluorados.

sistemas de energia a partir de resíduos (que são considerados no cenário da IEA). Por estas razões, assumiu-se que as emissões de gases não-CO<sub>2</sub> referentes a energia, refrigerantes e resíduos seguem as mesmas projeções que emissões de CO<sub>2</sub> do modelo da IEA. A exceção em termos da emissão de gases diferentes de CO<sub>2</sub> decorre de atividades agrícolas para as quais uma abordagem separada foi desenvolvida.

## Emissões da agricultura

De acordo com a trajetória de interesse <sup>23</sup>, a intensidade das emissões globais de metano e óxido nitroso (tCO<sub>2</sub>e / caloria consumida) foi modelada para mudar em 20% e -9% respectivamente entre 2011 e 2050, com esta trajetória apresentando uma redução na intensidade de emissão versus um cenário onde nenhuma ação climática é tomada. Segundo os autores, a diminuição das intensidades de emissão se deve a melhorias nas práticas agrícolas e mudanças na dieta quando comparadas à prática atual.

## Rotas de descarbonização

Os conjuntos de dados e o modelo da IEA para a agricultura forneceram projeções da intensidade de emissões futuras em relação aos níveis de 2014 para as principais indústrias e atividades que impulsionam as emissões globais. Por exemplo, três dos 15 principais setores são mostrados abaixo nas: Figura A.18, Figura A.19 e Figura A.20. Elas apresentam a descarbonização prevista da geração de eletricidade, operação de instalações com serviços inclusos (instalações com serviços inclusos), e produtos químicos e petroquímicos para as regiões da IEA.

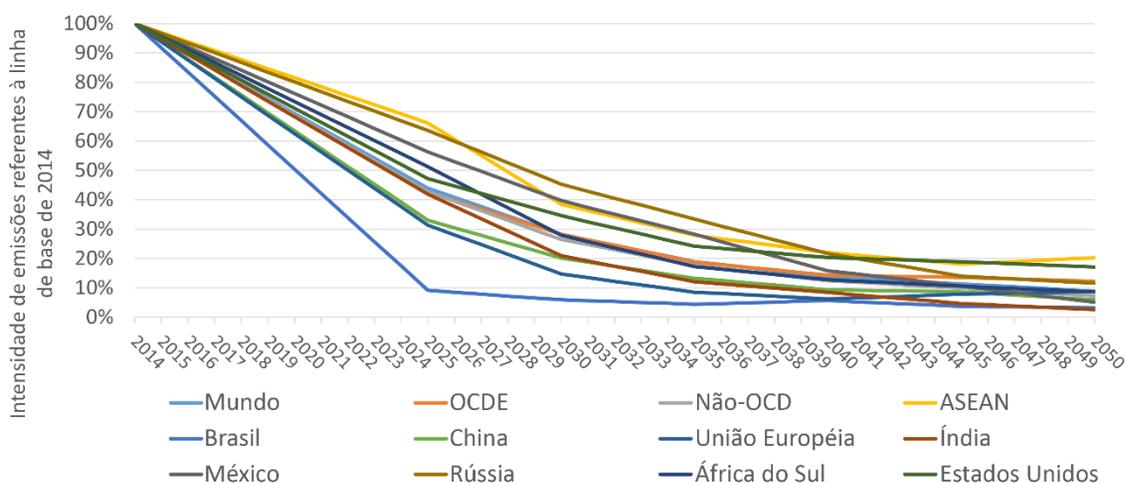


Figura A.17. Descarbonização da geração de eletricidade projetada em relação a 2014 para as regiões abrangidas nas projeções da IEA.

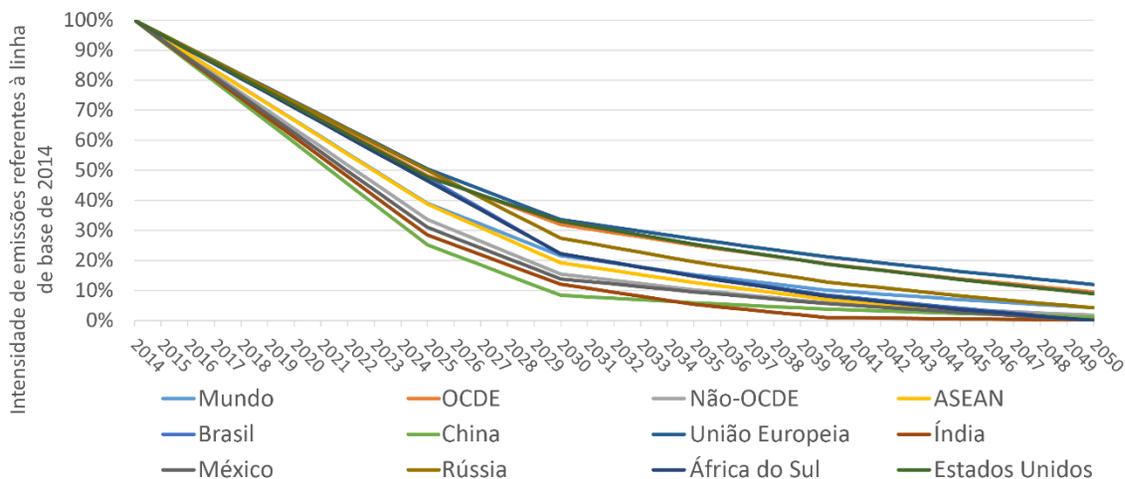


Figura A.18. Descarbonização projetada para operação de instalações com serviços inclusos em relação a 2014 para as regiões contempladas nas projeções da IEA.

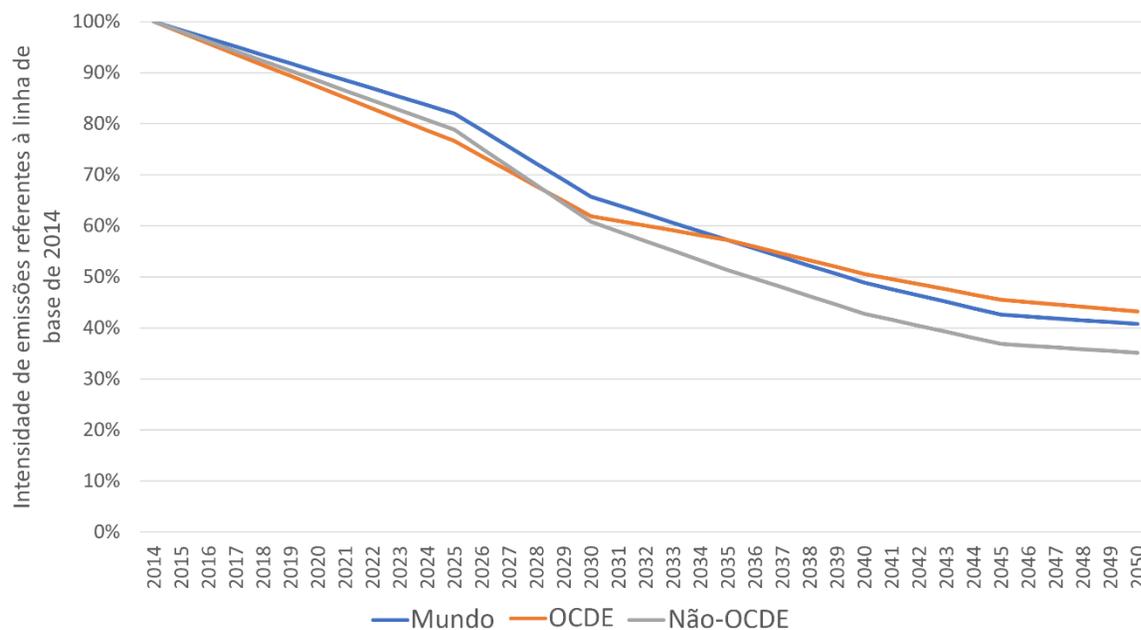


Figura A.19. Descarbonização dos produtos químicos e petroquímicos projetada em relação a 2014 para as regiões abrangidas nas projeções da IEA.

