

McKinsey & Company

Prefácio

Líderes de várias nações discutem hoje metas ambiciosas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), a fim de diminuir o grave impacto da mudança climática para o meio ambiente, a sociedade e a economia. Muitos cientistas e responsáveis por políticas públicas acreditam que limitar a elevação da temperatura média global a 2°C é um objetivo fundamental, pois esse limite representa um marco a partir do qual as implicações do aquecimento global tornam-se muito sérias.

Visando contribuir para essa discussão, a McKinsey & Company empreendeu um esforço global para desenvolver uma base de fatos sobre as alavancas técnicas existentes e o custo envolvido para o abatimento das emissões a partir do caso base projetado. O esforço concluiu que a implementação de cerca de 200 iniciativas, em 10 grandes atividades econômicas, segmentadas em 21 regiões do mundo tem o potencial de reduzir as emissões em 55% com custo inferior a € 60/tCO₂e, podendo chegar a 70% com iniciativas de custos mais elevados ou com o sequestro de carbono da atmosfera.

Este relatório tem como foco o desafio apresentado ao Brasil para contribuir nesse processo de abatimento de emissões de carbono. Sem surpresa, o estudo identifica a redução do desmatamento e de emissões do setor de pecuária e agricultura como as principais oportunidades de abatimento, que representam 85% do potencial do País.

Para a força-tarefa que trabalhou no relatório, um desafio em particular foi a quantificação do custo para efetivamente parar o desmatamento até 2030, especialmente no bioma Amazônia.

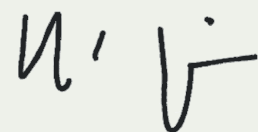
Não temos a pretensão de indicar um caminho específico para resolver um problema tão complexo como esse. Nossa contribuição consiste na compilação dos trabalhos de diversos especialistas – que estudam esse tema há décadas, e de gestores públicos – que trabalham na prática para enfrentar esse desafio, e no desenvolvimento de uma abordagem sistêmica para o problema. Essa abordagem está ancorada no fortalecimento das instituições e mecanismos de monitoramento e controle, na geração de incentivos para crescimento de atividades

florestais sustentáveis, e em investimentos para a criação de empregos formais e para a melhoria dos índices de desenvolvimento humano da região Amazônica. Colocamos os resultados dessa modelagem, incluindo o custo e o impacto individual das várias iniciativas, à disposição do público em geral, no intuito de avançar na discussão desses temas.

As conclusões do relatório confirmam o potencial do Brasil para participar, em uma posição de destaque, na batalha global contra a mudança climática.

Além de contribuir com a eliminação do desmatamento, o País tem condições para implementar um programa de reflorestamento em larga escala, considerando seu grande volume de terras degradadas e improdutivas, com o objetivo de sequestrar carbono da atmosfera. Quando os mercados globais de carbono tiverem se desenvolvido de forma a remunerar tais programas de reflorestamento mais amplamente, o Brasil poderá ser o destinatário natural dessa nova indústria, servindo como um reservatório global de carbono.

Este estudo evita propositadamente qualquer avaliação de políticas e opções regulatórias. Antes, seu objetivo é fornecer um conjunto uniforme de dados que possa servir aos líderes corporativos, acadêmicos e responsáveis por políticas públicas na discussão sobre a melhor forma de reduzir as emissões no Brasil.



Stefan Matzinger

Introdução

Segundo o *World Resources Institute*¹, o Brasil é o 4º maior emissor de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, e segundo a perspectiva da McKinsey em seu relatório global, no horizonte até 2030, é também um dos 5 países com maior potencial para reduzir essas emissões. Este papel de destaque na agenda global de mudança climática traz uma série de implicações, bem como a criação de oportunidades significativas.

As diversas questões relacionadas a essas oportunidades devem ser debatidas por alguns setores da sociedade brasileira – empresarial, poder público, órgãos reguladores e instituições não governamentais. Sessenta iniciativas representam 10% do potencial de abatimento do Brasil e foram identificadas como tendo um custo negativo, ou seja, benefícios associados que são maiores do que os gastos. Das demais 70 iniciativas, 80% do potencial de abatimento têm custo inferior a € 10 por tonelada de CO₂e², valor abaixo daquele comercializado no mercado internacional de créditos de carbono. A implementação dessas iniciativas, contudo, requer um esforço significativo, incluindo desde a criação de uma cultura de baixas emissões e de um arcabouço regulatório, a investimentos que devem ser estimulados por meio de legislação ou inserção do País nos mercados globais de carbono.

Neste contexto, o relatório da McKinsey&Company tem como objetivo identificar e quantificar o impacto e o custo de cada uma das iniciativas que podem ser conduzidas pelo Brasil para contribuir para a agenda global de mudança climática. O documento está organizado nos seguintes capítulos:

1. Resumo dos principais resultados
2. Caso base brasileiro
3. Oportunidades de abatimento detalhadas por setor
4. Implicações para o País

Anexo 1 – Abordagem do modelo

Anexo 2 – Leitura da curva de abatimento

Anexo 3 – Cálculo do custo das iniciativas para evitar o desmatamento na Amazônia

1 O *World Resources Institute* é um instituto de pesquisa ambiental fundado em 1982 e baseado em Washington, EUA
2 CO₂e significa “equivalente de dióxido de carbono”, uma medida padronizada de GEE como o dióxido de carbono e o metano. As emissões são medidas em toneladas métricas de CO₂e por ano, ou através de múltiplos como milhões de toneladas (MtCO₂e) ou bilhões de toneladas (GtCO₂e)

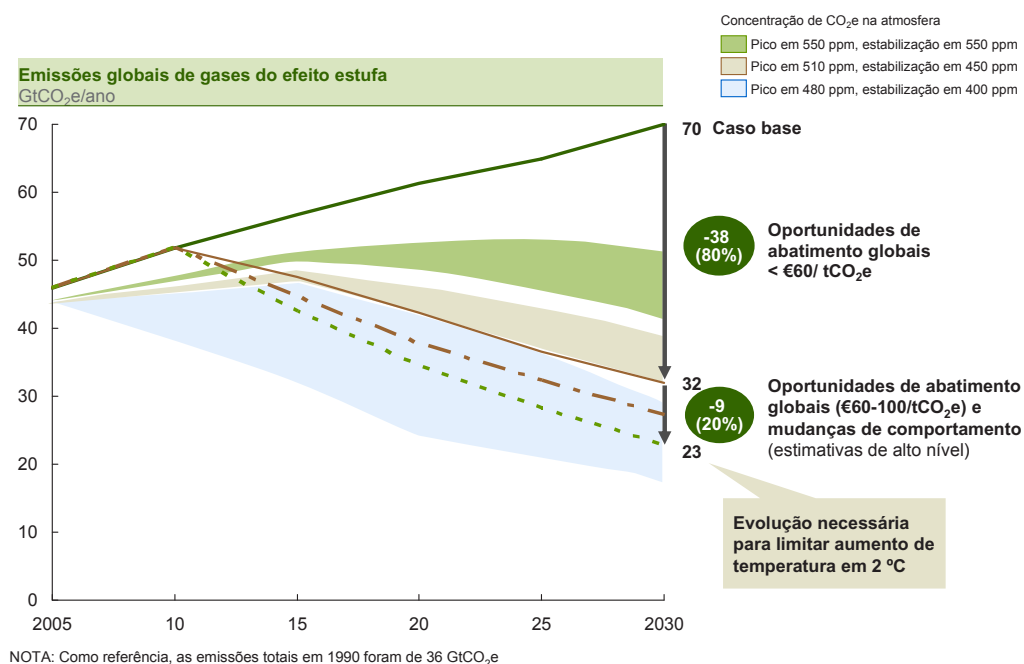
1. Resumo dos principais resultados – O Brasil tem um papel de grande relevância na redução das emissões globais de gases do efeito estufa

Cerca de 45 GtCO₂e foram emitidas globalmente na atmosfera em 2005. De acordo com o estudo da McKinsey³ que avaliou as emissões atuais e suas projeções de evolução, até 2030 as emissões no caso base⁴ devem atingir 70 GtCO₂e. O estudo desenvolveu uma base de dados com mais de 200 oportunidades de redução das emissões de GEE, distribuídas entre 10 setores de atividade econômica e 21 regiões do mundo.

Nossa análise global revela que podemos reduzir as emissões de 70 para 32 GtCO₂e, a partir de uma série de iniciativas coordenadas globalmente, com custo inferior a € 60/ GtCO₂e (Figura 1). Um volume adicional de 9 GtCO₂e poderia ser gerado a partir de medidas técnicas mais dispendiosas (acima de € 60/GtCO₂e), de mudanças de comportamento significativas, de seqüestro de carbono de programas intensivos de reflorestamento ou de outras técnicas alternativas. Teoricamente, a captura de todo esse potencial significaria níveis de emissão amplamente consistentes com um caminho que, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), resultaria em um aumento médio da temperatura global inferior a 2 graus Celsius.

Figura 1

Evolução das emissões globais de gases do efeito estufa



3 “Pathways to a Low-Carbon Economy - Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve”, McKinsey & Company, 2009

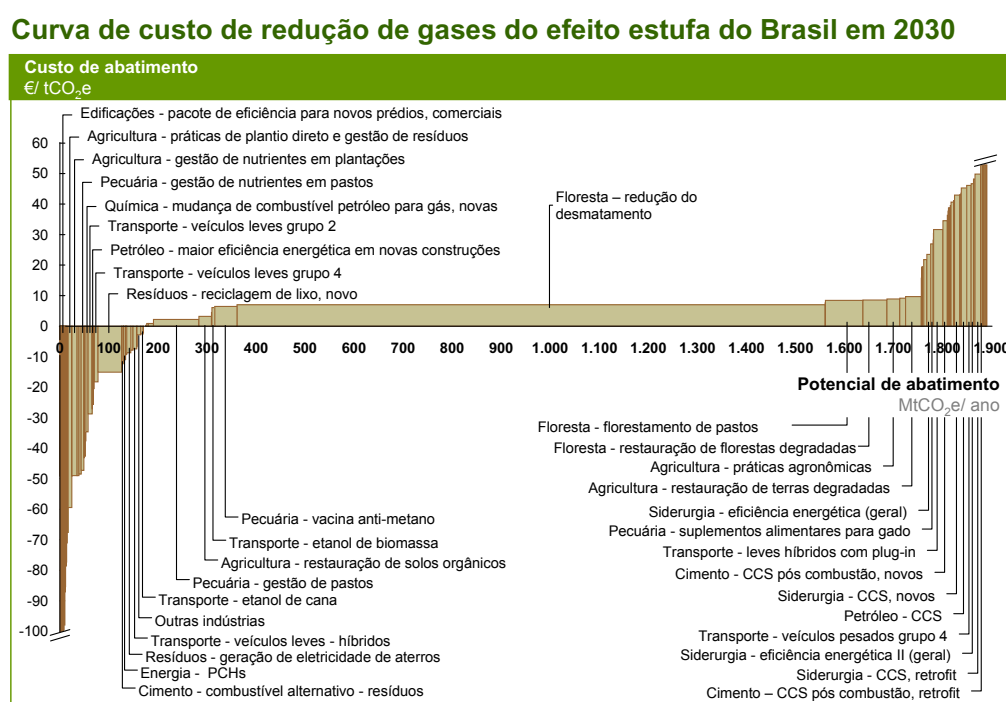
4 No estudo global da McKinsey & Company o caso base foi nomeado BAU (*business as usual*)

Nesse contexto, o Brasil tem um papel relevante, pois é responsável por 5% das emissões de GEE atuais e será responsável por 4% das emissões estimadas para 2030, ou 2,8 GtCO₂e. Diferentemente de outros países mais industrializados, e da norma global, a principal fonte de emissões no Brasil é o setor florestal. Somente o desmatamento representa 55% das emissões de GEE hoje e será responsável por 43% das emissões do País em 2030. Esse elevado peso negativo do setor florestal é parcialmente compensado pelas baixas emissões da matriz energética brasileira, que tem a geração de eletricidade baseada em grandes hidroelétricas. Outro fator é a penetração do etanol na frota automobilística brasileira, que é bastante alta.

Apesar disso, a intensidade *per capita* de emissões brasileiras é de 12 toneladas (t) CO₂e *per capita* (em 2005), comparável a países industrializados europeus, com emissões em torno de 10 tCO₂e *per capita*. Desconsiderado o setor florestal, as emissões brasileiras caem para 5 tCO₂e/ *per capita*, o que posicionaria o País com um nível de emissões baixo/moderado. No entanto, com o crescimento da economia brasileira, a intensidade de emissões deve aumentar para 14 tCO₂e *per capita* em 2030, ou 7,5tCO₂e *per capita* se excluirmos o setor florestal. Em resumo, atualmente as emissões do Brasil já estão acima da média global e, em uma perspectiva futura, mesmo se eliminássemos as emissões do setor florestal, elas permaneceriam relativamente altas.

Isso evidencia a necessidade do Brasil considerar algumas medidas para reduzir as emissões de GEE. Nosso estudo avaliou mais de 120 oportunidades de redução de GEE em todos os principais setores da economia brasileira. Os resultados indicam que o Brasil tem potencial para reduzir as emissões estimadas para 2030 de 2,8 GtCO₂e para 0,9 GtCO₂e, ou seja, uma redução anual de 1,9 GtCO₂e, o que equivale a uma redução de 70% das emissões. A Figura 2 ilustra as principais iniciativas que compõem esse volume de redução de gases de efeito estufa e o custo⁵ associado a cada uma delas. O Apêndice 1 mostra como interpretar o quadro mais detalhadamente.

