Curvas de Custos Marginais de Abatimento de Gases de Efeito Estufa no Brasil: resenha e oportunidade de mitigação*

Ronaldo Seroa da Motta**
Lilia Caiado Couto***
Luiza Castro****

1 INTRODUÇÃO

O Brasil confirmou, no Acordo de Copenhague e na Conferência das Partes (COP 16), em Cancun, suas metas nacionais voluntárias de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEEs), com reduções entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Estas metas foram definidas na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), objeto da Lei nº 12.187/2009. A PNMC determina princípios, diretrizes e instrumentos para a consecução das metas nacionais independentemente da evolução dos acordos globais de clima. Para tal, se utiliza de planos setoriais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono.

Em dezembro de 2010, foi assinado o decreto regulamentador da PNMC que desagrega as projeções das emissões para 2020 por setores da seguinte forma: *i)* mudança de uso da terra: 1.404 milhões de tCO_2eq – sendo 68% na Amazônia; 23% no Cerrado e os 9% restantes na Mata Atlântica, na Caatinga e no Pantanal; *ii)* energia: 868 milhões de tCO_2eq; *iii)* agropecuária: 730 milhões de tCO_2eq; e *iv)* processos industriais e tratamento de resíduos: 234 milhões de tCO_2eq (Motta *et al.*, 2011).

Como então é possível analisar os efeitos das ações de mitigação e políticas climáticas no crescimento econômico nos diferentes setores econômicos e na distribuição de renda? O ponto de partida é estimar quanto custa controlar as emissões de carbono. Esta é uma questão crucial para as políticas climáticas que incluem mitigação e, assim, pesquisadores e formuladores de políticas têm utilizado amplamente as curvas de custos marginais de abatimento (MAC), contrastando estes custos com o total de emissões abatidas.

No contexto das mudanças climáticas, as curvas MAC apresentam aos formuladores de políticas públicas e tomadores de decisões dos diversos setores, ainda que as metas não estejam estabelecidas, quais são as suas principais oportunidades de mitigação de emissões, considerando a relação entre o custo por tonelada de carbono evitada e a quantidade de toneladas que uma medida de abatimento possui, se realizada por um determinado setor, e quanto de emissões será capaz de evitar. Além disso, as curvas MAC são utilizadas para estimar as quantidades de créditos de carbono que serão ofertadas e demandadas pelos diferentes setores de uma economia, caso se implementem metas de redução de emissões por sistema de *cap and trade*. A partir do momento que se estabelece uma meta, ou, um *cap*, para as emissões de uma economia, pode-se identificar quanto do abatimento será feito internamente por setor, e o quanto cada setor vai demandar ou ofertar de créditos.

---

* Este estudo faz parte do projeto *Estudo de mercado de carbono no Brasil: aspectos regulatórios e de eficiência*. Os autores agradecem a participação do pesquisador Guilherme Szczerbacki Besserman Vianna.
** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.
*** Economista.
**** Pesquisadora do Programa de Planejamento Energético do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

As curvas MAC representam um ponto de partida para a discussão global sobre como reduzir as emissões de GEEs, demonstrando a importância dos diferentes setores, das regiões e das medidas de abatimento, e apresentando uma base concreta de custos. As MACC proporcionam um acesso individual às medidas, de forma que os custos e o potencial de mitigação de emissões podem ser isoladamente examinados, e ranqueados de acordo com seus custos, do menor até o maior. Segundo Ekins, Kesicki e Smith (2011), nesta representação de custos, está implícito que a imposição de uma taxa sobre a emissão de carbono levaria à adoção de todas as medidas cujos custos se encontram abaixo do valor da taxa na curva MAC.

De maneira geral, as curvas MACs podem ser estimadas com uma abordagem tecnológica ou baseadas em modelos de equilíbrio ou maximização. No caso brasileiro, como serão apresentadas a seguir, as estimativas MACs adotaram uma abordagem tecnológica e, assim, neste texto, serão analisadas, em particular, as relativas à indústria, discutindo com destaque os seus segmentos negativos.