Ao atribuir as tendências de descarbonização, os setores da WIOD receberam a trajetória mais alinhada com seus principais mecanismos de emissões. Por exemplo, para setores baseados em grande parte em escritórios, como "atividades jurídicas e contábeis, atividades de escritórios centrais e atividades de consultoria de gestão", a principal fonte de emissões diretas está em escritórios atendidos e, portanto, a projeção da IEA para a descarbonização de instalações com serviços inclusos é aplicada. Na mesma maneira, a

categoria da WIOD, que cobre a manufatura dos produtos farmacêuticos, cobre também a tendência de descarbonização de produtos químicos e petroquímicos produzidos pela IEA.

As projeções de descarbonização usadas para informar a modelagem têm níveis de granularidade geográfica, que variam entre os setores e, portanto, não fornecem trajetórias individuais para os 44 países e regiões na WIOD.

A Tabela A.11 mostra a divisão geográfica fornecida para cada tendência de descarbonização incorporada na modelagem do Roteiro.

Para cada país, foram aplicadas as tendências de descarbonização para a região de maior granularidade disponível. Por exemplo, o modelo do Reino Unido usa a trajetória da União Europeia, pois tanto a WIOD quanto as tendências de descarbonização usadas consideram os dados anteriores ao Brexit. Presume-se que a região “Resto do Mundo” (RoW, sigla em inglês) siga a tendência não pertencente à OCDE na modelagem. Embora existam países na região RoW que são membros da OCDE, o perfil médio da população desta região está mais alinhado com o grupo não pertencente à OCDE.

<b>Tendência de descarbonização</b>	<b>Fonte de dados</b>	<b>Discriminação geográfica nas projeções</b>
Agricultura	Popp <i>et al.</i>	Mundo
Alumínio	IEA	OCDE, não-OCDE
Cimento	IEA	OCDE, não-OCDE
Produtos químicos e petroquímicos	IEA	OCDE, não-OCDE
Instalações comerciais (com e sem serviços inclusos)	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos
Geração de eletricidade	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos
Transporte de carga: veículos pesados	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos
Transporte de carga: veículos leves	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos
Transporte de carga: navegação	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos
Ferro e aço	IEA	OCDE, não-OCDE
Transporte de passageiros: vias aéreas	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos
Transporte de passageiros: veículos pesados	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos
Transporte de passageiros: veículos leves	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos

<b>Tendência de descarbonização</b>	<b>Fonte de dados</b>	<b>Discriminação geográfica nas projeções</b>
Pasta de papel e papel	IEA	OCDE, não-OCDE
Restante da indústria	IEA	OCDE, não-OCDE
Instalações com serviços inclusos	IEA	OCDE, não-OCDE, ASEAN, Brasil, China, União Europeia, Índia, México, Rússia, África do Sul, Estados Unidos

Tabela A.11. Resolução geográfica das tendências de descarbonização utilizadas na modelagem.

Os setores utilizados pela IEA estão incorporados ao modelo da WIOD por meio de um mapeamento descrito na Tabela A.12.

<b>Setor da WIOD</b>	<b>Tendência de descarbonização</b>
Produção agrícola e animal, caça e atividades relacionadas	IPCC não-CO <sub>2</sub> (baseado em Popp <i>et al.</i> )
Exploração madeireira e silvicultura	IPCC não-CO <sub>2</sub> (baseado em Popp <i>et al.</i> )
Pesca e aquicultura	IPCC não-CO <sub>2</sub> (baseado em Popp <i>et al.</i> )
Atividades de minas e pedreiras	Restante das indústrias
Manufatura de produtos alimentícios, bebidas e produtos de tabaco	Restante das indústrias
Fabricação de têxteis, vestuário e produtos de couro	Restante das indústrias
Fabricação de madeira e de produtos de madeira e cortiça, exceto móveis, e fabricação de artigos de espartaria e de cestaria	Restante das indústrias
Fabricação de papel e produtos de papel	Pasta de papel e papel
Impressão e reprodução de mídia gravada	Pasta de papel e papel
Fabricação de coque e produtos petrolíferos refinados	Nenhuma mudança
Fabricação de substâncias químicas e produtos químicos	Produtos químicos e petroquímicos
Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e de preparações farmacêuticas	Produtos químicos e petroquímicos
Fabricação de produtos de plástico e de borracha	Produtos químicos e petroquímicos
Fabricação de outros produtos minerais não-metálicos	Cimento
Fabricação de metais básicos	Combinação de ferro, aço e alumínio
Fabricação de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos	Combinação de ferro, aço e alumínio
Fabricação de computadores, componentes eletrônicos e produtos ópticos	Restante das indústrias
Fabricação de equipamentos elétricos	Restante das indústrias
Fabricação de máquinas e equipamento sem outras classificações	Restante das indústrias

<b>Setor da WIOD</b>	<b>Tendência de descarbonização</b>
Fabricação de veículos motorizados, reboques e semirreboques	Restante das indústrias
Fabricação de outros equipamentos de transporte	Restante das indústrias
Fabricação de mobília e outras manufaturas	Restante das indústrias
Reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Restante das indústrias
Eletricidade, gás, vapor e abastecimento de ar condicionado	Eletricidade
Captação, tratamento e abastecimento de água	Nenhuma mudança
Coleta de esgoto e resíduos; atividades de tratamento e eliminação de resíduos; recuperação de materiais; atividades de despoluição e outros serviços de gestão de resíduos	Nenhuma mudança
Construção	Cimento
Comércio por atacado e varejo e reparo de veículos motorizados e de motocicletas	Instalações com serviços inclusos
Comércio de varejo, exceto de veículos motorizados e motocicletas	Instalações com serviços inclusos
Comércio de varejo, exceto de veículos motorizados e motocicletas	Instalações com serviços inclusos
Transporte terrestre e transporte por oleodutos ou gasodutos	Passageiros: veículos leves
Transporte hidroviário	Carga: envio
Transporte aéreo	Passageiros: vias aéreas
Armazenagem e atividades auxiliares de transporte	Todos as instalações
Atividades de transportadoras e correios	Carga: veículos leves
Atividades de hospedagem e serviços alimentícios	Instalações com serviços inclusos
Atividades editoriais	Instalações com serviços inclusos
Atividades de produção de filmes, vídeo e programas de televisão, gravação de som e de edição musical; atividades de programação de rádio e de televisão e radiodifusão	Instalações com serviços inclusos
Telecomunicações	Instalações com serviços inclusos
Programação de softwares, consultoria e atividades relacionadas, e atividades de serviços de informação	Instalações com serviços inclusos
Atividades de serviços financeiros, exceto seguros e fundos de pensão	Instalações com serviços inclusos
Seguros, resseguros e fundos de pensão, exceto seguridade social obrigatória	Instalações com serviços inclusos

<b>Setor da WIOD</b>	<b>Tendência de descarbonização</b>
Atividades auxiliares aos serviços financeiros e às atividades de seguros	Instalações com serviços inclusos
Atividades imobiliárias	Instalações com serviços inclusos
Atividades jurídicas e de contabilidade; atividades de sedes; atividades de consultoria de gestão	Instalações com serviços inclusos
Atividades de arquitetura e engenharia; atividades de testes e análises técnicas	Instalações com serviços inclusos
Pesquisa científica e desenvolvimento	Instalações com serviços inclusos
Publicidade e estudos de mercado	Instalações com serviços inclusos
Outras atividades profissionais, científicas, técnicas; e atividades veterinárias	Instalações com serviços inclusos
Atividades administrativas e de serviços de apoio	Instalações com serviços inclusos
Administração pública, defesa e seguridade social obrigatória	Instalações com serviços inclusos
Educação	Instalações com serviços inclusos
Atividades de saúde humana e assistência social	Instalações com serviços inclusos
Outros serviços	Instalações com serviços inclusos
Atividades das famílias empregadoras; atividades de produção de bens e serviços indiferenciados pelas famílias para uso próprio	Todos as instalações
Atividades de organizações e entidades extraterritoriais	Instalações com serviços inclusos

Tabela A.12. Mapeamento das tendências de descarbonização para categorias WIOD usadas nas projeções.