Figura 2



5 O custo inclui a somatória dos investimentos e custos operacionais menos benefícios econômicos auferidos

O volume de abatimento possível é significativo, posicionando o Brasil somente após EUA, China e Índia em termos do potencial absoluto de redução do volume de emissões. Em termos percentuais, o abatimento potencial é superior à média global de 50%. Além disso, os custos associados à curva de abatimento no Brasil são baixos. Enquanto o custo médio mundial de redução em 2030 está estimado em torno de € 18/tCO₂e para iniciativas com custo positivo, no Brasil o custo médio para este tipo de iniciativa é € 9/tCO₂e.

Globalmente, as principais fontes de emissão de GEE são geração de **energia e transporte**, que, somados, representam cerca de 40% das emissões em 2030. No Brasil esses setores têm um desempenho ambiental relativamente bom e são responsáveis por somente 13% das emissões. A predominância de hidroelétricas em nosso parque de geração de eletricidade e a elevada penetração do etanol no mercado de combustíveis impactam positivamente esses setores. As oportunidades de reduções de emissões são limitadas, pois se considerarmos a evolução da matriz energética brasileira prevista no planejamento do governo, o parque de geração de eletricidade continua tendo um bom desempenho ambiental. O potencial de abatimento nesses setores soma 72 MtCO₂e, correspondendo a 4% do potencial total de abatimento no Brasil.

Na média global, o setor industrial (cimento, siderurgia, produtos químicos, petróleo e gás e outras indústrias) representa 26% das emissões esperadas para 2030. No Brasil, o setor industrial tem uma representatividade menor, respondendo por 13% das emissões. Isso se deve, em parte, às características da energia elétrica produzida no País e, em parte, às características intrínsecas da produção brasileira. Tais características incluem, por exemplo, a intensidade de carbono associada à produção de petróleo cru nacional, de 18 kgCO₂e/ barril de petróleo, que é relativamente baixa. Isso ocorre em função do tipo de petróleo e das medidas ambientais já adotadas. Em outros países, o petróleo cru é um setor com maior intensidade de carbono, chegando a mais de 70 kgCO₂e/ barril de petróleo. Outro exemplo é a indústria siderúrgica, em que aproximadamente 35% da produção de ferro-gusa utiliza carvão vegetal atualmente. Se assumirmos que no futuro o fornecimento desse carvão virá de fontes reflorestadas, ou de manejo sustentável, o desempenho ambiental da siderurgia brasileira tem possibilidade de contribuir para o abatimento de emissões de GEE. As iniciativas de abatimento para esses setores industriais somam 130 MtCO₂e, correspondendo a 7% do potencial de abatimento do País.

Os dois setores que dependem majoritariamente do comportamento do consumidor final – **edificações e tratamento de resíduos** – são responsáveis por 7% e 2% das emissões globais em 2030, respectivamente. No Brasil, eles somam somente 3% das emissões. O setor de edificações beneficia-se da vantagem de o Brasil ser um país tropical, o que reduz a demanda de energia por sistemas de calefação. Assim, as iniciativas relacionadas a isolamento térmico de habitações e escritórios têm menor impacto e totalizam somente 8 MtCO₂e em 2030, ou 0,4% do potencial brasileiro. No entanto, em relação ao tratamento de resíduos, o Brasil está em desvantagem, com uma baixa utilização dos sistemas de tratamento de gases oriundos de aterros sanitários e reciclagem de resíduos sólidos. As iniciativas de abatimento no setor de tratamento de resíduos representam 3% do potencial de redução do País, e estão principalmente concentradas em reciclagem de lixo e aproveitamento de gases de aterros sanitários.

Os setores mais relevantes para o Brasil, tanto em termos de emissões, como em oportunidades de abatimento, estão relacionados ao uso da terra – **agricultura e floresta**. Cerca de 70% das emissões estimadas para 2030 e 85% das oportunidades de abatimento vem desses dois setores, sendo fundamental, portanto, reduzir significativamente suas emissões. A relevância da agricultura decorre do fato do País ser um grande produtor agrícola, suprindo também boa parte da crescente demanda mundial por alimentos, liderando as exportações mundiais de diversas commodities, como, por exemplo, grãos (30% do comércio global de soja) e carne bovina (25% do comércio global).

O setor de **agricultura e pecuária** representa aproximadamente 25% das emissões brasileiras atuais, percentagem que deve aumentar para 30%, atingindo 820 MtCO₂e em emissões até 2030. Metade dessas emissões origina-se na **pecuária**, onde a fermentação entérica e os resíduos orgânicos das quase 200 milhões de cabeças do rebanho brasileiro produzem metano, um dos gases do efeito estufa. A outra metade das emissões origina-se nas **práticas agrícolas**, como, por exemplo, as queimadas para limpeza do terreno antes do plantio e do uso excessivo de fertilizantes nitrogenados que leva à produção N₂O, outro gás do efeito estufa. As oportunidades de abatimento no setor de agricultura e pecuária são significativas, representando 14% do total do País em 2030. As iniciativas identificadas dependem de capacitação e mudanças de práticas dos agricultores e pecuaristas, assim como investimentos em pesquisa e regulamentação específica.

A maior parcela vem, no entanto, do **setor florestal**. O desmatamento, principalmente do bioma Amazônia, é a maior fonte de emissões de GEE do Brasil sendo responsável por 55% das emissões atuais. Esse percentual deve cair para 43% em 2030, partindo-se da premissa de que o volume desmatado se mantém na média histórica dos últimos 10 anos, em linha com o caso de referência do Plano Nacional de Mudanças Climáticas⁶ lançado em 2008. A eliminação do desmatamento até 2030 representa 72% das oportunidades de abatimento brasileiras.

Uma solução duradoura para eliminar as emissões associadas ao desmatamento deve partir inicialmente do entendimento sobre o contexto socioeconômico e das forças em ação na destruição das florestas, principalmente o bioma Amazônia. Como é do conhecimento de especialistas que estudam este tema há décadas, e dos líderes do setor público que enfrentam esse desafio na prática, esse entendimento é fundamental para o desenvolvimento de um conjunto de iniciativas que possam abordar as questões de forma sistêmica.

Para entender os custos associados à iniciativa de preservação da floresta Amazônica, por meio de um modelo de desenvolvimento sustentável, compilamos as inúmeras contribuições de especialistas no tema e desenvolvemos uma abordagem sistêmica que inclui:

- (i) Fortalecimento das instituições;
- (ii) Reforço do comando/controle do Estado;

⁶ Governo Federal, Comitê Interministerial Sobre Mudança do Clima

- (iii) Incentivos para o aumento da produção madeireira e de outros produtos florestais por meio de práticas sustentáveis e, por último,
- (iv) Investimentos na criação de empregos formais e na melhoria dos índices de desenvolvimento humano da população rural das áreas afetadas pelo desmatamento.

Nesse modelo, os gastos associados à redução de emissões de GEE do setor florestal na Amazônia variam ao longo do tempo. Em média, totalizam um custo anual de cerca de € 2,5 bilhões⁷ ao longo dos próximos vinte anos, em iniciativas diretamente associadas à redução do desmatamento, ou € 5,7 bilhões se consideramos também as iniciativas associadas à elevação dos índices de desenvolvimento socioeconômico da população rural das regiões mais afetadas pelo desmatamento na Amazônia. No longo prazo, esse investimento será provavelmente fundamental para que a população tenha acesso a empregos de melhor renda e para que se promova um desenvolvimento sustentável da região. Isso se traduz em um custo por tonelada de carbono próximo a € 8/ tCO₂e.

Diferentemente de outros estudos, este relatório não avalia o valor econômico da floresta, que consiste do ganho com a comercialização da madeira proveniente do desmatamento e do uso alternativo da terra para agricultura, pecuária ou mineração. Nesse caso, seria também necessário modelar os efeitos secundários negativos do desmatamento como, por exemplo, a alteração do regime de chuvas no continente. Essas considerações foram avaliadas como não pertinentes à questão central abordada neste projeto: o que seria necessário para reduzir o nível atual de desmatamento da Amazônia?

Há também oportunidades no reflorestamento de áreas onde a floresta nativa foi desmatada. Essas oportunidades podem se transformar em objetivos de exploração comercial, como por exemplo, de madeira e celulose, ou de recomposição de áreas de reservas legais e de reservas permanentes. Neste caso, os custos podem ser financiados pelo mercado de crédito de carbono internacional e poderia até transformar-se em uma atividade econômica rentável.

Em conclusão, o estudo indica que para implementar todas as iniciativas identificadas, resultando na redução de 70% nas emissões de GEE em 2030, seria necessário um gasto anual de € 5,7 bilhões associados à preservação da floresta Amazônica e um gasto crescente ao longo do tempo com as demais iniciativas, que atinge € 8 bilhões em 2030. O gasto total representa em torno de 1% do PIB do País ao longo do período. Uma parte significativa desse gasto pode ser custeada pelo mercado internacional de créditos de carbono. Nesse cálculo não incluímos as iniciativas que têm custo negativo, ou seja, aquelas cujas economias geradas são maiores que o investimento necessário.

⁷ Utilizando uma taxa de câmbio de 1,5 US\$/€ e taxa de desconto de 4%

2. Caso base brasileiro – O desmatamento da floresta Amazônica distorce a baixa intensidade de carbono no Brasil

O Brasil tem um papel relevante nas emissões globais de gases do efeito estufa. Em 2005, foi responsável por 5% das emissões do caso base, ou 2,2 GtCO₂e, posicionando-se como o 4º maior emissor no mundo, segundo o *World Resources Institute*. O setor florestal brasileiro é o principal responsável por esta posição de destaque: o desmatamento representa 55% de todas as emissões de GEE no Brasil. De acordo com o Inventário Nacional de Emissões publicado em 2006, anualmente 1,2 GtCO₂e⁸ são emitidos na atmosfera na forma de queimadas para abertura de áreas agrícolas, de carvão para siderúrgicas, ou para fornecer matéria-prima para produtos madeireiros. Se o setor florestal fosse excluído do inventário de emissões, o Brasil seria responsável por somente cerca de 2% das emissões globais.

Um caso base para a evolução das emissões foi desenvolvido para possibilitar a avaliação das possíveis alavancas para reduzir as emissões de carbono entre 2005 e 2030. Este caso base considera que todas as atividades econômicas terão os impactos das regulamentações existentes e reflete as expectativas atuais sobre a evolução das condições de mercado. Assim, estima-se um crescimento de emissões globais anuais de mais de 50% entre 2005 e 2030.

As principais premissas adotadas na modelagem do caso base brasileiro baseiam-se na perspectiva de que o Brasil tem um grande potencial de desenvolvimento a ser capturado nos próximos anos. Para fins desse modelo, assumimos que a população irá crescer 0,9 % ao ano até 2030 e o PIB, 3,5 % ao ano até 2015, e 2,8% ao ano entre 2015 e 2030. Essa projeção baseia-se na expectativa de que a indústria brasileira terá um desenvolvimento robusto, por exemplo, com a produção de cimento e aço, expandindo na média 4,2 % e 4,6% ao ano, respectivamente, até o final do período do estudo. No setor agrícola, o País manteria cerca de 6% das áreas globais de pastagens e 4,3% das áreas cultiváveis. De maneira geral, assumimos preços e custos de 2005, o preço do petróleo em US\$ 60/ barril⁹ e uma taxa de juros de 4% ao ano.

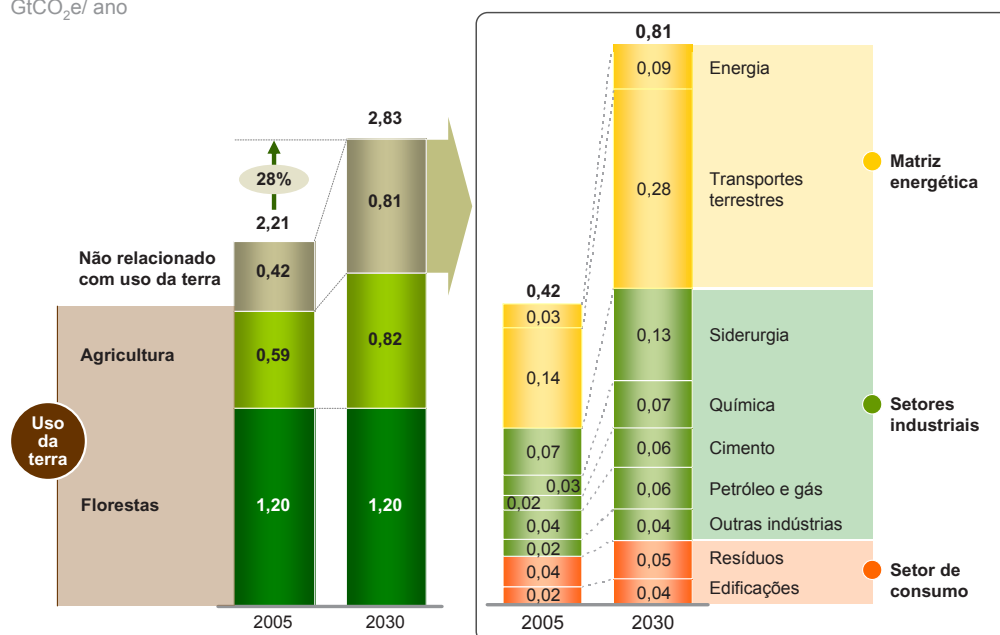
Neste caso base, as emissões brasileiras cresceriam apenas 28% entre 2005 e 2030, como mostra a Figura 3. Isso se deve ao fato de assumirmos que a principal fonte de emissões, o setor florestal, se mantém constante em relação à média observada no período de 1996-2005, período usado como base de comparação no Plano Nacional de Mudança Climática. No entanto, excluindo-se o setor florestal de nossa análise, o crescimento esperado no Brasil seria de 60%, superior à média global. A maior parte desse crescimento resulta da expectativa de que o setor industrial brasileiro terá um desenvolvimento intenso no período, e do crescimento do transporte rodoviário, que aumentará em 100% suas emissões.