2 CURVAS MAC PARA O BRASIL[1]

Nesta seção, serão apresentadas inicialmente as estimativas de MAC para toda a economia brasileira a saber: as curvas construídas pelas instituições McKinsey&Co. e Banco Mundial. Em seguida, os autores se deterão às curvas específicas para a indústria brasileira.

Uma série de trabalhos da McKinsey consistiu em um grande estudo acerca do potencial econômico de mitigação de emissões de gases de 21 países, analisando dez setores da sua atividade, que por sua vez possuíam um total de duzentas oportunidades de mitigação das emissões de GEE. O Brasil esteve entre os 21 países estudados, e o relatório nacional foi intitulado *Caminhos para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil*.

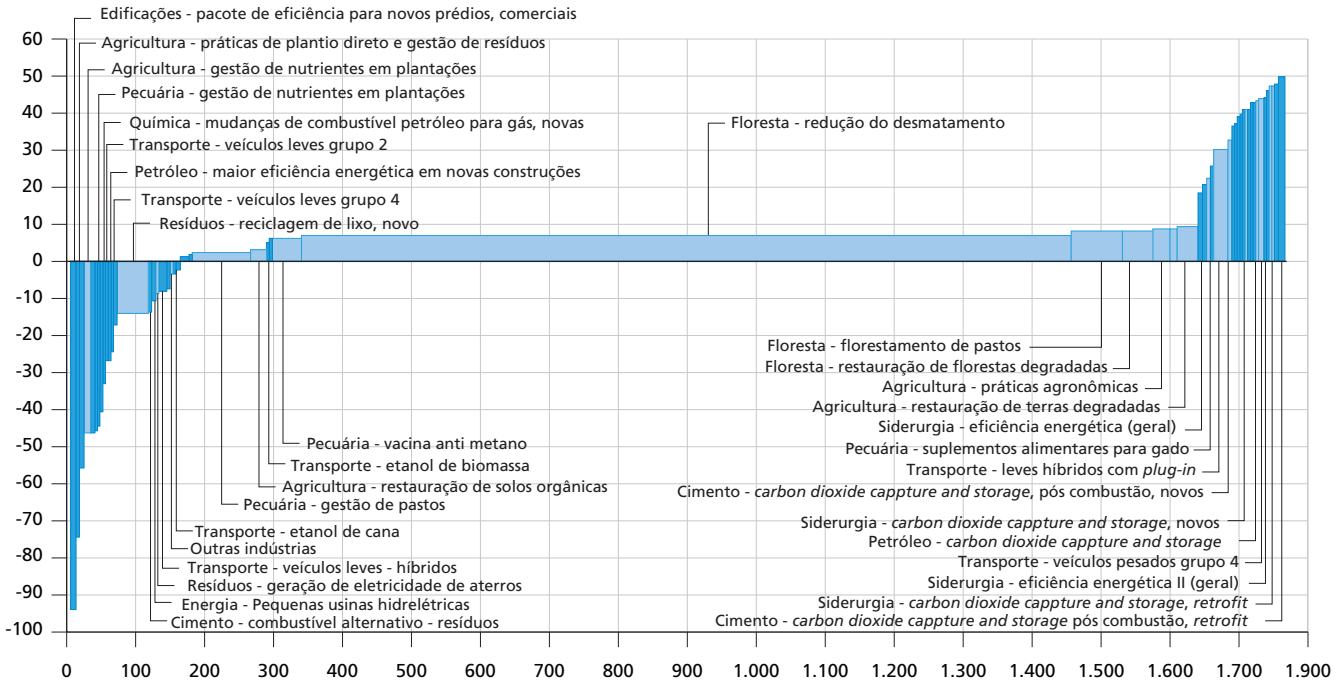
O trabalho citado anteriormente considera um horizonte de 2005 a 2030 e aponta que, em um cenário base, em que se mantém a atividade econômica na trajetória em que está, sem que se introduzam as mudanças com potencial de mitigação, em 2030, as emissões mundiais chegariam a 70 $GtCO_2e$. Porém, este valor poderia ser reduzido a 32 $GtCO_2e$ introduzindo-se, globalmente, um conjunto de medidas com custos inferiores a €60/$GtCO_2e$.