## O futuro das emissões do setor saúde

---

### Combinando crescimento projetado e tendências de descarbonização

Uma vez que a projeção de crescimento nacional do IHME e as trajetórias de descarbonização da IEA foram estabelecidas para todos os países do modelo, essas trajetórias foram mapeadas no modelo de emissões com linha de base de 2014 para explorar futuros comportamentos e tendências.

O modelo de linha de base desagregou a pegada total em uma lista de caminhos da cadeia de suprimentos e seus valores de emissão associados. Para calcular as emissões associadas ao caminho em um ano futuro, o valor das emissões foi primeiramente dimensionado utilizando-se a proporção dos gastos com saúde entre o ano futuro e o ano de referência de 2014. Depois desta etapa, foram aplicadas as tendências de descarbonização. Se as emissões do caminho da cadeia de suprimentos fossem de um setor, como geração de eletricidade, onde a IEA projetou uma descarbonização do setor, então o valor das emissões é dimensionado pela redução na intensidade de carbono projetada para o ano futuro em relação ao ano base.

Essa abordagem foi utilizada para dimensionar as emissões para todos os caminhos no modelo da WIOD, projetando como a pegada da linha de base do setor saúde provavelmente responderá ao crescimento previsto nos gastos em saúde e à descarbonização das principais indústrias.

### Modelagem de intervenções de emissões

Uma vez que os impactos do crescimento do setor saúde e da descarbonização das principais indústrias foram incorporados no modelo, gerando emissões projetadas entre os períodos de 2014 e 2050, o impacto de ações de mitigação das emissões foi investigado utilizando este modelo.

As seções a seguir descrevem como as intervenções na cadeia de suprimentos do setor saúde, relacionadas ao uso de gases anestésicos, MDIs e efetividade do sistema, foram testadas utilizando este modelo.

### Intervenções

A Tabela A.13 detalha as intervenções na cadeia de suprimentos testadas como opções de mitigação de emissões. A ação é documentada na coluna de descrição e o potencial de

redução de emissões resultante da ação é fornecido na coluna de limite. Salvo indicação em contrário, o valor limite é derivado da base de evidências estabelecida para o documento *The Future of Urban Consumption in a 1.5°C World*, publicado por uma colaboração entre a Arup, *C40 Cities* e a Universidade de Leeds.<sup>24</sup>

Área de intervenção	Descrição	Limite
Alimentos	Aumento da eficiência material da embalagem de alimentos. Uma meta de eficiência de 19% foi adotada para este estudo.	Redução de 19% nas emissões anuais de embalagens de alimentos até 2050
	Aumento da proporção de materiais reciclados em embalagens para 50% de reciclados até 2050. Isso equivale a uma redução de 29% nas emissões de embalagens de alimentos.	Redução de 29% nas emissões anuais de embalagens de alimentos até 2050
	Reduzir o desperdício de alimentos nas instalações do setor saúde (sobras do prato). O desperdício de alimento nos pratos foi estimado em 30% em hospitais, <sup>25</sup> e foi escolhida como meta uma redução de 50% nesta taxa até 2050.	Redução de 15% nas emissões relacionadas a alimentos até 2050
	Redução do desperdício de alimentos na cadeia de suprimentos, reduzindo em 50% no desperdício da cadeia de suprimentos em todos os níveis de produção de alimentos para equivaler a uma redução de 10,4% nas emissões.	Redução de 10,4% nas emissões relacionadas a alimentos até 2050
Construção	Adoção mais ampla de madeira para estruturas em instalações da área da saúde	20% de redução em emissões do aço utilizado na construção até 2050; 14% de redução nas emissões do concreto utilizado em construções até 2050
	Substituição por cimento de baixo carbono.	Redução de 35% nas emissões do concreto utilizado em construções até 2050
	Melhoria da eficiência do material por meio da otimização do projeto estrutural.	20% de redução em emissões do aço utilizado em construções até 2050; 32% de redução nas emissões do concreto utilizado em construções até 2050
	Reutilização de componentes de aço estrutural em construções	Redução de 11% nas emissões do concreto utilizado em construções até 2050
	Redução da demanda de novas construções por meio da utilização de edifícios aprimorados, levando a uma redução de 10% na demanda por superfície construída até 2050.	Redução de 10% nas emissões de construções até 2050
Transporte	Aumento da eficiência material em frotas de veículos da área da saúde, resultando em	Redução de 50% nas emissões de aço e plástico para fabricação de veículos até 2050

Área de intervenção	Descrição	Limite
	50% da redução no aço e no plástico até 2050.	
	Otimização da vida útil da frota, aumento da longevidade por meio da manutenção ativa e priorização da vida útil dos veículos na aquisição.	10% de aumento da vida útil operacional da frota até 2050
	Redução das viagens aéreas dos profissionais do setor saúde.	Redução de 75% das viagens aéreas até 2050
	Incentivo à transição para um combustível de aviação mais sustentável.	80% de descarbonização da aviação com eficiência e uso de biocombustíveis até 2050
Têxteis	Redução de 50% do desperdício na cadeia de suprimentos até 2050.	Redução de 12,5% nas emissões de têxteis até 2050
	Aumento em 33% da vida útil de produtos têxteis utilizados pela área da saúde.	Redução de 25% nas emissões de têxteis até 2050
Equipamento médico	33% de extensão de vida para equipamentos médicos	Redução de 25% nas emissões associadas a novos equipamentos médicos até 2050
Equipamento de TI	20% de extensão da vida útil de equipamentos de TI utilizados na área da saúde	Redução de 17% das emissões associadas a novos equipamentos de TI até 2050

Tabela A.13. Intervenções na cadeia de suprimentos e limites implementados no modelo.

O mecanismo para projetar as taxas de adoção foi baseado em perfis de “adoção da curva S”; ele parte do princípio de que a adoção de novos comportamentos sociais ou tecnologias normalmente segue uma curva S em vez de uma curva linear ou outra função.<sup>26</sup> O perfil utilizado para modelar a adoção das intervenções é mostrado na Figura A.21.

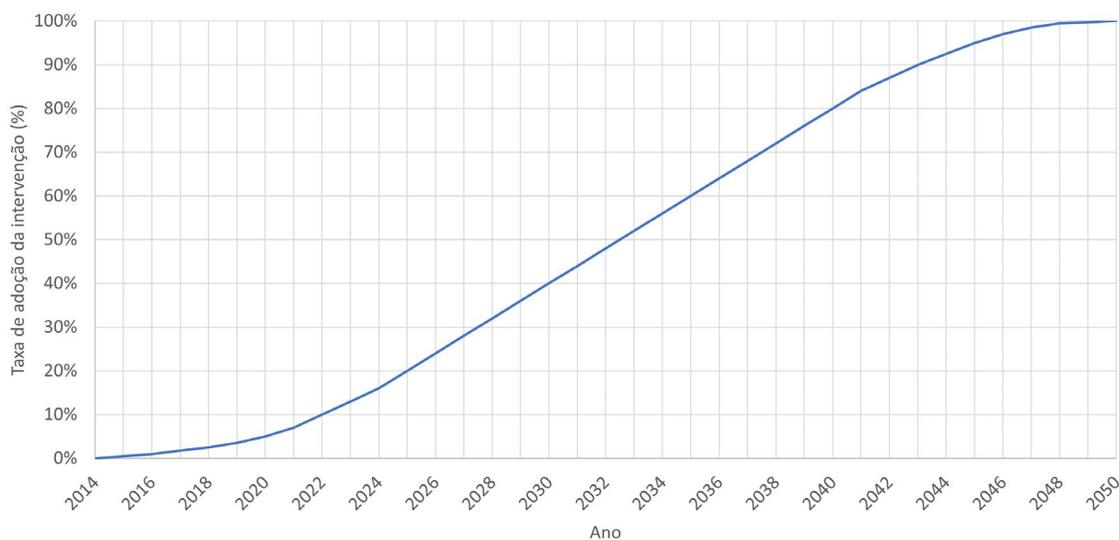


Figura A.20. Curva usada para modelar a adoção de intervenções entre 2014 e 2050.