8 Considera as emissões brutas do Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, utilizando os valores máximos de intensidade de carbono por bioma, ajustado para taxa de desmatamento média de 1990 a 2005 por bioma

9 IEA WEO 2007 – International Energy Agency, World Energy Outlook 2007

Figura 3

Emissões de GEE do Brasil no caso base por setor em 2005 e 2030

GtCO₂e/ ano

FONTE: MCT, IEA, IPCC, UNFCCC, US EPA, Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

No entanto, o acelerado desenvolvimento econômico do País baseia-se em uma plataforma de baixas emissões. As emissões de GEE em 2005, novamente se excluirmos o setor florestal, são de 5 tCO₂ *per capita* em 2005, posicionando o Brasil após a 100^a posição no ranking de intensidade *per capita*. No caso base, o desenvolvimento econômico elevará esta intensidade para 7 tCO₂ *per capita*, levando o País a uma posição mais próxima da Europa atual (10 tCO₂ *per capita*), mas ainda longe dos EUA (23 tCO₂ *per capita*). Se considerarmos o setor florestal, as emissões de GEE em 2005 *per capita* atingem 12 tCO₂ *per capita*, que é superior à média européia.

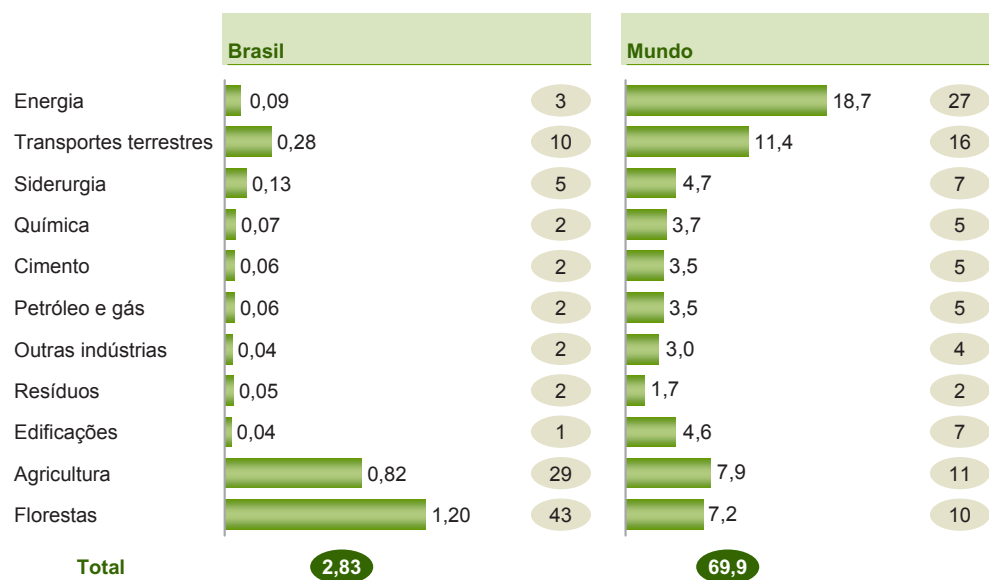
Se compararmos as emissões do Brasil hoje e em 2030 com o restante do mundo, observaremos comportamentos muito distintos. Uma das principais diferenças entre o Brasil e o restante do mundo é que, enquanto na média as emissões do setor de energia são as mais importantes (27%), no Brasil elas são a segunda exatamente abaixo em termos de menor peso (1,7%). O setor de transporte terrestre, um outro setor de altíssima relevância para a média global, tem apenas peso moderado no País. Em oposição, os setores de agricultura e floresta, de relevância mediana na média global (22%), são os de maior destaque no País (72%).

Figura 4

Comparação entre o perfil das emissões de GEE do Brasil e do mundo em 2030

GtCO₂e, emissões diretas no caso base, 2030

○ Peso relativo (%)



FONTE: MCT, Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

3. Oportunidades de abatimento detalhadas por setor – Há oportunidades para reduzir as emissões em todos os setores, mas é no setor florestal que o impacto será maior

Da mesma forma que o setor florestal têm um peso significativo nas emissões brasileiras de GEE, suas oportunidades de abatimento são igualmente importantes, conforme demonstrado pela curva de custo de abatimento (Figura 5). A maior oportunidade que o Brasil tem para reduzir os gases de efeito estufa reside em eliminar o desmatamento e promover o reflorestamento da terra degradada, que representa cerca de 70% da oportunidade de abatimento. Todavia, apesar dos outros setores (indústria, edificações, transporte, energia e tratamento de resíduos) apresentarem relevância relativa menor, em termos absolutos eles representam um abatimento potencial de 530 MtCO₂e, superior àquele de vários países desenvolvidos.

Figura 5



FONTE: MCT, Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

3a. Geração de energia – O setor de energia é responsável por um volume significativo de emissões de carbono nos países desenvolvidos, mas no Brasil tem um excelente desempenho ambiental

A matriz de geração de energia elétrica brasileira é uma das mais limpas do mundo. Com uma elevada participação de grandes hidrelétricas, que respondem por 85% da energia gerada, o País emite em média hoje 94 tCO₂e para cada GWh de energia produzida. A média global de intensidade de carbono é de 580 tCO₂e/GWh, incluindo países com alta dependência de termoeletricas a carvão, atingindo 1000 tCO₂e/GWh. Essas emissões representam somente 1% do total emitido pelo País, posicionando o setor de energia como o de menor índice de emissão de GEE. Na média global, essas emissões chegam a 26% do total, posicionando o setor como líder na lista de maiores emissores. A expectativa é de que investimentos globais sejam feitos para gerar um aumento da penetração das energias nuclear, eólica, solar e de co-geração a partir de biomassa. Isso poderia reduzir essa intensidade para 170 CO₂e /GWh, que, ainda assim, representa quase o dobro da média brasileira atual.

Segundo o Plano Nacional de Energia, a geração de energia elétrica no Brasil deve mais que dobrar nos próximos 20 anos. Esse crescimento, apesar de contemplar grandes investimentos em energia hidrelétrica e promover fontes alternativas como a nuclear, acarretará um crescimento da dependência de combustíveis fósseis de 10 para 14% da matriz de geração elétrica. Como consequência haverá uma triplicação das emissões do setor, de 30 MtCO₂e para 90 MtCO₂e em 2030. Apesar do crescimento relativo ser alto, a participação das emissões do setor no total do Brasil fica em torno de 3,5%, muito inferior a média mundial.

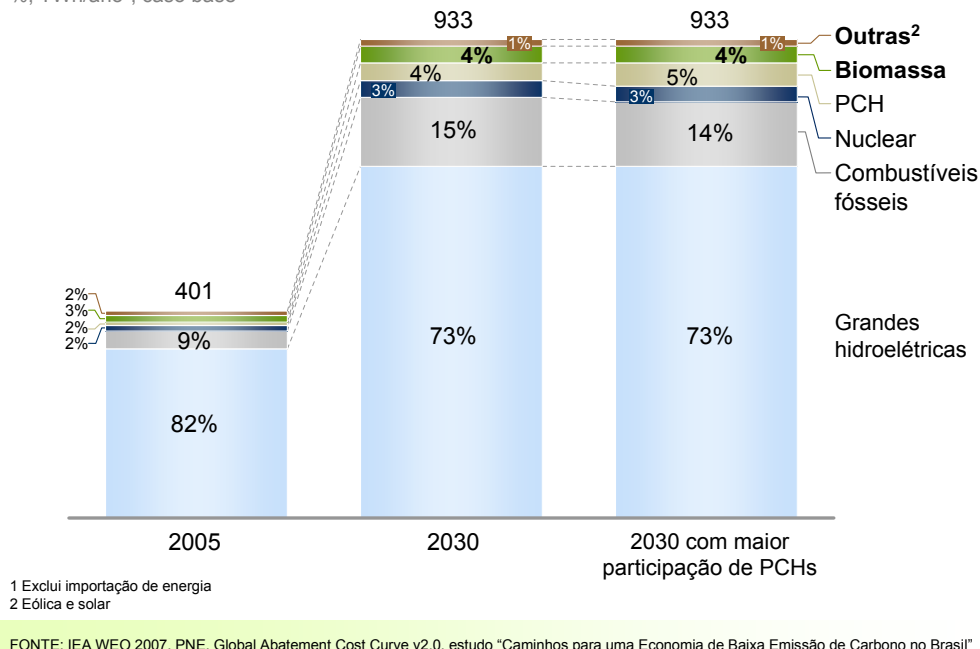
As oportunidades para redução das emissões além do caso base são focadas na expansão das pequenas centrais hidroelétricas (PCHs). As iniciativas de abatimento devem concentrar-se na substituição de parte das expansões de usinas à gás e carvão pela duplicação do volume de energia de PCHs. Tais investimentos podem levar a uma redução de 4 MtCO₂e, equivalente a aproximadamente 8% das emissões esperadas para 2030 no caso base.

O custo associado a essa iniciativa é baixo, ou até negativo, dada a alta competitividade das PCHs, porém a extensão do aproveitamento deste potencial seria mais desafiador. Por outro lado, se a opção brasileira for diminuir sua dependência da energia hidroelétrica, poderia-se investir mais agressivamente em energia eólica, solar e de biomassa, visto que o País tem ótimas condições para desenvolver todas essas alternativas. As opções de energia solar e eólica ainda apresentam um custo bem superior às demais, com tendência de queda no futuro a partir da evolução tecnológica e ganhos de escala. Além disso, a opção de energia de biomassa poderia ser mais intensamente explorada.

Figura 6

Evolução da matriz de geração de eletricidade brasileira no caso base e com abatimento

%, TWh/ano¹, caso base



3b. Transporte rodoviário - A elevada penetração do etanol no mercado de combustíveis impacta positivamente o Brasil

O setor de transporte rodoviário, definido como as emissões da frota nacional de veículos leves (carros de passageiros) e veículos comerciais leves e veículos pesados, responde por 6% das emissões brasileiras de GEE atuais, atrás somente dos setores florestal e agrícola. Na média global, o setor é o segundo mais relevante, respondendo por 13% dessas emissões. O setor é fortemente beneficiado no Brasil pela alta penetração do etanol, que já representa mais de 40% do mercado de veículos à gasolina (em conteúdo energético). Com mais de 85% das vendas atuais de veículo leves incorporando a tecnologia *flexfuel*, a expectativa é de que a penetração destes veículos aumente dos atuais 20% para mais de 80% até 2020, possibilitando um deslocamento ainda maior da gasolina. Apesar disso, a intensidade das emissões permanece alta em função do atraso nos investimentos para melhoria da qualidade da gasolina e do diesel, devido a mudanças no cronograma do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve).

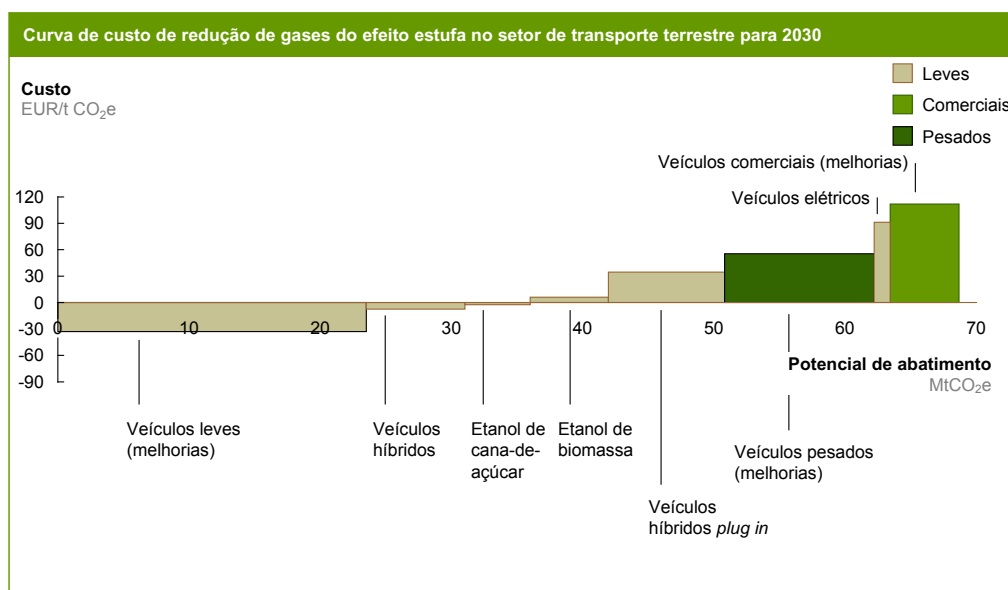
O caso base projeta um crescimento acelerado da frota brasileira, com um aumento de 115% entre 2005 e 2030, quando deverá atingir 49 milhões de veículos, sendo grande parte do crescimento originado por veículos leves. As emissões no caso base têm aumento limitado a 100% entre 2005 e 2030, atingindo 280 MtCO₂e devido à melhoria esperada na qualidade dos combustíveis até 2030 (Proconve) e, tomando-se como base a estabilização da participação

de 46%¹⁰ do etanol no mercado de ciclo Otto, e a penetração de biodiesel atingindo 5%. Este volume representa 7% das emissões brasileiras esperadas para 2030.