A metodologia do estudo para o Brasil considerou um crescimento médio do produto interno bruto (PIB) de 3,5% ao ano (a.a.) de 2010 a 2015 e um crescimento de 2,8% a.a. de 2015 a 2030. Assumiram-se preços e custos de 2005, um preço médio do barril de petróleo, para fim de cálculo de preços de outros energéticos, de US$ 60 e uma taxa de desconto de 4%, pouco realista para o cenário da economia brasileira.

A seguir, a figura 1 apresenta as possibilidades encontradas por este estudo para cada setor analisado da economia, em que a altura da barra representa o seu custo marginal, em euros de 2005, por tonelada de carbono equivalente evitada, e a largura da barra representa a quantidade de toneladas de carbono que a medida é capaz de abater no período.

1. Esta seção foi baseada em Couto (2012).

FIGURA 1
MACC para a economia brasileira (McKinsey&Co.)



Fonte: McKinsey (2009a).

Os custos marginais calculados têm uma abordagem por setor da economia e, em cada setor, há um custo calculado para cada medida em que se apresenta potencial. Porém, este estudo aborda a indústria de forma superficial, considerando apenas três dos seus setores. O que este trabalho acrescenta é um maior detalhamento dos custos marginais de abatimento da indústria brasileira, com abordagem semelhante àquela feita pela McKinsey&Co., adicionando, entretanto, setores.

Como esperado, este estudo constata que as principais oportunidades de mitigação do país estão no setor florestal. Em 2010, o desmatamento era responsável por 55% das emissões totais brasileiras de GEEs, e projeta-se que, em 2030, seja responsável por 43%. Ainda segundo este estudo, 72% das oportunidades de abatimento das emissões de GEEs no país residem na redução do desmatamento. Englobando a agricultura à questão florestal, têm-se 70% das emissões previstas para o país em 2030 e 85% das oportunidades de abatimento. E é importante ressaltar a agricultura e a pecuária como fontes de desmatamento, visto que o país tem extensa produção agrícola, suprindo grande parte da demanda mundial por alimentos, que é crescente, e exportando cerca de 30% da soja mundial, por exemplo, e 25% da carne bovina.

Entre os outros setores com bom potencial de abatimento apresentados pela Mckinsey, estão os setores de energia e transportes terrestres, responsáveis por 13% das emissões totais projetadas para o país em 2030, frente a uma média global de 40% das emissões advindas destes mesmos setores. E isto se dá pelo fato de o Brasil ter uma matriz de geração de energia elétrica considerada limpa, tendo o estudo estimado que 85% da energia é gerada em usinas hidroelétricas, e pela alta utilização do etanol como combustível do transporte rodoviário. Atualmente, a tecnologia *fuel flex*, ou seja, possibilidade de os automóveis se moverem utilizando dois tipos de combustíveis, são eles: etanol e gasolina. Esta tecnologia já alcança aproximadamente 85% das vendas de veículos leves no Brasil. Estima-se que até 2020, a participação desta tecnologia nos veículos leves em circulação passe

de 20% para 80% do total. Por fim, as edificações e o tratamento de resíduos somam 3% das emissões previstas para o final do período de análise mencionado e aproximadamente 3,5% das possibilidades de mitigação.

Por sua vez, o setor industrial, tratado com mais detalhamento neste trabalho, é responsável por 26% do total global de emissões esperadas para 2030. No Brasil, este número é consideravelmente menor, mas ainda assim de notável importância, respondendo a indústria por 13% das emissões do país no mesmo ano. Segundo Mckinsey (2009), isto se deve ao fato de a energia produzida no Brasil ser diferenciada e por isso considerada mais limpa; e a algumas características intrínsecas da indústria brasileira, como a baixa intensidade de emissões da produção do petróleo nacional.