## Redução de emissões de gases anestésicos e MDIs

As metas de redução de emissões aplicadas às emissões globais de anestésicos e MDIs visam uma redução de 50% em relação aos níveis de 2014 até 2030 e 80% até 2050.

A modelagem utilizou os dados disponíveis para os países do Anexo 1 da CQNUMC e as emissões globais de gases fluorados. Assim, a maioria das emissões cobertas neste estudo provém de sistemas de saúde em nações desenvolvidas e, conseqüentemente, as ações de mitigação, incluindo a captação de gases de escape e a transição para inaladores de pó seco, devem permitir uma redução nas emissões sem diminuir o acesso aos cuidados básicos essenciais.

No caso de países em desenvolvimento ausentes da classificação da CQNUMC no Anexo 1, espera-se que as emissões aumentarão durante este tempo sem que ações sejam tomadas para reduzi-las.

## Efetividade do sistema de saúde

Há uma variação significativa entre a efetividade dos sistemas de saúde em garantir resultados de qualidade para a área da saúde e fornecer cobertura universal dos serviços de saúde (UHC, sigla em inglês).

Conforme descrito anteriormente, as emissões climáticas da área da saúde estão vinculadas aos gastos com saúde. Despesas adicionais podem conduzir a emissões adicionais. Determinar gastos excessivos requer uma medida da efetividade do sistema de saúde. Requer, por exemplo, determinar como cada dólar gasto leva a melhores resultados para a saúde ou a uma maior cobertura de saúde. Isso pode ser estimado examinando-se a relação entre gastos e cobertura universal efetiva dos serviços de saúde. O IHME publicou um documento que esboça tal relacionamento.<sup>27</sup>

A Figura A.22 ilustra esse ponto comparando o custo *per capita* gasto em saúde (em dólares de paridade de poder de compra) com 17 indicadores de UHC. Isso sugere que a efetividade dos dólares adicionais gastos varia muito entre os países e tem retornos decrescentes à medida que aumenta o gasto *per capita* com saúde.

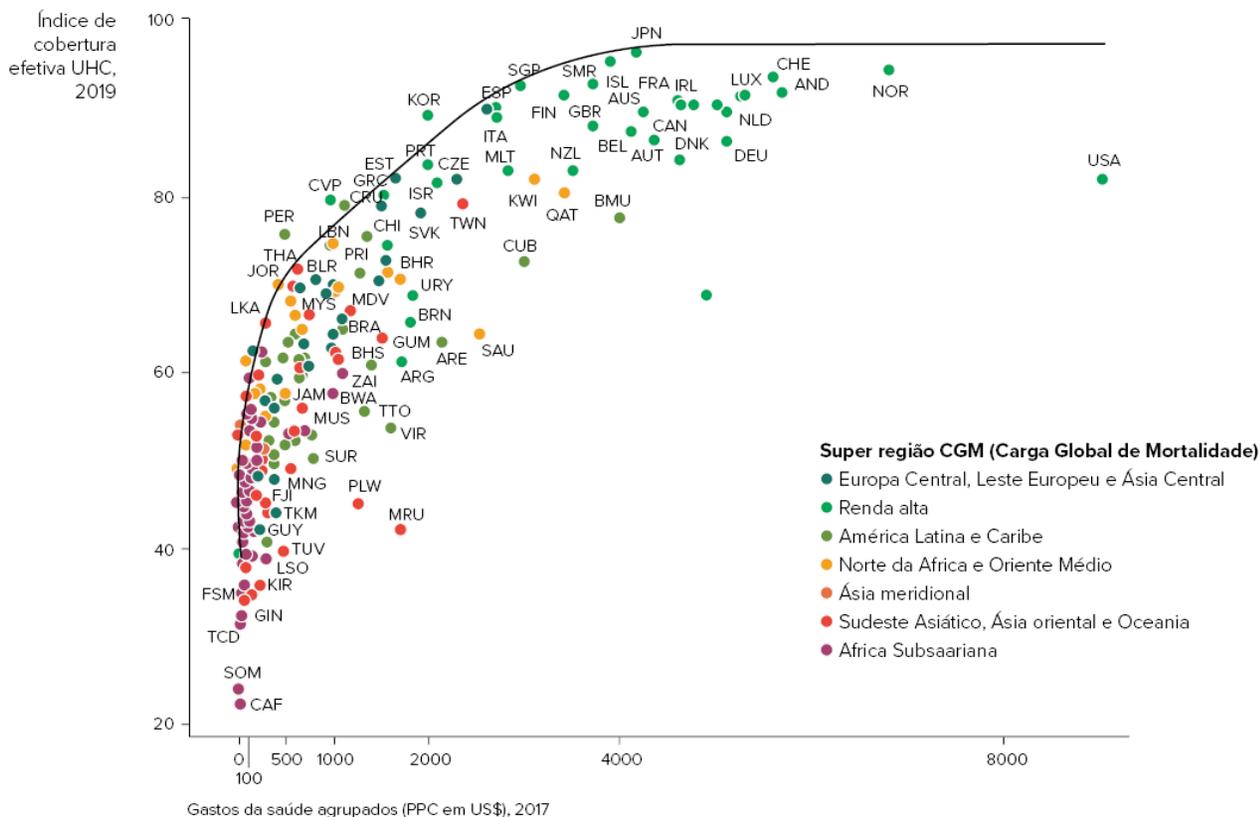


Figura A.21. Fronteira do índice de cobertura efetiva de UHC em relação ao gasto total com saúde *per capita*. Fonte: IHME.

Os países mais ricos, em particular, podem alcançar uma cobertura de saúde mais efetiva reduzindo seus gastos e tornando-se mais eficientes. Essas reduções de gastos também podem levar a uma redução nas emissões de carbono.

O quadrante C da Figura A.23 identifica os países onde, melhorando-se a efetividade dos sistemas de saúde, as reduções de despesas podem ser alcançadas sem reduzir o nível de cobertura universal de saúde. O modelo desenvolvido desloca esses países em direção à curva de melhor desempenho em 20% da diferença entre os gastos do país em 2017 e a posição correspondente na curva de melhor desempenho, nesse nível de provisão de UHC.