As oportunidades para redução de emissões no setor de transporte rodoviário podem ser classificadas em melhorias tecnológicas e aumento da penetração de biocombustíveis. Foram mapeadas 16 melhorias tecnológicas aplicáveis a veículos leves, impactando o motor, a caixa de transmissão, a aerodinâmica, o peso e os pneus dos veículos. Além disso, considera-se a penetração de carros híbridos (híbrido puros ou *plug-in*) e elétricos. A penetração do etanol cresce, e já considera a produção com a tecnologia de cana-de-açúcar e com a lignocelulose de biomassa, que tem entrada no mercado prevista para depois de 2015. A penetração de biodiesel foi considerada limitada à do caso base, não apresentando oportunidade, devido a questões de competição por óleos comestíveis na produção. No caso de veículos comerciais e pesados, as oportunidades se concentram em melhorias tecnológicas (Figura 7). Esses investimentos devem levar a uma redução de 25% das emissões esperadas para o caso base em 2030, cerca de 70 MtCO₂e, com um custo médio de € 12/ tCO₂e.

Figura 7

A implementação de iniciativas no setor de transporte tem potencial para reduzir as emissões em 69 MtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

¹⁰ Em conteúdo energético. Fonte PNE 2030 – Empresa de Pesquisa Energética

3c. Siderurgia – A perspectiva de intensa expansão da siderurgia nacional levará a um aumento significativo de suas emissões

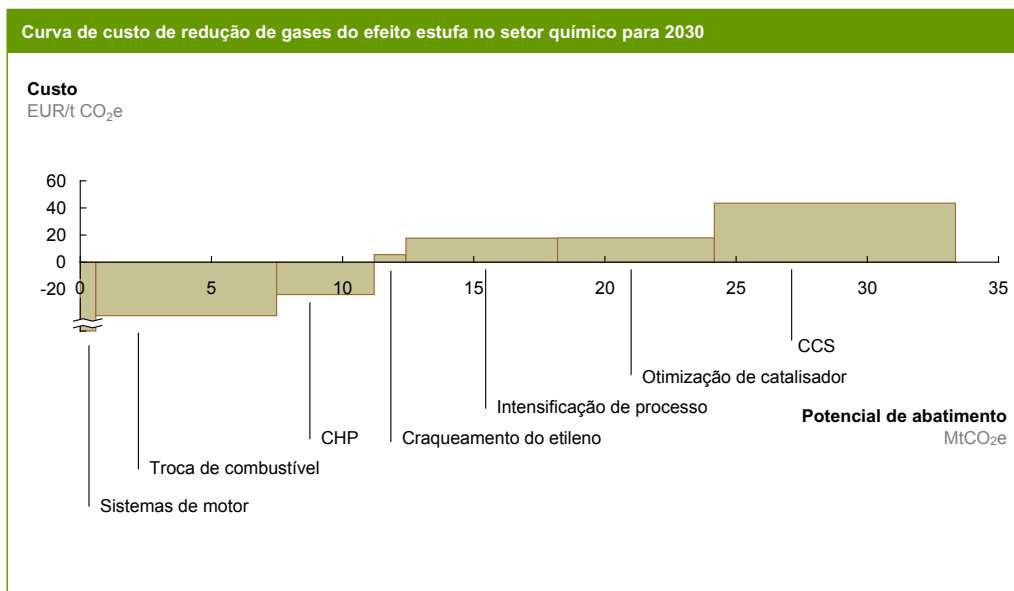
O setor siderúrgico no Brasil é caracterizado pela grande penetração de usinas integradas, que emitem 2,5 vezes mais carbono do que as usinas elétricas que utilizam metais reciclados. No entanto, a produção brasileira de aço também depende fortemente de carvão vegetal para produção do ferro gusa, com uma penetração atual de 35%, o que pode reduzir as emissões, se o carvão vegetal for produzido a partir de reflorestamento e não de florestas nativas.

O caso base prevê um intenso crescimento do setor, motivado pelo próprio desenvolvimento do País e pelas exportações de produtos semi-acabados. A capacidade produtiva deve atingir aproximadamente 95 Mt até 2030 (ou seja, 3 vezes a capacidade atual), mantendo a elevada participação da rota integrada e a participação do ferro gusa produzido com carvão vegetal (de reflorestamento).

As oportunidades de redução das emissões em siderurgia incluem: (i) diversas iniciativas para melhoria da eficiência energética do processo produtivo; (ii) uso de energia renovável (substituição do coque mineral pelo carvão vegetal); (iii) utilização de tecnologias mais eficientes em novas instalações (por exemplo, integração do lingotamento contínuo e laminação à quente); e (iv) tecnologia de captura e armazenamento de carbono (CCS) (Figura 8). As iniciativas com maior vantagem de custo estão ligadas à eficiência energética, por exemplo, com a instalação de co-geração em novas plantas para utilizar os gases dos alto-fornos para geração de energia. Outras medidas de eficiência incluem manutenção preventiva, fluxo de processos otimizado (gestão, logística, IT), melhoria na recuperação de calor, pré-aquecimento de sucata de ferro e análise da sucata a laser. A substituição do coque mineral utilizado nas usinas integradas deve ser feita de forma indireta, estimulando que os fornos elétricos do País consumam ferro-gusa produzido com carvão vegetal no limite da viabilidade técnica, e liberando sucata metálica para utilização nas usinas integradas em substituição ao coque. Essas oportunidades somam em torno de 28 MtCO₂e, com um custo médio de € 4/ tCO₂e. As oportunidades com CCS somam 22 MtCO₂e com custo de € 46/ tCO₂e. No total, os 50 MtCO₂e de abatimento potencial permitem que as emissões no caso base em 2030 sejam reduzidas em 38%.

Figura 8

A implementação de iniciativas no setor químico tem potencial para reduzir as emissões em 33 MtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

3d. Químico – O setor químico pode reduzir em 50% as emissões esperadas para 2030

O setor químico no Brasil tem como características a forte participação do segmento de petroquímicos, que representa 60% do volume total produzido, e a utilização intensiva de petróleo como fonte de geração de energia nas plantas, que responde por 40% do equivalente de petróleo consumido. Na média global, grande parte da energia vem do gás natural (40%), que é um tipo de energia mais limpa do que o petróleo e contribui para limitar as emissões. No entanto, as características da oferta do produto no País limitam sua penetração além dos níveis atuais. As plantas produtivas apresentam como características positivas a baixa utilização de carvão (1%, enquanto globalmente a média atinge 14%), e a penetração de biomassa, que já atinge 2% da energia utilizada no setor químico.

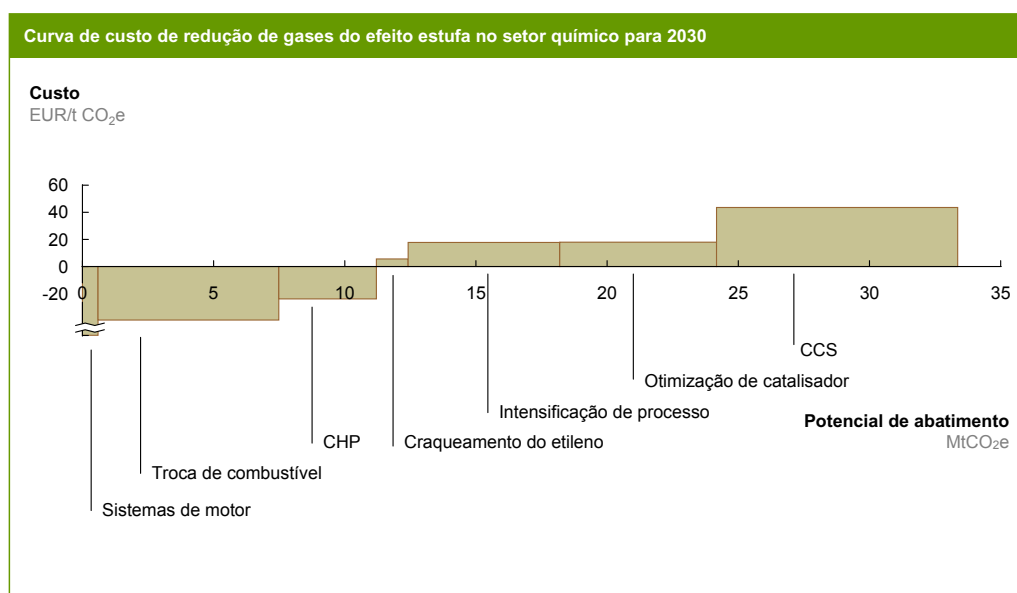
No caso base, as emissões devem crescer 2,4 vezes, acompanhando a intensa expansão esperada para o setor. Uma grande parte desse crescimento resulta de emissões diretas de vários gases de efeito estufa gerados nos processos químicos.

Vinte por cento das oportunidades de abatimento no setor químico concentram-se na troca do combustível utilizado para a geração de energia, deslocando o uso de carvão e ampliando o uso do gás natural e de biomassa (por exemplo, bagasso de cana). Normalmente, esse tipo de troca tem um custo econômico negativo (Figura 9). Com relevância similar, as oportunidades

relacionadas à intensificação de processos (por exemplo, melhorias de processos contínuos, controle de processo, manutenção preventiva e logística) e à otimização do uso de catalisador – que reduzem emissões diretas a partir da melhoria na estrutura química e de reação em cadeia –, trazem vantagens com um custo positivo. Estas e outras oportunidades relacionadas ao aproveitamento da energia da produção de potência para geração de calor, que reduzem a quantidade de combustível utilizado, somam 24 MtCO₂e em termos de abatimento com um custo médio negativo de € -18/ tCO₂e. As oportunidades com captura e seqüestro de carbono adicionam 9 MtCO₂e, apesar de seu custo elevado, correspondendo a € 43/ tCO₂e. No total, os 33 MtCO₂e, são capazes de abater em 50% as emissões esperadas para 2030.

Figura 9

A implementação de iniciativas no setor químico tem potencial para reduzir as emissões em 33 MtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

3e. Petróleo e gás – Atualmente as emissões brasileiras do setor de petróleo e gás são baixas em comparação a outros países, e as oportunidades de abatimento são limitadas

As emissões do setor de petróleo e gás incluem as atividades de produção e de refino. As emissões relativamente pequenas resultantes de exploração e desenvolvimento de petróleo não estão incluídas no escopo desta análise. As emissões de plantas petroquímicas estão incorporadas no setor químico; as resultantes da distribuição de produtos estão incorporadas no setor de transportes terrestres, e as de marketing e consumo final, nos setores de energia, edificações e transportes.

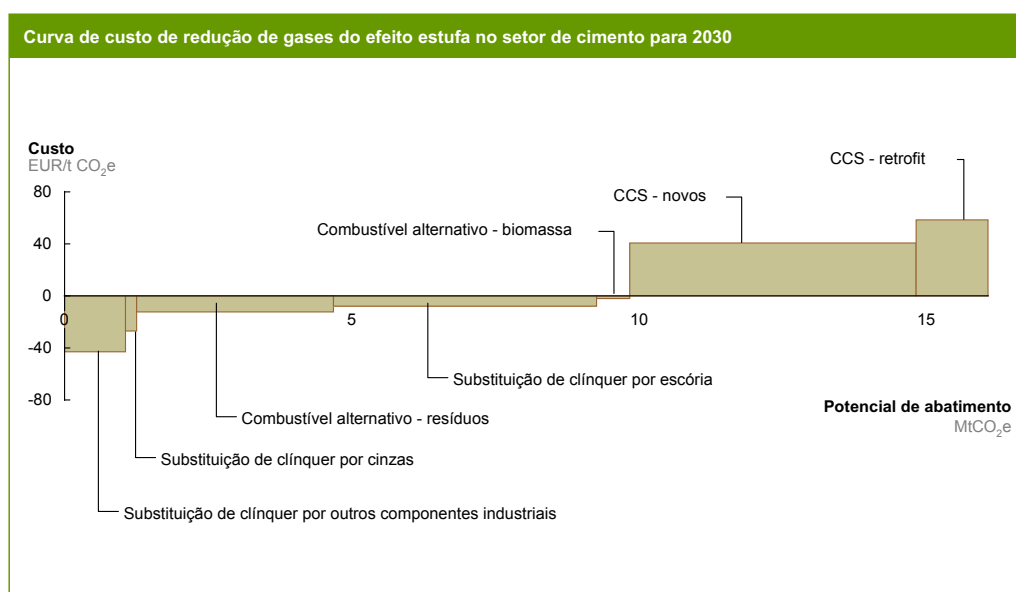
Comparado a outros países, o setor de petróleo e gás no Brasil emite pequenas quantidades de GEEs. Esta qualidade do setor no País é um reflexo do tipo de petróleo produzido, da tecnologia empregada nos processos de produção e de refino e, principalmente, devido ao volume e qualidade das medidas ambientais já adotados pelas empresas no País. Além disso, há o benefício de uma matriz de geração elétrica limpa. Aproximadamente 50% das emissões correspondem a atividades de refino, outros 30-40% são resultantes das atividades de produção de petróleo e gás, e os outros 10% oriundos do processamento e distribuição de gás.

No caso base, as emissões brasileiras devem aumentar em torno de 50% até 2030, atingindo 60 MtCO₂e, que correspondem a cerca de 2% das emissões. A média de crescimento anual no período, em torno de 1% a.a., é inferior à expectativa de crescimento da produção brasileira, estimada em 3% a.a, e resulta do fato de que novos campos irão naturalmente adotar tecnologia mais avançada e os esforços no setor ambiental devem continuar.