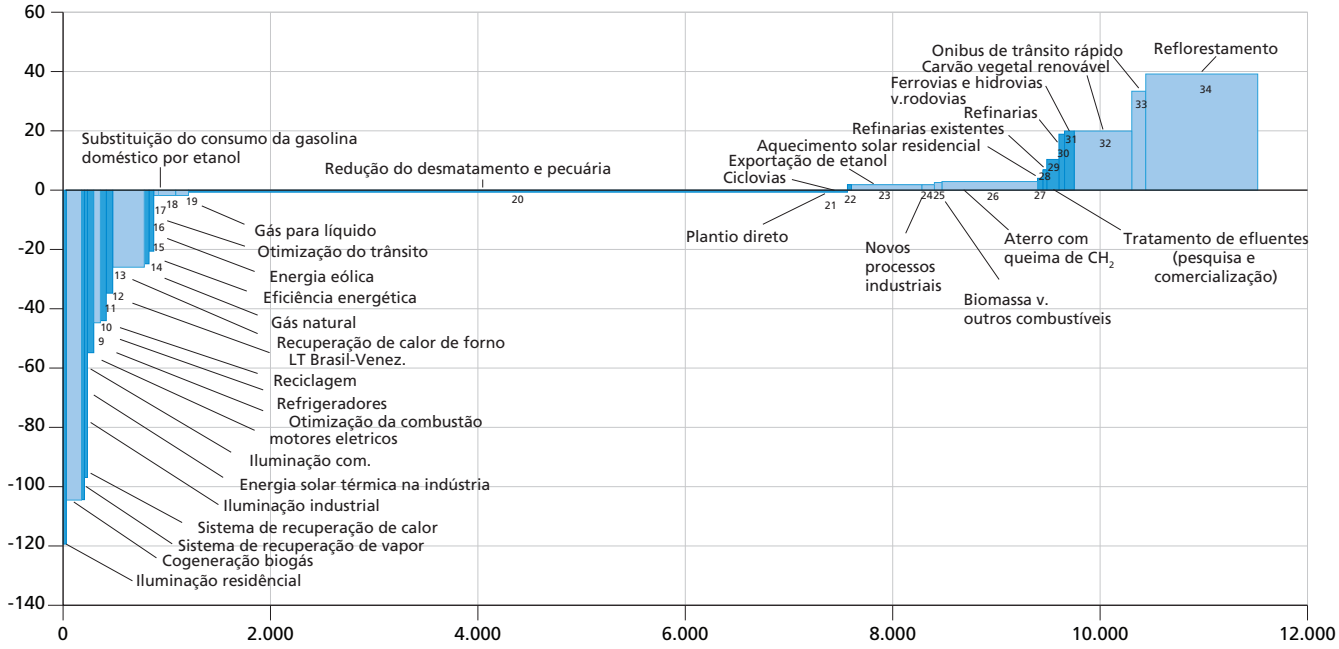
O Banco Mundial (2010) desenvolveu, por sua vez, cenários de baixa emissão de carbono para a economia brasileira de 2010 a 2030, nos quais se estimaram os investimentos necessários para a adoção de medidas de mitigação e, assim, dividindo-se a estimativa do investimento total de cada medida pela estimativa das toneladas de carbono abatidas, se obteve um custo de abatimento. A abordagem dos custos marginais neste trabalho é feita por opção tecnológica, agregando todos os setores que apresentam potencial de implementação.

Este trabalho contou com dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2007 para realizar as estimativas de consumo energético, e assumiu como cenário de crescimento econômico o cenário B1 do Plano Nacional de Energia – PNE 2030, no qual se considera um crescimento de 3,7% a.a. do PIB. A partir disso, estimou-se o crescimento das emissões industriais no período para cada segmento, e, a partir da suposição de um preço médio do petróleo de US$ 40 por barril, foram calculados os preços dos demais energéticos. Por fim, se supôs uma taxa interna de desconto de 8% a.a. para os fluxos de caixa no período.