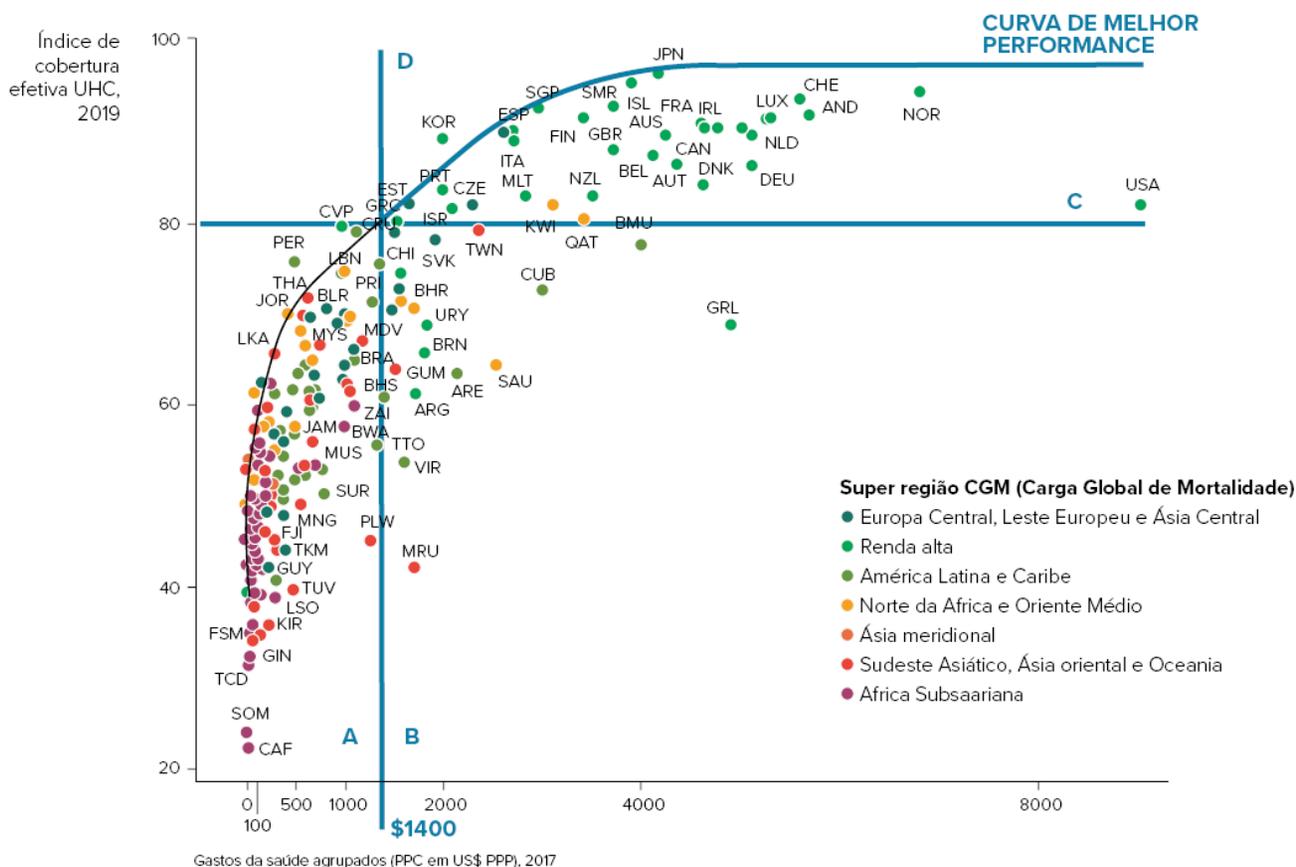


Figura A.22. Alocação de países a um dos quatro grupos delineados por um limite escolhido de cobertura de UHC de 80, com uma despesa de saúde de US\$1400 por pessoa por ano.

## Atribuição da redução de emissões a rotas e ações

Ao categorizar, agrupar e analisar o potencial de mitigação de emissões de diferentes intervenções em torno das emissões de saúde, duas lentes foram usadas para identificar as áreas de maior impacto potencial: caminhos e ações. As emissões projetadas da assistência à saúde após a modelagem das ações de mitigação também foram calculadas e expressas nos termos das categorias da análise SPA definidas na Figura A.7.

### Cálculo do potencial de redução de emissões dos caminhos

Três caminhos de descarbonização inter-relacionados e sobrepostos foram identificados:

- Caminho 1: Instalações e operações

Ação direta sobre as emissões das instalações e operações da área da saúde.

- Caminho 2: Cadeia de suprimentos

Potencial de descarbonização de ações realizadas por fornecedores diretos do setor saúde para reduzir suas emissões, impulsionadas por ações direcionadas e incentivos do setor por meio da influência de seu poder de compra.

- Caminho 3: Economia e sociedade

Além de agir para conter as emissões mais diretamente sob sua influência (caminhos 1 e 2), o setor saúde precisa que a sociedade em geral também se mobilize em uma busca intensa por oportunidades de descarbonização.

As intervenções modeladas foram mapeadas em um dos três caminhos, conforme mostrado na Tabela A.14. As regiões foram calculadas somando o potencial de redução da intervenção atribuído a cada caminho.

<b>Caminho</b>	<b>Tendência de descarbonização dentro do caminho</b>
Caminho 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalações e infraestrutura</li> <li>• Transporte e viagens</li> <li>• Anestésicos e MDIs</li> <li>• Efetividade do sistema</li> <li>• Redução de resíduos de alimentos (dos pratos)</li> </ul>
Caminho 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escopo 2: eletricidade adquirida</li> <li>• Ganhos de eficiência modelados na produção de alimentos e produtos têxteis consumidos pelo sistema de saúde</li> </ul>
Caminho 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarbonização adicional na economia em geral, alinhada com a trajetória do cenário B2DS, incluindo a descarbonização nos seguintes setores cobertos pela IEA:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Operação de estabelecimentos</li> <li>○ Uso de eletricidade na cadeia de suprimentos</li> <li>○ Transporte e fretes</li> <li>○ Produção de cimento</li> <li>○ Produção de metal</li> <li>○ Produtos químicos e petroquímicos</li> <li>○ Pasta de papel e papel</li> <li>○ Restante da indústria</li> </ul> </li> </ul>

Tabela A.14. Alocação de tendências de descarbonização para os três caminhos

Os valores dimensionados descritos na Seção “Combinando crescimento projetado e tendências de descarbonização” foram agregados nas regiões de redução para cada categoria da análise de caminho estrutural, e as emissões restantes foram geradas. Estes

valores foram então combinados para a composição dos resultados pelo caminho e área de ação.

## Cálculo do potencial de redução de emissões das ações propostas

Há uma série de sete ações de alto impacto, transversais aos caminhos, a serem realizadas para transformar a saúde em um setor descarbonizado e resiliente ao clima. Essas ações se concentram em medidas que podem ser tomadas para agir sobre emissões de toda a cadeia de suprimentos, que recebe contribuições das principais áreas de compras do setor saúde. Estas áreas de ação são mais detalhadas no Anexo C. A Tabela A.15 mostra como as compras e os aspectos operacionais do setor saúde correspondem às ações. As áreas do gráfico referentes à redução de emissões foram quantificadas por meio da identificação da redução de cada categoria da análise SPA e da soma das contribuições para cada ação conforme mostrado na tabela. Definições e exemplos das atividades que se enquadram em cada uma dessas categorias são fornecidas na Figura A.7.

Área de ação	Categorias da SPA
1. Eletricidade diretamente para a saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escopo 2: Eletricidade adquirida</li> <li>• Cadeia de suprimentos de geração de eletricidade</li> </ul>
2. Instalações e infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escopo 1: Operação de estabelecimentos (incluindo combustão no local)</li> <li>• Construção</li> </ul>
3. Viagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escopo 1: Transporte</li> <li>• Escopo 3: Transporte</li> </ul>
4. Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentação, refeições e hospedagem</li> </ul>
5. Produtos farmacêuticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos farmacêuticos</li> </ul>
6. Saúde circular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricação e distribuição de combustíveis fósseis</li> <li>• Combustíveis manufaturados, produtos químicos e gases</li> <li>• Equipamentos e instrumentos médicos</li> <li>• Outros produtos manufaturados</li> <li>• Produtos de papel</li> <li>• Resíduos, água e saneamento</li> <li>• Outras aquisições</li> </ul>
7. Efetividade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serviços corporativos</li> <li>• Tecnologias de informação e comunicação</li> <li>• Efetividade do sistema</li> </ul>

Tabela A.15. Atribuição de categorias de compras às áreas de ação identificadas

## Caracterização da lacuna de emissões

Seguindo as ações de mitigação de emissões destacadas neste estudo, uma pegada de emissões substancial permanece no setor saúde global. Essas emissões residuais são referidas no Roteiro como “território inexplorado”. Esta pegada projetada foi dividida em categorias na Figura A.7. Cada trajetória de SPA foi dimensionada utilizando o crescimento projetado das despesas com saúde, Seção “Crescimento futuro do setor saúde”, e, em seguida, dimensionada novamente para contabilizar a descarbonização do setor, Seção “Trajetórias de descarbonização da economia global”, com o fator de descarbonização apropriado selecionado utilizando o mapeamento de categorias para setores da WIOD na Tabela A.12. Isso forneceu uma série histórica de emissões previstas para o setor saúde até 2050 em termos das categorias apresentadas no esquema anterior, utilizado para produzir a Figura A.21 no Roteiro.