As oportunidades de abatimento das emissões somam 20 MtCO₂e, representando 35% das emissões estimadas no caso base em 2030, e 1% do total de abatimento possível no País (Figura 10). Cerca de 40% das oportunidades resulta de iniciativas de melhoria da eficiência no uso de energia, como o aperfeiçoamento nos processos de manutenção (garantindo o uso otimizado dos equipamentos). Devido às economias geradas, o custo típico dessas oportunidades é negativo, € -54/ tCO₂e. A outra parte das oportunidades é baseada em investimentos em captura e armazenamento de carbono, que têm um alto custo (€ 45/ tCO₂e).

Figura 10

A implementação de iniciativas no setor de cimento tem potencial para reduzir as emissões em 16 MtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

3f. Cimento – O setor de cimento é o que tem perspectivas de maior crescimento das emissões entre 2005 e 2030

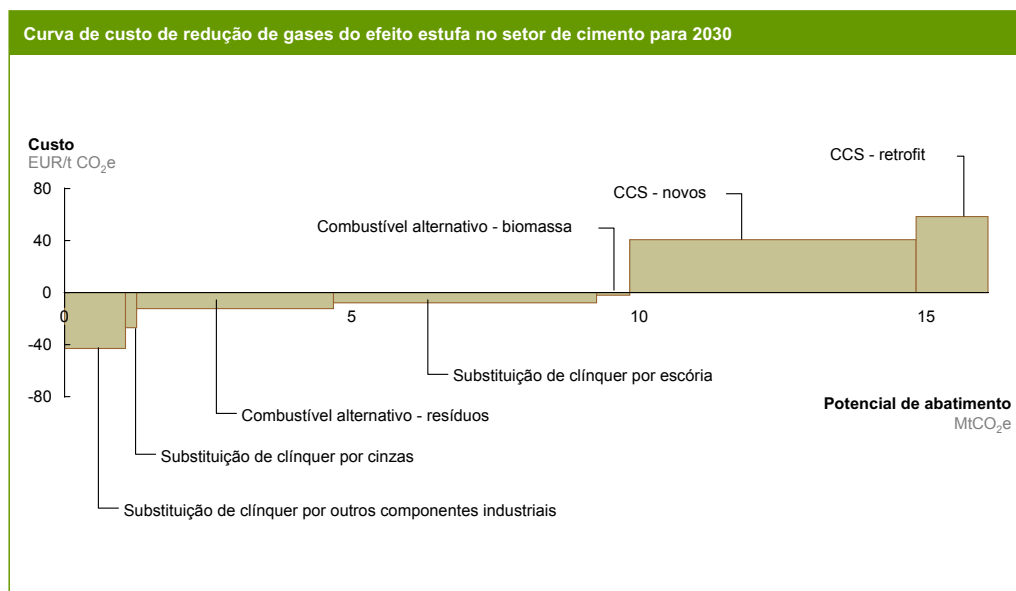
Devido à sua característica de intenso desenvolvimento no País, a produção de cimento deve evoluir rapidamente, atingindo em 2030 uma produção quase 3 vezes maior que a de 2005. O setor produz o insumo básico para a preparação de concreto, amplamente utilizado para construções e obras de infraestrutura. Este rápido crescimento gera um aumento nas emissões, com expectativa de aumento de 1,7 vezes durante o período, e faz do setor o que mais amplia suas emissões no Brasil.

Mais de 70% das emissões das cimenteiras brasileiras estão associadas ao processo de calcinação do calcário e argila para produção do clínquer, um produto intermediário. A substituição de clínquer por materiais alternativos, como a escória da produção siderúrgica, reduz diretamente as emissões do setor. Uma pequena parcela das emissões é associada, no Brasil, a emissões indiretas pelo uso de eletricidade e pela queima direta de combustíveis.

No Brasil, as oportunidades de redução das emissões estão relacionadas, principalmente, à substituição do clínquer e ao uso de combustíveis alternativos, com custo negativo de € -13/tCO₂e. No caso brasileiro, o principal substituto para o clínquer é a escória de alto-fornos da indústria siderúrgica, diferentemente de outros países que podem também utilizar cinzas da produção de energia em termoelétricas a carvão (Figura 11). Além disso, no Brasil esta escória pode ser oriunda de alto-fornos a carvão vegetal, ao invés de coque, o que permite o abatimento completo das emissões, em função da origem renovável da escória. Esta oportunidade corresponde a 35% do total de redução de GEE na indústria, que chega a 16 MtCO₂e. Outros 25% resultam do uso de combustíveis alternativos, como resíduos industriais ou municipais, ou da utilização de biomassa. Os 40% restantes de oportunidades de abatimento estão relacionados à captura e armazenagem de carbono, com custo elevado, acima de € 40/tCO₂e. O abatimento total pode potencialmente reduzir as emissões brasileiras em 30%, em relação ao caso base para 2030.

Figura 11

A implementação de iniciativas no setor de cimento tem potencial para reduzir as emissões em 16 MtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

3g. Tratamento de resíduos – O segundo maior potencial de abatimento entre os setores não ligados ao uso da terra está no setor de tratamento de resíduos

O setor de tratamento de resíduos sólidos e efluentes (esgoto residencial e águas industriais) é o setor com maiores oportunidades de abatimento no Brasil, depois daqueles ligados ao uso da terra (floresta e agricultura) e aos de transportes terrestres. Estes resíduos produzem metano a partir da decomposição anaeróbica de materiais orgânicos. Os fatores que determinam as emissões de resíduos sólidos são: a parcela de dejetos orgânicos, a umidade no sistema, as condições meteorológicas e o projeto do aterro. Emissões de efluentes (metano e óxido nitroso) tendem a ser mais intensas em países em que o sistema de coleta e tratamento ainda está em formação.

Sendo o 5º país mais populoso do mundo, e com níveis de coleta e tratamento de resíduos relativamente baixos, o volume de emissões brasileiro contribui com 53 MtCO₂e, posicionando o País entre os 10 maiores emissores neste setor. No cenário base para 2030, essas emissões devem crescer moderadamente, 26% em relação a 2005, já considerando as iniciativas existentes para tratamento de gases de aterros.

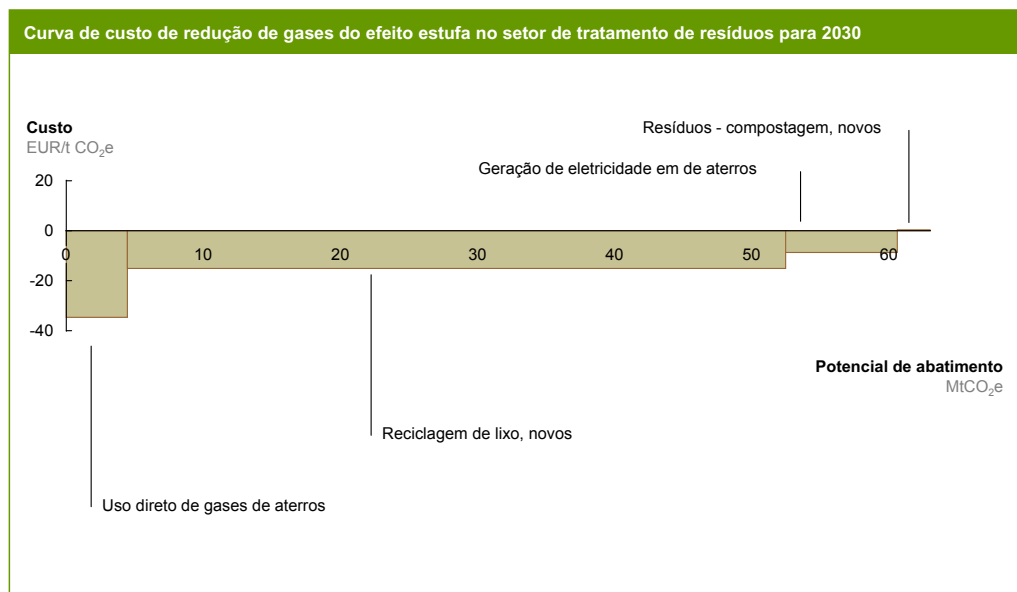
Para a análise de oportunidades de abatimento foram consideradas iniciativas em resíduos sólidos, tanto em pré-tratamento (por exemplo, reciclagem e compostagem), como em tratamento

(por exemplo, captura de gases de aterros). Oportunidades de abatimento em efluentes não foram avaliadas devido à escassez de informações.

O País tem a oportunidade de deslocar totalmente suas emissões no setor, principalmente através de iniciativas de reciclagem de novos resíduos sólidos gerados (Figura 12). Essas iniciativas somam 75% do potencial de abatimento do setor, e referem-se ao reaproveitamento de metais e papéis, por exemplo, como insumos em suas cadeias produtivas. A compostagem de novos resíduos sólidos representa outros 2% da oportunidade de abatimento. Os restantes 23% das oportunidades estão ligadas à intensificação do uso de gases de aterros (para geração de eletricidade ou uso direto). Essas iniciativas têm custo negativo médio negativo, € -15/ tCO₂e devido às receitas originadas com as atividades, mas dependem largamente de mudanças de hábitos, com a introdução da cultura de reciclagem pelas empresas e a população em geral. As barreiras tecnológicas são consideradas mínimas atualmente, e podem estar completamente eliminadas em 2030.

Figura 12

A implementação de iniciativas no setor de tratamento de resíduos tem potencial para reduzir as emissões em 63 MtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

3h. Edificações – O setor de edificações apresenta as oportunidades mais eficientes em custo, mas o potencial de abatimento é limitado

O setor de edificações residenciais e comerciais tem representatividade limitada no Brasil, respondendo por cerca de 1% das emissões estimadas para o caso base em 2030. No total, o setor é responsável por 8% das emissões. Essa vantagem, em relação à média global, decorre em parte do clima tropical, reduzindo a demanda de energia por sistemas de

calefação e aquecimento de água. No entanto, 50% das lâmpadas utilizadas no País ainda são incandescentes, e a penetração dos equipamentos elétricos e eletrônicos nas habitações tem aumentado recentemente devido a um maior acesso a crédito pelas populações de baixa renda, o que aumenta o consumo de energia elétrica.

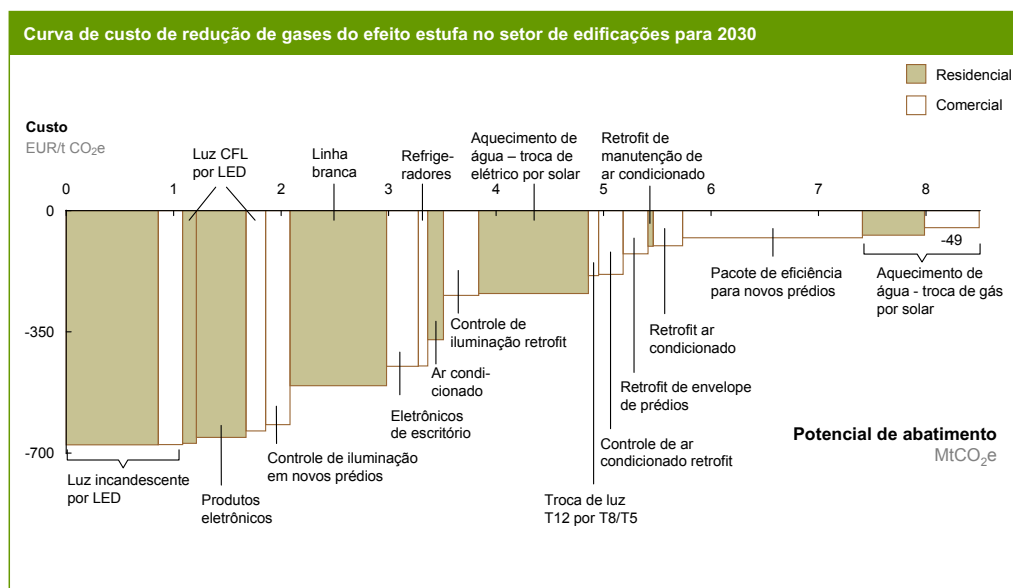
No caso base, as emissões brasileiras no setor crescem 43%, atingindo 36 MtCO₂e em 2030. Em torno de 65% das emissões são relativas ao segmento residencial, no qual 25% do consumo de energia tem como fonte a rede de energia elétrica e 75% é relativo ao GLP (gás liquefeito de petróleo), com baixíssima penetração do gás natural (menos de 1%) em comparação à média global. O segmento comercial (escritórios e prédios públicos) responde pelos restantes 35% das emissões, com uma maior penetração da rede de energia elétrica (aproximadamente 50%).

As oportunidades de abatimento das emissões no setor somam 8,5 MtCO₂e, dos quais cerca de 25% são relativos a melhorias nos sistemas de iluminação e 25% relativos a trocas nos sistemas de aquecimento de água em edificações, tanto em residências como em prédios comerciais (Figura 13). As oportunidades em iluminação decorrem da troca de lâmpadas incandescentes e CFL (lâmpadas fluorescentes compactas) por LEDs com elevada eficiência elétrica. LEDs apresentam capacidade luminosa de 150 lumens por Watt (lm/W), enquanto CFLs têm 60 lm/W e lâmpadas incandescentes têm 12 lm/W. No aquecimento de água, as oportunidades surgem da substituição de sistemas elétricos ou a gás por energia solar, podendo atingir até 85% de economia de energia. Outros 20% das oportunidades estão relacionadas com a gradual substituição de equipamentos atuais por produtos de maior eficiência energética na linha branca e em aparelhos eletrônicos, com potencial de 35% de economia de energia. Pacotes de eficiência energética adicionam outros 20% de potencial abatimento por meio da redução da demanda por energia através de melhorias em projetos de isolamento térmico e de fluxos internos do ar em novos edifícios, utilizando materiais e técnicas mais eficientes na edificação de paredes, telhados, pisos e janelas.