## Emissões de combustíveis fósseis em destaque

A estimativa do componente de emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis utilizou o componente de emissões por GEEs associados à energia em 2014 do conjunto de dados PRIMAP-hist.<sup>28</sup> Essa proporção foi aplicada à pegada de gases do setor saúde (dióxido de carbono, óxido nitroso, metano) para aproximar a proporção da pegada proveniente da combustão de combustíveis fósseis.

## Intervenções na saúde

Além das intervenções na cadeia de suprimentos detalhadas acima, quatro intervenções com foco na saúde foram exploradas em alto nível utilizando o modelo. O objetivo desta exploração foi provocar o debate sobre os benefícios climáticos a serem obtidos por meio da redução da carga de doenças associada aos quatro fatores de risco sociais a seguir:

- Consumo de tabaco;
- Poluição do ar;
- Consumo de carne;
- Obesidade.

Cada intervenção explora a redução das despesas com saúde e, por sua vez, das emissões de GEE que poderiam ser alcançadas por meio de uma redução significativa na carga de doenças associadas ao uso do tabaco, poluição do ar, consumo de carne e obesidade. A base de evidências sustentando tais intervenções na saúde pública é detalhada nos quatro documentos de intervenção na área da saúde. Com base nas conclusões desses documentos, a redução potencial de emissões associada à redução da demanda por serviços de saúde ligada a doenças causadas a esses fatores de risco foi modelada utilizando as intervenções descritas na Tabela A.16. Essas intervenções são estimativas

amplas que destacam a escala de oportunidades de redução das emissões do sistema de saúde por meio da redução da demanda. As reduções de emissões são modeladas por meio da redução dos gastos no sistema de saúde e, portanto, não consideram os efeitos rebote.

Intervenções na área da saúde	Método de avaliação e principais limites	Fundamentação	Principais fontes dos dados
Limitar o consumo de tabaco	Redução de 60% nas despesas com saúde em doenças relacionadas ao uso do tabaco até 2050, em relação aos níveis de 2010.	A Estrutura de Monitoramento Global para Doenças Não Transmissíveis da OMS estabeleceu uma meta global de 30% de redução no consumo de tabaco até 2025, a partir de níveis de 2010. Para o modelo, foi assumido que uma redução adicional de 30% na prevalência do uso de tabaco será alcançada de 2025 a 2050.	<b>Carga da doença (prevalência):</b> World Health Organization. (2019). WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000-2025, third edition. Geneva: World Health Organization. <a href="https://www.who.int/publications/i/item/who-global-report-on-trends-in-prevalence-of-tobacco-use-2000-2025-third-edition">https://www.who.int/publications/i/item/who-global-report-on-trends-in-prevalence-of-tobacco-use-2000-2025-third-edition</a>  <b>Despesas:</b> Goodchild, M., Nargis, N., & Tursan d'Espaignet, E. (2018). Global economic cost of smoking-attributable diseases. <i>Tobacco control</i> , 27(1), 58–64. <a href="https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2016-053305">https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2016-053305</a>
Combater a poluição do ar	2/3 de redução nos gastos com saúde em doenças ligadas à poluição do ar até 2030, com uma redução adicional em 2/3 entre 2030 e 2050.	A Agenda de Ação de Genebra para o Combate à Poluição do Ar, da OMS, tem como meta reduzir o número de mortes associadas à poluição do ar em 2/3 até 2030. Esta intervenção partiu desta meta, alargando esta ambição com uma redução extra até 2050.	<b>Despesas:</b> OECD. (2016). The economic consequences of outdoor air pollution. Paris: OECD Publishing. <a href="https://doi.org/10.1787/9789264257474-en">https://doi.org/10.1787/9789264257474-en</a>
Reduzir o consumo de carne vermelha	As despesas com cuidados de saúde ligadas ao consumo de carne foram dimensionadas conforme uma transição para o consumo de 43g/dia dos níveis atuais até 2050.	Esta intervenção foi modelada como uma transição dos níveis atuais de consumo de carne em cada país para uma dieta de acordo com a recomendação da Comissão EAT-Lancet de 43g/dia. Assumiu-se que isso correspondia a uma mudança proporcional nos níveis atuais de gastos com saúde	<b>Consumo de carne:</b> Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). Food balance sheets: Meat – food supply quantity (kg/capita/yr) [Software]. In: Our World in Data. <a href="https://ourworldindata.org/grapher/daily-meat-consumption-per-person?time=2004">https://ourworldindata.org/grapher/daily-meat-consumption-per-person?time=2004</a> Our World in Data. <a href="https://ourworldindata.org/grapher/daily-meat-consumption-per-person?time=2004">https://ourworldindata.org/grapher/daily-meat-consumption-per-person?time=2004</a> <b>Despesas:</b> Springmann, M., Mason-D'Croz, D., Robinson, S., Wiebe, K., Godfray, H., Rayner, M., & Scarborough, P. (2018). Health-motivated taxes on red and processed meat: A modelling study on optimal tax levels and associated health

		associados ao consumo de carne.	impacts. PloS one, 13(11), e0204139. <a href="https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204139">https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204139</a>
Reduzir a obesidade	Os gastos com saúde em doenças relacionadas à obesidade para cada país foram reduzidos para refletir o nível mais baixo de uso de serviços de saúde de cidadãos com sobrepeso em comparação com cidadãos obesos.	O Quadro de Monitoramento Global para Doenças Não Transmissíveis da OMS definiu uma meta global de contenção do aumento da obesidade até 2025 em relação aos níveis de 2020. O pressuposto utilizado neste modelo é que os cidadãos obesos, com a ajuda de várias medidas de saúde pública, são capazes de reduzir seu peso para atender a uma classificação de "sobrepeso" (ou seja, as pessoas são "rebaixadas" de obesas para sobrepeso)	<b>Carga da doença (prevalência):</b> World Health Organization. (n.d.). Global Health Observatory. <a href="https://www.who.int/data/gho">https://www.who.int/data/gho</a> <b>Despesas:</b> OECD. (2019). The heavy burden of obesity: The economics of prevention. Paris: OECD Health Policy Studies, OECD Publishing. <a href="https://doi.org/10.1787/67450d67-en">https://doi.org/10.1787/67450d67-en</a>

Tabela A.16. Intervenções e limites testados utilizando o modelo global de emissões da área da saúde

## Principais pressupostos e limitações

Um resumo das principais premissas e limitações deste estudo é apresentado nas páginas a seguir.

### Estrutura da pegada

A modelagem tem como base a estrutura da cadeia de suprimentos fornecida pela WIOD para 2014, que é o último ano para o qual os dados são publicados no modelo da WIOD. As previsões para o crescimento futuro na despesa em sistemas de saúde, e para as tendências da descarbonização das principais indústrias são traçadas nesta estrutura da pegada para prever as futuras características e comportamento das emissões. Isso, portanto, não captura nenhuma mudança prevista na estrutura da economia global e na cadeia de suprimentos do setor saúde e o impacto resultante nas emissões. Mesmo reconhecendo esta limitação, a abordagem geral para a projeção de cenários dos modelos

estáticos de insumo-produto foi demonstrada tanto na literatura por Weibe *et al.*<sup>29</sup> quanto na análise precedente das cidades C40, pela Arup, e pela Universidade de Leeds,<sup>24</sup> e reconhecida como uma ferramenta robusta para explorar os cenários futuros das emissões.

### **Crescimento consistente em todo o setor**

Ao projetar mudanças futuras na escala do sistema de saúde de um país, o relatório a respeito do futuro dos sistemas de saúde do IHME foi utilizado para encontrar a proporção de gastos do sistema de saúde em relação a 2014, e assim refletir a mudança na escala. Esse fator de crescimento foi aplicado em toda a pegada do sistema de saúde de cada país, sem levar em conta as diferentes taxas de mudança para diferentes aspectos do sistema de saúde.