Essas oportunidades podem reduzir em 24% as emissões no caso base para 2030, todas elas com custo negativo, em média abaixo de € -100/tCO₂e, sendo as medidas em iluminação as mais eficientes em custo. Todavia, o investimento inicial supera as economias financeiras de curto prazo, o que constitui uma barreira para a população e construtoras em geral adotarem tais medidas.

Figura 13

A implementação de iniciativas no setor de edificações tem potencial para reduzir as emissões em 8,5 MtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil", IEA

3i. Agricultura – O setor agrícola é o segundo mais relevante em emissões, atrás somente do setor florestal. Há desafios nas oportunidades de redução de GEE no setor

A agricultura é o segundo setor que mais emite GEE no Brasil, representando 21% das emissões no caso base para 2030, com 820 MtCO₂e, atrás somente do setor florestal. Os gases de efeito estufa geralmente emitidos são o óxido nitroso (46% das emissões do setor na média global) e metano (54%), ao invés de dióxido de carbono. Diversas oportunidades de abatimento do setor, estão relacionadas ao seqüestro de carbono.

No Brasil, a principal atividade responsável por emissões é a pecuária, como resultado da fermentação entérica e do depósito de resíduos nos pastos. Estes respondem por 50% das emissões. Uma outra parcela resulta de práticas agrícolas, como a gestão de nutrientes no solo (por exemplo, uso excessivo de nitrogênio sintético) e queima de resíduos agrícolas (por exemplo, na lavoura de cana-de-açúcar). Este volume de emissões faz com que o País contribua com 10% das emissões globais do setor, atrás somente da China.

A expectativa de crescimento das atividades agrícolas no Brasil faz as emissões crescerem 40% entre 2005 e 2030 no caso base. Apesar das atividades pecuárias responderem por 42% das emissões (95% resultantes de emissões entéricas de metano) e 37% do crescimento

esperado, as emissões do solo é que apresentam um crescimento mais vigoroso, estimado em 90%, passando a ter uma participação similar à da pecuária em 2030. Práticas agrícolas, tais como a queima de resíduos, têm emissões constantes ao longo do período, diminuindo sua participação nas emissões do setor de 30% para 21%.

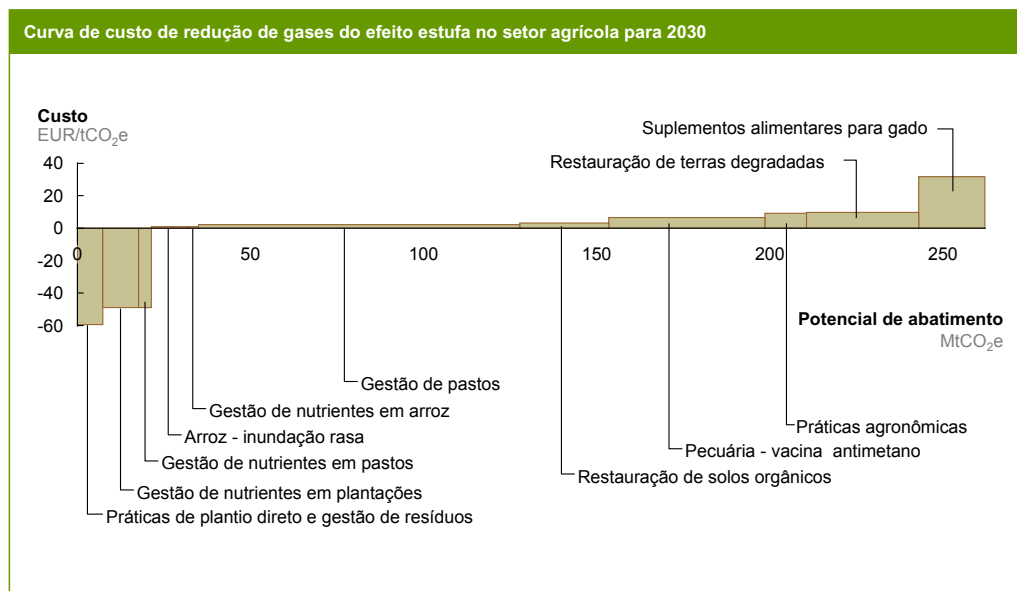
Três fatores relevantes nos mercados interno e externo são considerados nas estimativas do caso base: (i) crescimento populacional (25% entre 2005 e 2030 para o globo); (ii) desenvolvimento global resultando em crescimento do PIB *per capita*; e (iii) mudanças nos hábitos alimentares, aumentando o consumo de carnes. O caso base não considera potenciais consequências das mudanças climáticas, que podem afetar a produção agrícola (por exemplo, ciclo de chuvas), dado que a magnitude do impacto ainda é incerta. Considera os efeitos de seqüestro de carbono decorrentes da ampliação da área plantada.

O potencial de abatimento das emissões é estimado em 262 MtCO₂e, ou 32% das emissões estimadas para 2030 (Figura 14). Cerca de 60% do abatimento potencial está relacionado à atividade pecuária e pode ser dividido em duas iniciativas principais. A primeira é relativa à melhoria na gestão dos pastos, possibilitando aumento da criação bovina, hoje limitada a uma média de cerca de 1 cabeça por hectare. Isso pode ser alcançado através da melhoria genética das espécies de pastos utilizados, gestão de incêndios e de irrigação e melhorias nas práticas de gestão de nutrientes dos pastos, que, por sua vez, requerem um uso mais adequado de fertilizantes.

A segunda iniciativa refere-se à gestão da eficiência da fermentação ruminal, com medicamentos que selecionam as bactérias desejáveis e controlam as indesejáveis em câmaras de fermentação animal. Com isso, há uma maior eficiência no aproveitamento de nutrientes e na redução da produção de subprodutos indesejáveis da fermentação, como o metano. Amplamente utilizados em confinamentos em todo o País, os suplementos alimentares ainda têm custo relativamente alto e são de implementação mais complexa na pecuária extensiva. Além disso, estão em desenvolvimento vacinas que controlam ação de bactérias metanogênicas, as quais poderiam ser uma opção atraente se sua eficácia for comprovada e o custo acessível.

Figura 14

A implementação de iniciativas no setor agrícola tem potencial para reduzir as emissões em 262 MtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

Outros 26% do potencial abatimento estão relacionados a iniciativas de restaura o de solos agrícolas, geralmente degradados por uso excessivo ou impróprio, erosão, perda de matéria orgânica, saliniza o ou acidifica o. Esses solos podem ter sua fertilidade restaurada pela corre o dos nutrientes, aplica o de substratos orgânicos como resíduos ou compostos, redu o de aragem (plantio direto) e reten o de resíduos agrícolas, e pela conserva o da  gua. Estimativas do setor indicam que 26 Mha de áreas agrícolas já utilizam plantio direto no Brasil, prática que diminui a degrada o dos solos. Este alto nível de penetra o   considerado no caso base. No entanto, há no Brasil em torno de 188 Mha de solos degradados, que segundo a FAO¹¹ encontram-se principalmente no Cerrado e na região litorânea do País. Há, além disso, oportunidades associadas   restaura o do nível de águas de terras alagadas (solos orgânicos). Quando drenados para possibilitar atividades agrícolas, esses solos tendem a emitir N₂O e CO₂.

As demais oportunidades de abatimento estão distribuídas entre iniciativas para melhoria na gestão de nutrientes na agricultura, incluindo a cultura do arroz e as práticas de gestão de resíduos.

O custo médio das iniciativas no setor agrícola   baixo, em média estimado em € 2/ tCO₂e para 2030, exigindo pouco investimentos e pequenas adapta es nas práticas atuais dos produtores. Esta estimativa não inclui a necessidade de programas de treinamento, a cria o de incentivos, taxas ou ferramentas de monitoramento. Mesmo assim, quantifica es preliminares indicam um custo inicial adicional limitado a € 1/ tCO₂e. A implementa o dessas iniciativas

11 Food and Agricultural Organization, Na es Unidas

enfrenta barreiras relacionada à alta fragmentação dos produtores. Em diversas regiões, as atividades agrícolas são puramente para subsistência e, neste caso, usar o argumento da mudança climática como motivador não é muito eficaz.

3j. Florestas - A maior parte das oportunidades para abatimento de GEE no Brasil está no setor florestal, e inclui a redução do desmatamento e a recuperação de áreas degradadas. No entanto, a implementação de iniciativas estruturais na região é complexa.

O setor florestal brasileiro tem recebido a maior parcela de atenção na agenda brasileira de mudanças climáticas. Isso ocorre não apenas pela magnitude de suas emissões de gases do efeito estufa, mas também por outros potenciais impactos negativos como a perda de biodiversidade e mudanças no regime de chuvas. Além disso, o Brasil detém o maior estoque de florestas tropicais do mundo (em torno de 460 Mha), correspondendo a mais da metade do total mundial. É também o País que apresenta uma das maiores taxas de desmatamento absoluto, com uma média anual em torno de 1,9 Mha/ano na região entre 1996 e 2005, período de tempo analisado no Plano Nacional de Mudanças Climáticas. O bioma da floresta Amazônica, analisado nesse Plano, é o que apresenta a maior taxa de desmatamento, e também o que detém o maior estoque de carbono no País.

Nos últimos anos, o governo tomou uma série de iniciativas para redução do desmatamento, destacando-se o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM)¹², que resultou em 60% de redução da área anualmente desmatada no período entre 2003 e 2008. Em segundo lugar, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima¹³, de dezembro de 2008, que tem como objetivo reduzir gradualmente o desmatamento e eliminá-lo até 2040.

Como resultado da ocupação histórica da região Amazônica, a população aumentou de 10 para 25 milhões nos últimos 30 anos. Cerca 6 milhões vivem em áreas rurais e estimamos que em torno de 700 mil estão envolvidos direta ou indiretamente com atividades econômicas que levam à destruição da floresta, como a indústria madeireira e a pecuária.

Muitos especialistas que estudam este tema há décadas, e líderes do setor público que enfrentam esse desafio na prática, defendem que é necessário uma abordagem sistêmica para eliminar as emissões associadas ao desmatamento. Essa abordagem sistêmica deve visar à criação de alternativas de emprego formais e uma oferta de produtos baseados em atividades legais que utilizem práticas sustentáveis. Um elemento importante de qualquer solução para este quebra-cabeça é provavelmente uma presença mais forte das instituições públicas, iniciando com a implementação eficaz de iniciativas para a regularização fundiária.

¹² Plano elaborado pelo Grupo Permanente de Trabalho Interministerial para Redução dos Índices de Desmatamento da Amazônia Legal do Governo Federal coordenado pela Casa Civil

¹³ Elaborado pelo Comitê Interministerial sobre Mudanças do Clima

Para entender o custo da iniciativa de preservação da floresta Amazônica, associada a um modelo de desenvolvimento sustentável, compilamos as inúmeras contribuições de especialistas no tema e **modelamos uma abordagem sistêmica** que considera:

- (i) o fortalecimento das instituições,
- (ii) o reforço do comando/controle do Estado,
- (iii) incentivos para o crescimento de práticas sustentáveis, e por último, mas talvez tão importante,
- (iv) investimentos na criação de empregos formais e na melhoria dos índices de desenvolvimento humano da população rural (Figura 15).

Figura 15

Iniciativas para preservação da floresta Amazônica



FONTE: Estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

Há alguns pré-requisitos a serem considerados para que um esforço de redução de desmatamento seja efetivo no longo prazo. Em primeiro lugar, é fundamental haver uma regularização fundiária, ou seja, saber de quem é a terra, pois, sem isso, não temos chance de aplicar a lei ou atrair mais empresas formais e sérias para o campo. Hoje, menos de 10% das terras têm títulos de propriedade claros. Além disso, é necessária a execução da lei no campo, com mais recursos policiais e um Sistema Judiciário mais eficiente. Para realizar esses esforços, estimamos um investimento de € 1 bilhão por ano¹⁴ (Figura 16).

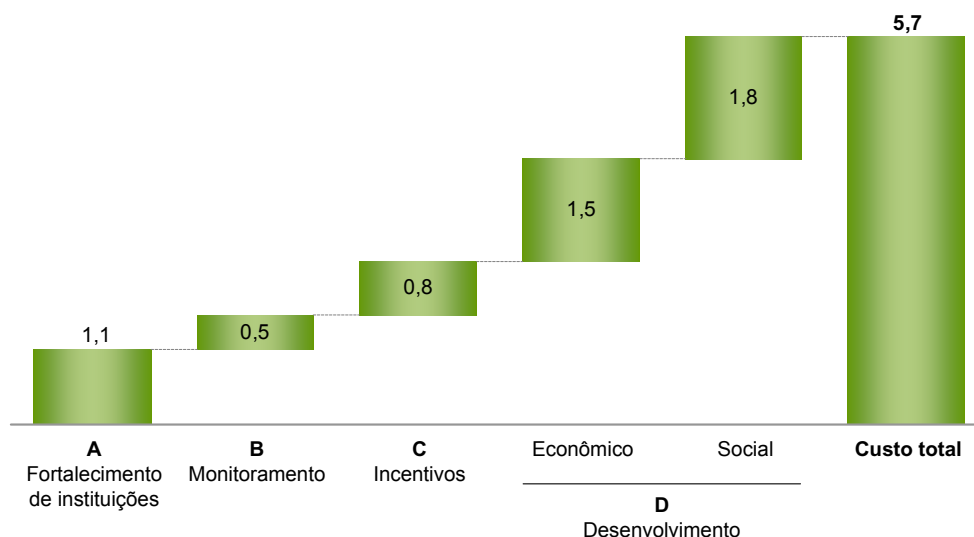
14 Foi considerado o câmbio de 3 R\$/EUR no caso de iniciativas para evitar o desmatamento

Figura 16

Custo anual dos esforços necessário para evitar o desmatamento da floresta Amazônica em 5 frentes

€ bilhões por ano, custo médio anual até 2030

ESTIMATIVAS



FONTE: Estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

Uma base institucional mais forte aumentaria a probabilidade de sucesso na implementação e captura dos benefícios das iniciativas de monitoramento e controle. Analisamos o conjunto das idéias propostas para essa categoria e estimamos que seria possível uma fiscalização eficaz com um investimento anual em torno de € 0,5 bilhão. Por exemplo, para monitorar os parques existentes de forma eficiente, será necessário triplicar o número dos agentes. A implementação de sistemas inteligentes de rastreabilidade do gado e da madeira também é fundamental para o sucesso do monitoramento e controle do Governo. Por fim, é necessário investir em recompensar as comunidades tradicionais pelo trabalho efetivo de monitoramento que já é feito atualmente, e que pode ser expandido e potencializado.