### **Produto homogêneo**

As intensidades de emissões para setores derivados da análise de insumo-produto pressupõem que cada unidade econômica de produção de um setor tenha o mesmo impacto ambiental em todo o setor, o que se entende por homogeneidade. Por exemplo, para o setor de atividades de saúde humana e assistência social, presume-se que, para cada dólar gasto, o impacto ambiental seja uniforme, ao passo que haverá variações dentro do setor à medida que diferentes atividades levam a diferentes impactos ambientais. Portanto, a intensidade das emissões representa o impacto ambiental médio das atividades dentro do setor e não pode facilmente levar em conta a mudança de uma forma de serviços de saúde para outra.

### **Poda (*pruning*) e dimensionamento**

A análise de caminho estrutural foi executada para os oito *tiers* principais da cadeia de suprimentos de todas as nações e, para a WIOD, isso representa um total de  $1,4 \times 10^{27}$  caminhos individuais. Necessariamente, nem todos os caminhos podem ser quantificados, e a maioria desses caminhos representará fluxos de capital e emissões quase nulos dentro do modelo. Conforme apresentado por Lenzen,<sup>30</sup> esse problema pode ser contornado por meio do uso de um algoritmo de poda para remover caminhos dinamicamente durante a análise com contribuições abaixo de um determinado limite.

Em toda a análise, a poda foi realizada com base no fluxo de capital e no valor das emissões. O algoritmo percorre caminhos em ordem decrescente de fluxo de capital, interrompendo a análise de caminhos abaixo de um limite. Este limite de poda por capital foi escolhido com base na magnitude dos gastos com saúde para o país em questão. Para os Estados Unidos, esta interrupção era a mais elevada, ajustando-se em US\$250.000, 0,00001% da despesa total da saúde dos Estados Unidos em 2014. Caminhos quantificados são adicionados a um dicionário (objeto Python para armazenar variáveis em pares de valor e chave) desde que suas emissões sejam de pelo menos 0,5 tCO<sub>2</sub>e.

Por meio da técnica de poda (*pruning*), o gasto computacional de execução da análise de caminho estrutural torna-se gerenciável, com os modelos sendo executados no cluster de alto desempenho da Arup por um período de 24 horas por país. No entanto, por meio da poda, algumas emissões são perdidas pela análise, com um grande número de pequenos caminhos de emissão sendo cortados. Como este trabalho analisou as emissões de todas as nações por meio de uma técnica de modelagem de insumo-produto com *zero-leakage* para o *Green Paper One*, foi possível calcular o grau de *leakage* para todas as nações. A quantidade de *leakage* varia por país, com o México tendo o menor *leakage*, com 94% de quantificação de emissões, e a Suíça tendo o maior *leakage* com 79% de quantificação de emissões. Os Estados Unidos alcançaram um valor de 90%. Para garantir que todas as emissões foram representadas na modelagem publicada, o *leakage* é redistribuído pelas categorias da cadeia de suprimentos (excluindo escopo 1 e escopo 2, que são calculados sem *leakage*) de acordo com a proporção de suas magnitudes. Essa escala permite que a estrutura e o detalhamento das emissões sejam apresentados para todos os países modelo, ao mesmo tempo que preserva a magnitude geral da pegada climática de seus sistemas de saúde.

## Categorizações

Ao relatar as emissões associadas às cadeias de suprimento do setor saúde, este trabalho emprega duas perspectivas. Em primeiro lugar, é empregada uma categorização que busca enquadrar as emissões em áreas da cadeia de suprimentos familiares ao formulador de políticas do setor saúde, com base nas práticas de comunicação desenvolvidas pela SDU do NHS. Em segundo lugar, as emissões são apresentadas de forma alinhada com o padrão da cadeia de valor corporativo (escopo 3),<sup>31</sup> do *GHG Protocol*, internacionalmente reconhecido, que é utilizado em todos os setores da economia para quantificar as pegadas climáticas corporativas.

Ao produzir as categorizações, os setores da WIOD exigiram agregação e alinhamento.

O padrão corporativo do *GHG Protocol* foi projetado para relatar uma pegada organizacional, enquanto nosso estudo identificou emissões associadas a um setor econômico. O enquadramento de nossos resultados utilizando as categorias e a linguagem estabelecidas na norma exigiu uma série de suposições para melhor ajustar nossa visão do setor inteiro a essa estrutura. A alocação de setores da WIOD a essas categorias é mostrada na Tabela A.6.

## Estimativa das emissões globais de anestésicos inalatórios e MDIs

Os dados disponíveis sobre as emissões de gases anestésicos e inaladores dosimetrados não fornecem cobertura global. Os dados da CQNUMC para dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e MDIs cobrem apenas os países do Anexo 1 da CQNUMC. Juntos, estes países contaram com 15% da população mundial, 57% do PIB global, e 73% dos gastos globais com saúde em 2014. As emissões totais destes países foram usadas neste relatório, e mesmo que

estes fornecerão uma subestimação do total global, devido ao consumo mais elevado destes bens em países ricos, é provável que este valor seja próximo do total global.

Para anestésicos fluorados, Vollmer *et al.*<sup>3</sup> usaram concentrações atmosféricas desses gases para estimar as emissões anuais. Este estudo não diferenciou entre emissões com saúde humana e com uso veterinário, e não foi possível reunir evidências suficientes para estabelecer as proporções dessas emissões associadas a cada um deles. Portanto, foi decidido relatar a pegada total de emissões desses gases.

Para as tendências futuras nas emissões desses gases, presumiu-se que a pegada corresponde diretamente às despesas com saúde. Diferentes usos entre os gases, ligados a flutuações de preço e a melhores práticas clínicas, podem fazer com que a taxa de mudança nas emissões varie devido aos diferentes potenciais de aquecimento global dos gases envolvidos, um efeito que não foi considerado aqui.

Os GWPs variam entre 130 kgCO<sub>2</sub>e / kg (sevoflurano) e 2540 kgCO<sub>2</sub>e/kg (desflurano).

### **Efeito rebote**

Onde mudanças comportamentais e reduções de gastos são modeladas como mitigações, existe o potencial de efeito rebote - os gastos não são reduzidos, mas redirecionados para outras atividades de maior ou menor intensidade de emissões. Considerando-se que o efeito rebote reduza tipicamente o benefício estimado conseguido de uma ação associada com as despesas da mudança, ele não foi incorporado ao modelo. Conforme destacado sob o título “estrutura da pegada”, a modelagem subjacente a este trabalho não permitirá que os impactos das mudanças estruturais na prestação de serviços de saúde e na economia em geral sejam investigados.

### **Alocação da cota**

A abordagem para a alocação da cota das emissões globais do setor saúde é baseada no PIB. Isso pressupõe que os gastos em um setor são representativos de sua contribuição em emissões e da capacidade e responsabilidade de descarbonizar. Outras maneiras de se alocar a cota poderiam ter sido testadas e consideradas, mas todas contam com o emprego de premissas.

### **Trajetórias de emissões**

As trajetórias de emissões apresentadas aqui representam caminhos de emissões plausíveis. Deve-se enfatizar que eles não devem ser interpretados como previsões. Eles são uma ilustração do esforço exigido pelos países para reduzir as emissões e atingir a cota alocada para a cota global do setor saúde.

### **Tendências de descarbonização**

Os dados utilizados para projetar a descarbonização são bastante citados e respeitados na literatura. Essas projeções são previsões e, como tais, têm um certo grau de incerteza. No entanto, eles representam os melhores e mais abrangentes estudos disponíveis. Portanto, acreditamos que seu uso nesta metodologia é robusto.

No cenário B2DS, as melhorias e a implantação da tecnologia são levadas aos limites máximos praticáveis em todo o sistema de energia para atingir as emissões zero líquidas até 2060, sem exigir avanços tecnológicos imprevistos ou limitar o crescimento econômico. Essa abordagem de “incentivo tecnológico” resulta em emissões cumulativas do setor de energia de cerca de 750 Gt CO<sub>2</sub> entre 2015 e 2100, o que é 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 zero líquido por volta de 2060, apoiadas por emissões negativas por meio da implantação de bioenergia com captura e armazenamento de carbono. O 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”.