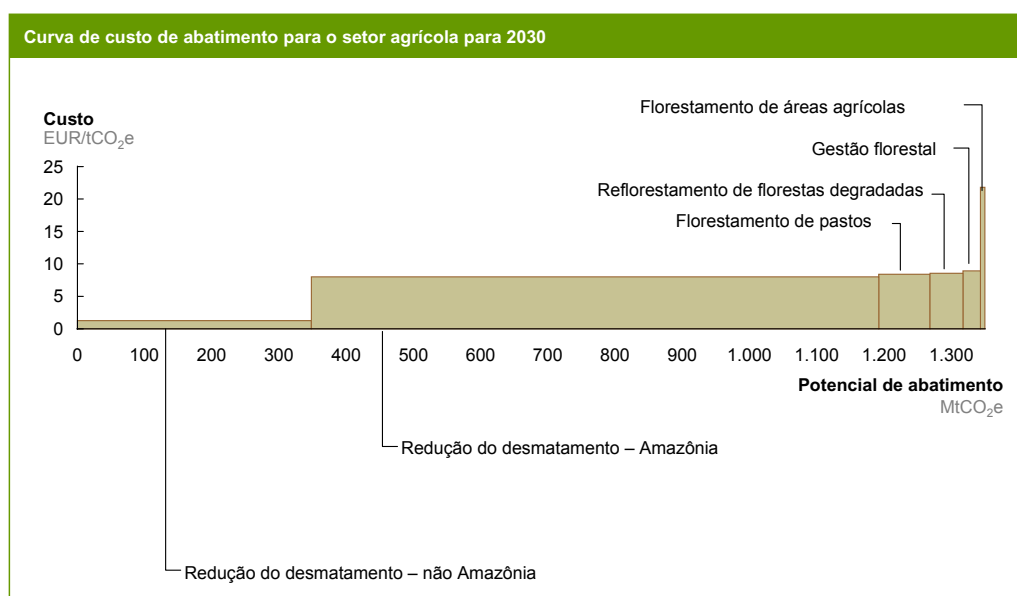
Simplesmente apontar as causas do desmatamento não é suficiente. Em algumas regiões, as atividades associadas ao desmatamento são fundamentais para o funcionamento da economia local. Seria necessário criar incentivos para que novas cadeias produtivas sejam formadas e substituam as atuais. Especificamente para a criação de atividades formais nas cadeias de gado e madeira, como o manejo sustentável certificado e a intensificação da pecuária, de forma que seja possível até duplicar a produção com a mesma área utilizada por meio de uma gestão ativa de pasto. Com iniciativas desse tipo, é possível aumentar a produção dessas cadeias produtivas sem provocar o desmatamento, além de gerar mais empregos formais e tributos para o governo. Existe também a opção de implementar mecanismos de pagamento por serviços ambientais para os proprietários de terras que optem por conservar suas terras com floresta. Estimamos que um volume anual de cerca de € 0,8 bilhões de incentivos e pagamentos por serviços ambientais seria suficiente para encadear esse processo.

De acordo com nosso modelo, os gastos associados à redução de emissões de floresta descritos acima variam ao longo do tempo, pois alguns são investimentos estruturais e outros são gastos recorrentes. Totalizam um custo médio anual de cerca de € 2,4 bilhões ao longo dos próximos vinte anos, período suficiente para eliminar o desmatamento. Assumindo uma redução linear do desmatamento nesse período, obtemos um custo médio de emissão evitada por tonelada de CO₂e de € 3,5. Após o período inicial de vinte anos, podemos assumir que os custos associados à redução do desmatamento serão muito menores, visto que todos os investimentos estruturais terão sido feitos e uma nova economia sustentável estará desenvolvida.

Além das iniciativas que visam diretamente à redução do desmatamento, considera-se importante no longo prazo garantir um nível de desenvolvimento econômico e social nas regiões menos desenvolvidas do Norte do País, assim como em polos de emigração para essa região. Além das atividades rurais sustentáveis mencionadas anteriormente, seria necessário criar empregos urbanos com maior valor agregado nas pequenas cidades e aumentar o investimento em dimensões básicas como saúde e educação na região Amazônica para melhorarmos os índices de desempenho humano da população. No longo prazo, esse investimento será provavelmente fundamental para que a população tenha acesso a empregos de melhor renda e se promova um desenvolvimento sustentável da região. O custo incremental nessas áreas é estimado em torno de € 3 bilhões por ano. Esse custo pode ser visto como um gasto do País necessário para trazer os Estados do bioma Amazônia ao patamar da média nacional, ou incluído no balanço geral do custo de redução do desmatamento. Se a sociedade optar pela segunda alternativa, o custo total para se evitar os 0,8 GtCO₂e emitidos anualmente pelo desmatamento do bioma Amazônia chegará a € 5,7 bilhões por ano, ou € 8/ tCO₂e.

Figura 17

A implementação de iniciativas no setor de florestas tem potencial para reduzir as emissões em 1,36 GtCO₂e anuais em 2030



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0, estudo "Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil"

Os 30% de emissões devidas a desmatamento fora do bioma Amazônia estão, em grande parte (80%), concentrados no Cerrado e no Pantanal. Para evitar o desmatamento nas outras regiões estimamos um custo anual de € 600 milhões ou € 1,8/ tCO₂e. O custo é menor que para o bioma Amazônia, pois nesse caso não consideramos investimentos em desenvolvimento econômico e social e fortalecimento das instituições. A Figura 17 ilustra a curva de custo associada a todas as iniciativas do setor florestal.

Os esforços implementados recentemente mostram o comprometimento do setor público e privado para reduzir o desmatamento. No âmbito governamental, ressalta-se o grande esforço de demarcação de unidades de conservação, novas regulamentações que limitam o acesso a crédito para propriedades com passivo ambiental, criação de novas linhas de crédito para reflorestamento e a sistematização dos planos de combate ao desmatamento dos Estados. Há também iniciativas para reduzir o consumo de madeira ilegal, como as novas normas da Caixa Econômica Federal para aprovar financiamentos de moradia, e a nova lei do Estado de São Paulo, que promove o consumo de madeira sustentável. Por fim, a iniciativa privada também está empreendendo esforços importantes como a Moratória da Soja.

Por fim, destaca-se a criação do Fundo Amazônia, que pode ser um veículo importante para apoiar iniciativas sistêmicas que visam reduzir o desmatamento e promover o desenvolvimento sustentável da região.

Além das oportunidades de redução nas emissões associadas ao desmatamento, foram consideradas oportunidades em reflorestamento de áreas marginais de pastos e terras agrícolas, em gestão florestal (por exemplo, combate a incêndios), e em reflorestamento de terras degradadas, em um total de 0,75 Mha adicionais de florestas anualmente, totalizando 16 Mha plantados em 2030. Essas iniciativas representam uma oportunidade de 158 MtCO₂e para seqüestro de carbono, uma fração de 13% da oportunidade de abatimento total em florestas, a um custo médio de € 9/ tCO₂e.

Este volume de terras reflorestadas é conservador quando comparado ao potencial do Brasil de utilização das áreas degradadas para seqüestro de carbono através do reflorestamento. O País tem mais de 180 milhões de hectares de terras degradadas. Há um grande potencial de reflorestamento, especialmente na região amazônica, onde a velocidade de crescimento da floresta é superior à média mundial. Esse reflorestamento pode ser feito por meio de uma combinação de atividades florestais comerciais. O Brasil já é líder mundial em produção de celulose e tem potencial para se consolidar como líder em produtos madeireiros e reflorestamento com espécies nativas para recomposição das áreas de reserva legal e de áreas de preservação permanente, sem fins comerciais.

Esse reflorestamento sem fins comerciais poderá ser financiado por créditos de carbono do mercado internacional. Esse mecanismo já opera hoje em pequena escala e tende a aumentar rapidamente, visto que as oportunidades de redução de emissões não são suficientes para atingir as metas desejadas. Existem 9 GtCO₂e de emissões em 2030 para as quais não

existem alternativas de redução com custo inferior a € 60 por tCO₂e. Para esse volume será necessário implementar novas tecnologias com custo elevado ou seqüestrar carbono emitido. Nesse contexto, o reflorestamento é uma opção muito atraente. Se assumirmos que 25% desse volume até 2030 (2,3 GtCO₂e/ano) será capturado com o reflorestamento de 230 Mha em nível global e um preço médio de crédito de carbono de € 20-30/t, teremos um mercado de quase € 25-30 bilhões anualmente. O Brasil se encontra muito bem posicionado para capturar uma fatia relevante desse mercado.

4. Implicações – A necessidade de investimento, mobilização dos agentes e as implicações para a sociedade estão concentradas no setor florestal

Embora nosso estudo não tenha o objetivo de apresentar um roteiro dos caminhos para o Brasil se tornar uma sociedade de baixa emissão de carbono, ele indica que isso é factível. Cabe à sociedade encontrar o caminho para realizar essa meta para a próxima geração. A curva de custo projetada indica que somente a implementação das iniciativas não relacionadas à preservação das florestas exigiria um gasto anual, com aquelas de custo positivo, que cresce ao longo do tempo e atinge € 8 bilhões por ano em 2030. Nesse cálculo não incluímos as iniciativas que têm custo negativo, ou seja, aquelas cujas economias geradas são maiores que o investimento necessário.

Com a preservação da floresta Amazônica, o gasto anual estimado varia entre € 2,4 e € 5,7 bilhões, dependendo se os custos de desenvolvimento econômico e social forem incluídos ou não àqueles diretamente associados à redução do desmatamento.

Assim, os gastos totais associados à implementação de todas as iniciativas, que resultam em uma redução de 70% das emissões do País, variam ao longo do tempo e representam cerca de 1% do PIB nacional. Uma parte significativa desse gasto poderia eventualmente ser custeada pelo mercado internacional de créditos de carbono.

Além dos custos associados a reduções de emissões, ressaltamos que o Brasil tem potencialmente uma grande oportunidade a ser explorada com o reflorestamento de terras degradadas para obtenção de créditos de carbono. Esse mercado hoje ainda é incipiente, mas existe um cenário de crescimento rápido se a regulamentação internacional evoluir favoravelmente.

Esperamos que os fatos apresentados por este relatório possam ser úteis para os tomadores de decisão, de forma a gerar benefícios para o País, em especial neste momento, em que os tópicos em questão estão sendo avaliados globalmente.

ANEXOS

Anexo 1 – Abordagem do modelo

Neste relatório, os custos e o potencial de redução de mais de 100 medidas de combate a emissões em seis setores da economia foram analisados através de um processo dividido em quatro fases. Em primeiro lugar, foi determinado um caso base mantendo as tendências atuais para emissões atuais e futuras. Em seguida, foram identificadas as oportunidades para a redução de emissões e, com base em fatos, feitas estimativas dos custos e do volume potencial de redução apresentado por cada oportunidade. Em terceiro lugar, os custos e volumes foram agregados formando a curva de custos de redução de emissão de gases de efeito estufa para o Brasil. A quarta e última etapa consistiu em analisar o impacto dos possíveis cenários em termos de regulamentação e tecnologia sobre os custos e potencial de redução e quantificar as prováveis conseqüências econômicas para o Brasil.

Fase 1: O caso base foi determinado utilizando o inventário de gases do efeito estufa do governo brasileiro. Para 2030, as informações disponíveis foram extrapoladas com base em premissas e metodologia coerentes com a abordagem do IPCC. As previsões representam a trajetória de emissões que ocorreriam com as atuais tendências e com todas as políticas públicas em vigor a partir de 2006, porém não inclui qualquer esforço adicional para o combate às mudanças climáticas. Considera uma taxa projetada de crescimento econômico de 3%, o que significa que a intensidade de carbono da economia (produção econômica por unidade de emissão de carbono) continuará a cair, de acordo com a tendência padrão de longo prazo resultante de um desenvolvimento econômico do case base, ou seja, sem grandes mudanças. Essa tendência é impulsionada pelo crescimento relativo do setor de serviços e outros efeitos de descarbonização sem a adoção de qualquer medida de combate.

O caso base representa emissões diretas — assim, o setor de energia inclui todas as emissões provenientes de atividades de geração de energia, independentemente do usuário final na ponta da cadeia de energia.