### **Adoção de intervenção de curva S**

Quando um perfil de adoção para descarbonização não estava disponível na literatura, assumiu-se que a taxa de adoção segue a curva S mostrada na Figura A.21.

## Referências

- <sup>1</sup> *Health Care's Climate Footprint*. (2019). Health Care Without Harm, Arup. <https://noharm-uscanada.org/content/global/health-care-climate-footprint-report>
- <sup>2</sup> *GHG data from UNFCCC*. United Nations. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/ghg-data-unfccc/ghg-data-from-unfccc>
- <sup>3</sup> Vollmer, M. K., Rhee, T. S., Rigby, M., Hofstetter, D., Hill, M., Schoenenberger, F., Reimann, S. (2015). Modern inhalation anesthetics: Potent greenhouse gases in the global atmosphere. *Geophysical Research Letters*, 1606 - 1611.
- <sup>4</sup> Sakai, M., Owen, A., Barrett, J. (2017). The UK's emissions and employment footprints: Exploring the trade-offs. *Sustainability*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/su9071242>
- <sup>5</sup> Tennison, I., Roschnik, S., Ashby, B., Boyd, R., Hamilton, I., Oreszczyn, T., Owen, A., Romanello, M., Ruyssevelt, P., Sherman, J. D., Smith, A. Z. P., Steele, K., Watts, N., & Eckelman, M. J. (2021). Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England. *The Lancet Planetary Health*, 5(2), e84–e92. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(20\)30271-0](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(20)30271-0)
- <sup>6</sup> Eckelman, M. J., & Sherman, J. (2016). Environmental Impacts of the U.S. Health Care System and Effects on Public Health. *PLOS ONE*, 11(6), e0157014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157014>
- <sup>7</sup> Eckelman M.J., Huang, K., Lagasse, R., Senay, E., Dubrow, R., Sherman, J.D. (2020). *Health Care Pollution And Public Health Damage In The United States: An Update*. *Health Aff (Millwood)*. 39(12):2071-2079. PMID: 33284703.
- <sup>8</sup> Timmer, M. P., Los, B., Stehrer, R. and de Vries, G. J. (2016). *An Anatomy of the Global Trade Slowdown based on the WIOD 2016 Release*. University of Groningen.
- <sup>9</sup> Nansai, K., Fry, J., Malik, A., Takayanagi, W., & Kondo, N. (2020). Carbon footprint of Japanese health care services from 2011 to 2015. *Resources, Conservation and Recycling*, 152, 104525. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104525>
- <sup>10</sup> Wu, Rui. (2019). *The carbon footprint of the Chinese health-care system: an environmentally extended input-output and structural path analysis study*. *The Lancet Planetary Health*. 3. e413-e419. [10.1016/S2542-5196\(19\)30192-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30192-5)
- <sup>11</sup> Malik, A., Lenzen, M., McAlister, S., & McGain, F. (2018). The carbon footprint of Australian health care. *The Lancet Planetary Health*, 2(1), e27–e35. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(17\)30180-8](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(17)30180-8)
- <sup>12</sup> Weisz, U., Pichler, P.-P., Jaccard, I. S., Haas, W., Matej, S., Bachner, F., Nowak, P., & Weisz, H. (2020). Carbon emission trends and sustainability options in Austrian health care. *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104862. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104862>
- <sup>13</sup> Lenzen, M., Malik, A., Li, M., Fry, J., Weisz, H., Pichler, P.-P., Chaves, L. S. M., Capon, A., & Pencheon, D. (2020). The environmental footprint of health care: a global assessment. *The Lancet Planetary Health*, 4(7), e271–e279. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(20\)30121-2](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(20)30121-2)
- <sup>14</sup> Brander, M., Davis, G. (2012). Greenhouse Gases, CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>e, and Carbon: What Do All These Terms Mean? *Econometrica*. <https://econometrica.com/assets/GHG-CO2-CO2e-and-Carbon-What-Do-These-Mean-v2.1.pdf>
- <sup>15</sup> IAMC 1.5°C Scenario Explorer hosted by IIASA. (2019). International Institute for Applied Systems Analysis. <https://data.ene.iiasa.ac.at/iadc-1.5c-explorer/#/login>
- <sup>16</sup> Meyer, A. (2004). Briefing: Contraction and convergence. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*, 157(4), 189–192. <https://doi.org/10.1680/ensu.2004.157.4.189>
- <sup>17</sup> Xu, K., Soucat, A., Kutzin, J., et al. (2019). Global Spending on Health: A World in Transition. *World Health Organization*. [https://www.who.int/health\\_financing/documents/health-expenditure-report-2019.pdf?ua=1](https://www.who.int/health_financing/documents/health-expenditure-report-2019.pdf?ua=1)
- <sup>18</sup> *Deadline 2020 – How Will Cities Meet the Paris Agreement*. C40 Cities. [https://www.c40.org/other/deadline\\_2020](https://www.c40.org/other/deadline_2020)
- <sup>19</sup> *Financing Global Health*. (2020). Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). <http://www.healthdata.org/data-visualization/financing-global-health>
- <sup>20</sup> Dieleman, J., Campbell, M., Chapin, A., et al. (2017). Evolution and patterns of global health financing 1995–2014: development assistance for health, and government, prepaid private, and out-of-pocket health spending in 184 countries. *The Lancet*, 389(10083), 1981–2004. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)30874-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)30874-7)
- <sup>21</sup> James, S.L., Gubbins, P., Murray, C.J. et al. Developing a comprehensive time series of GDP per capita for 210 countries from 1950 to 2015. *Popul Health Metrics* 10, 12 (2012). <https://doi.org/10.1186/1478-7954-10-12>
- <sup>22</sup> *Energy Technology Perspectives 2017*. (2017). IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2017>
- <sup>23</sup> Popp, A., Calvin, K., Fujimori, S., et al. (2017). Land-use futures in the shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change*, 42, 331–345. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.10.002>
- <sup>24</sup> *The future of urban consumption in a 1.5°C world*. ARUP, C40 Cities, University of Leeds. <https://www.c40.org/consumption>

- 
- <sup>25</sup> Williams, P., & Walton, K. (2011). Plate waste in hospitals and strategies for change. *E-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 6(6), e235–e241. <https://doi.org/10.1016/j.eclnm.2011.09.006>
- <sup>26</sup> Carrillo, M., & González, J. M. (2002). A new approach to modelling sigmoidal curves. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(3), 233–241. [https://doi.org/10.1016/s0040-1625\(01\)00150-0](https://doi.org/10.1016/s0040-1625(01)00150-0)
- <sup>27</sup> Lozano, R., Fullman, N., Mumford, J. E., et al. (2020). Measuring universal health coverage based on an index of effective coverage of health services in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1250–1284. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30750-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30750-9)
- <sup>28</sup> Gütschow, J., Jeffery, L., Gieseke, R., Günther, A. (2019). The PRIMAP-hist national historical emissions time series (1850-2017). v2.1. GFZ Data Services. <https://doi.org/10.5880/pik.2019.018>
- <sup>29</sup> Wiebe, K. S., Bjelle, E. L., Többen, J., & Wood, R. (2018). Implementing exogenous scenarios in a global MRIO model for the estimation of future environmental footprints. *Journal of Economic Structures*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40008-018-0118-y>
- <sup>30</sup> Lenzen, M. (2007). Structural path analysis of ecosystem networks. *Ecological Modelling*, 200(3–4), 334–342. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.07.041>
- <sup>31</sup> Ranganathan, Corbier, L., Schmitz, S., et al. (2004). WBCSD/WRI, 2004. Greenhouse Gas Protocol: a Corporate Accounting and Reporting Standard. 10.13140/RG.2.2.34895.33443.