Fase 2: Foram avaliadas possíveis oportunidades e custos para a redução de emissões. Analisamos uma série de oportunidades de redução, incluindo fontes de energia renovável, combustíveis alternativos, medidas de eficiência energética e novas tecnologias, de forma a estudar maneiras de substituir atividades geradoras de gases de efeito estufa por alternativas menos impactantes ou ‘carbono neutras’. As medidas consideradas foram apenas as que exigem a mobilização de tecnologias atuais, além de um pequeno número de tecnologias emergentes em fase de amadurecimento. Tecnologias experimentais ou incipientes não foram incluídas,

tampouco foram consideradas na análise tecnologias que exigem mudanças significativas de hábitos. Por exemplo, foi considerada a substituição de combustíveis e veículos de passeio mais eficientes, mas campanhas em defesa do uso do transporte público ou de bicicletas para substituir esses veículos não foram incluídas. Da mesma forma, a eficiência de sistemas de ar condicionado em residências foi considerada, mas não a redução do uso de ar condicionado.

Para cada oportunidade analisada, o custo de redução é considerado como o custo adicional para a sociedade com a implementação da oportunidade comparado ao custo da atividade que ocorreria sem a adoção de qualquer medida (caso base). Por exemplo, o custo de redução da energia eólica é calculado pelo custo adicional de geração acima do custo médio de geração de ativos energéticos, mantida a situação atual (caso base), e pela quantidade de emissões que pode ser evitada com cada unidade de produção de energia eólica. O modelo de custo é elaborado com base no custo total durante a vida útil da oportunidade ou do ativo. Vale ressaltar que não abordamos a questão sobre quem se responsabilizaria pelos custos adicionais, se serão subsidiados por governos, repassados ao consumidor, ou arcados por empresas. Simplesmente adotamos como premissa que o custo econômico permanece o mesmo.

Embora esses custos provavelmente representem a maior parte dos custos para a economia brasileira, não incluem custos transacionais difíceis de quantificar, como o tempo de gestão necessário para implementar as mudanças. Além disso, são custos brutos, ou seja, não foi incorporado o custo provável de um cenário 'braços cruzados', como os custos engendrados por um declínio na produção agrícola. Também não buscamos quantificar a criação esperada de valor na economia em consequência da busca de novas oportunidades de negócios. Oportunidades ligadas ao estilo de vida ou mudanças de comportamento foram excluídas da análise, não por serem indesejáveis, mas porque os custos e benefícios decorrentes são de natureza não financeira e por essa razão, difíceis de quantificar. De fato, muitas das mudanças não quantificadas podem ser positivas e algumas provavelmente ocorrerão de qualquer maneira reagindo automaticamente aos sinais do preço do carbono na economia. Acreditamos que globalmente, nosso modelo é conservador diante do provável conjunto de efeitos positivos e negativos dos fatores acima.

O volume de cada iniciativa é o seu potencial de reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Isso foi estimado como o potencial 'técnico' e não se trata de previsão, e sim de estimativa do que é considerado factível durante o período da curva de custo. Os volumes são sensíveis à ordem de implementação, uma vez que iniciativas de redução de demanda por energia reduzem o volume total de energia produzida, e conseqüentemente também o potencial adicional de redução do setor de energia.

A análise das medidas consideradas apoiou-se em uma série de premissas, incluindo previsões de capacidade de energia, curvas de aprendizado esperadas e custos iniciais de geração. Sempre

que possível, procuramos adaptar os insights de estudos globais da McKinsey para a aplicação no contexto brasileiro (custos de investimento de capital e curvas de aprendizado globais foram adotados como premissas para energia eólica terrestre e solar fotovoltaica). Dessa forma, as premissas adotadas são coerentes com estudos globais recentes realizados pela McKinsey, e com os estudos realizados no Reino Unido, EUA e Alemanha. As premissas foram verificadas por cientistas, acadêmicos e especialistas de setor. Sempre que possível, considerações específicas para o Brasil (como o potencial para a penetração de energia de biomassa, ou para uma maior eficiência de ativos fotovoltaicos devido à intensidade da luz solar local), foram incluídos como fatores no cálculo dos custos e volume. As premissas também foram guiadas por uma série de documentos existentes e de domínio público. Apesar de a equipe brasileira não ter realizado uma análise exaustiva de cada medida de redução, acreditamos que o estudo fornece uma base factual sólida para uma análise setorial mais aprofundada.

Foram consideradas tanto as oportunidades de redução de emissões diretas como indiretas. O setor de energia (assim como a silvicultura, agricultura e transportes) produz emissões diretas através de suas atividades de produção. Por outro lado, oportunidades de redução no setor de edificações representam um potencial para reduzir a demanda de energia. Essas são consideradas como oportunidades indiretas. Praticamente todas as oportunidades consideradas no setor de edificações, e muitas no setor industrial são indiretas. Se implementadas, reduziriam as emissões diretas de gases de efeito estufa do setor de energia.

Fase 3: As medidas foram agregadas para formar a curva de custo de redução de gases de efeito estufa. As várias medidas de redução foram classificadas em ordem crescente de custo, ou seja, do mais reduzido ao mais elevado, ajustadas para eliminar contagem dupla, e os custos e volumes resultantes foram plotados formando a curva de custos de redução de gases de efeito estufa no Brasil para 2030.

Fase 4: Foram extraídas as conseqüências do volume potencial total de redução e os custos associados para a economia. A curva para 2030 foi utilizada para calcular os níveis atingíveis de redução e o custo associado. Foi elaborado o modelo de custos prováveis para as metas de redução propostas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, atualmente objeto de negociações internacionais. Também foi calculado o custo por família, além do custo total bruto para o Brasil para atingir as metas do Painel.

Com base nesses fatos, foram extraídas conclusões de maneira a formular recomendações de alto nível para governos, empresas e consumidores. No entanto, reiteramos que a intenção deste relatório é de responder à pergunta ‘o que é possível, quando e a que custo?’ Um trabalho mais aprofundado é necessário para fornecer respostas mais detalhadas e específicas para cada setor à pergunta ‘como colocar isso em prática?’

Anexo 2 – Leitura da curva de abatimento

Desenvolvida pela McKinsey, a curva de custos de redução global de gases do efeito estufa resume as oportunidades técnicas (isto é, sem impacto real no estilo de vida dos consumidores) para se reduzir as emissões desses gases. A curva de custos revela o alcance de ações de redução de emissões atualmente viáveis, seja com base nas tecnologias existentes atualmente, seja com base naquelas que apresentam um alto potencial de viabilidade em um horizonte de tempo que se estende até 2030.

A largura de cada barra representa o potencial da oportunidade de reduzir as emissões em um ano específico, em comparação ao desenvolvimento do caso base. O potencial de cada oportunidade pressupõe a tomada de ações globais agressivas, a partir de 2010, para capturar a oportunidade específica e, portanto, não representa uma previsão da evolução de cada oportunidade. A altura da barra representa o custo médio de se evitar a emissão de 1 tonelada de CO₂e até 2030, com base em determinada oportunidade. O custo é uma média ponderada entre as sub-oportunidades, regiões e anos. Todos os custos estão expressos em euros reais corrigidos pela inflação de 2005. As oportunidades de redução estão dispostas no gráfico em ordem crescente (do menor custo para o maior custo), da esquerda para a direita. O grau de viabilidade pode ser significativo para oportunidades específicas em termos de estimativas de custo e volume, particularmente para os setores de florestas e agricultura, assim como para tecnologias emergentes.

Nossa pesquisa buscou priorizar a avaliação das oportunidades de redução das emissões globais com uma metodologia consistente, e não realizar um estudo aprofundado de cada oportunidade individualmente.

Dessa forma, a curva deve ser utilizada para comparações gerais de tamanho e custo das diferentes oportunidades, da importância relativa dos diferentes setores e regiões, e do tamanho da oportunidade de redução geral das emissões, mas não para fazer previsões do desenvolvimento de tecnologias específicas. Além disso, pode ser utilizada como uma ferramenta de simulação para realizar testes de diferentes cenários de implementação, preços de energia, taxas de juros e avanços tecnológicos.

Deve-se estar ciente de que o custo de redução é calculado a partir de uma perspectiva social (excluindo impostos e subsídios, com custo de capital similar às taxas de títulos do governo). Essa metodologia é útil, pois permite comparações entre oportunidades e custos em diversos países, setores e oportunidades específicas.

Contudo, isso também significa que os custos calculados são diferentes dos custos que seriam observados por uma empresa ou consumidor, uma vez que tais tomadores de decisão incluiriam

impostos, subsídios e diferentes taxas de juros em seus cálculos. Dessa forma, a curva não pode ser utilizada para determinar mudanças em dados econômicos para fazer investimentos, ou para prever preços de CO₂. O custo de cada oportunidade também exclui custos transacionais e de programas de implementação em grande escala, pois estes dependem significativamente das decisões dos criadores de políticas.

Anexo 3 – Custo de iniciativas para se evitar o desmatamento na Amazônia

As estimativas para evitar o desmatamento foram geradas em 4 etapas:

- (i) Identificação das cadeias de valor responsáveis pelo desmatamento, sendo as mais importantes as de pecuária e madeira, seguidas de soja e carvão vegetal.
- (ii) Avaliação do elo das cadeias de valor mais susceptíveis para ação, visando à transformação das cadeias para atividades sustentáveis. Duas principais alavancas foram caracterizadas: maior monitoramento ao longo da cadeia e incentivos para atividades sustentáveis, com penalização para àquelas não sustentáveis
- (iii) Avaliação dos efeitos nas populações envolvidas nas cadeias de valor, com mapeamento de iniciativas geradoras de empregos, tanto para as populações diretamente envolvidas com o desmatamento como para as populações de baixa renda não diretamente ligadas às cadeias. Esta abordagem foi desenvolvida visando evitar que, dados os baixos níveis de desenvolvimento humano da região, as posições abertas nas cadeias nas práticas não sustentáveis fossem ocupadas pelas populações de baixa renda. A avaliação baseou-se na elevação das despesas com saúde e educação das populações para a média brasileira.
- (iv) Desenvolvimento de iniciativas para fortalecimento das instituições visando diminuir os níveis de informalidade e ilegalidade das cadeias, e conseqüentemente o comércio de produtos de desmatamento ilegal,

Para cada iniciativa foram estimados os investimentos anuais necessários no decorrer do período de implementação.

Iniciativas	Ações		Custo anual até 2030
			€ milhões/ano
Regularização fundiária	1.1	Regularizar posse e direitos de propriedade na Amazônia Legal	571
Polícia	2.1	Contratar policiais e comprar equipamentos segundo padrão da ONU	518
Judiciário	3.1	Ampliar a estrutura do Poder Judiciário em pequenas e médias cidades da Amazônia legal	n/a
	3.2	Aumentar a eficiência no julgamento de casos ambientais (processos, estatísticas e monitoramento)	n/a
Coerção	4.1	Aumentar o número de agentes nas unidades de conservação	157
	4.2	Contratar agentes ambientais para um programa acelerado de regularização ambiental	57
	4.3	Agentes responsáveis por cadeias	
	4.3.1	Contratar inspetores para o sistema de rastreabilidade bovina	32
	4.3.2	Contratar agentes para o monitoramento remoto de produção de soja	1
	4.3.3	Contratar agentes para aperfeiçoar a fiscalização da cadeia carvoeira	21
	4.3.4	Equipar e treinar agentes que atuam na fiscalização dos sistemas de custódia de madeira	7
Garantia da origem	5.1	Investir em sistemas de rastreabilidade	
	5.1.1	Instituir obrigatoriedade da rastreabilidade na pecuária brasileira	43
	5.1.2	Instituir rastreabilidade por origem da Amazônia legal	-
	5.2	Finalizar o zoneamento econômico ecológico dos estados da Amazônia legal (limitação da pecuária comercial de larga escala em regiões além da fronteira agrícola)	2
Guardiões da floresta	6.1	Remuneração a membros de comunidades tradicionais para monitorar florestas e plantar árvores nativas	171
Pagamentos para a preservação da floresta	7.1	Remunerar proprietários de terra pelo custo de oportunidade da floresta em pé	200

Incentivos financeiros	8.1	Reduzir a necessidade de madeira	
	8.1.1	Conceder incentivos para melhorar a eficiência das serrarias	7
	8.1.2	Implementar grandes projetos de manejo e reflorestamento	243
	8.1.3	Estabelecer concessões de manejo e reflorestamento na fronteira do desmatamento	n/a
	8.1.4	Incentivar a utilização de materiais alternativos	n/a
	8.1.5	Apoio à pesquisa e desenvolvimento do setor florestal	n/a
	8.1.6	Incentivar a utilização de materiais alternativos	n/a
	8.2	Reduzir a necessidade de pastagens	
	8.2.1	Investir na intensificação da pecuária	196
	8.2.2	Criar programas de assistência técnica para pecuaristas adotarem formas intensivas de produção	7
	8.3	Reduzir o uso de florestas nativas para carvão por meio de subsídios para equiparar preços de matérias-primas sustentáveis	150
Desincentivos para cadeias não sustentáveis	9.1	Aumentar a taxaço para produtos de madeira não certificada	n/a
	9.2	Restringir o crédito público para pecuaristas que não cumpram a lei ambiental	n/a
Desenvolvimento econômico	10.1	Investir em iniciativas de desenvolvimento em regiões rurais e urbanas para criar empregos para pessoas envolvidas com as cadeias não sustentáveis	1429
Desenvolvimento social	11.1	Melhorar o sistema de saúde	857
	11.2	Melhorar o sistema educacional	929

© McKinsey & Company
Rua Alexandre Dumas, 1711, 10º andar
04717-004 • Chácara Santo Antonio
São Paulo - SP