Os resultados estão apresentados nas figuras 2 e 3, elas se dividem entre as opções com custos menores que US$ 50/tCO_2e e as opções com custos maiores ou iguais a US$ 50/tCO_2e, respectivamente. Como podem ser observados, os resultados são semelhantes àqueles apresentados pela McKinsey&Co. A parte central de sua curva é plana, representando os baixos custos e o grande potencial de abatimento por redução de desmatamento. Um pouco mais de 50% do volume de abatimento potencial reside nesta medida. Os custos mais baixos encontrados foram aqueles relacionados à eficiência energética, com custos negativos em torno de US$ 100. Em suma, as opções com custos negativos são as relacionadas à eficiência energética, reciclagem e cogeração, enquanto as de custos positivos estão relacionadas à substituição de combustíveis fósseis.

FIGURA 2

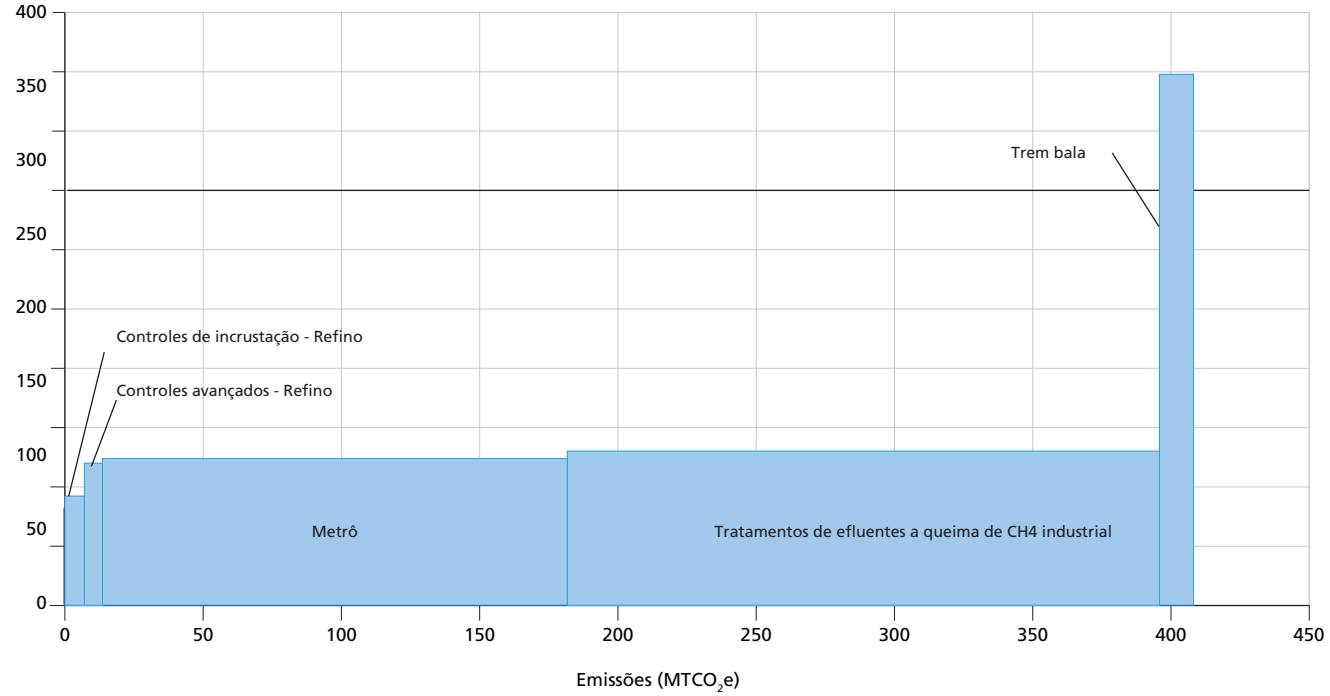
MACC para a economia brasileira – custos abaixo de US$ 50/tCO_2e



Fonte: Banco Mundial (2010).

FIGURA 3

MACC para a economia brasileira – custos iguais ou maiores que US$ 50/tCO_2e



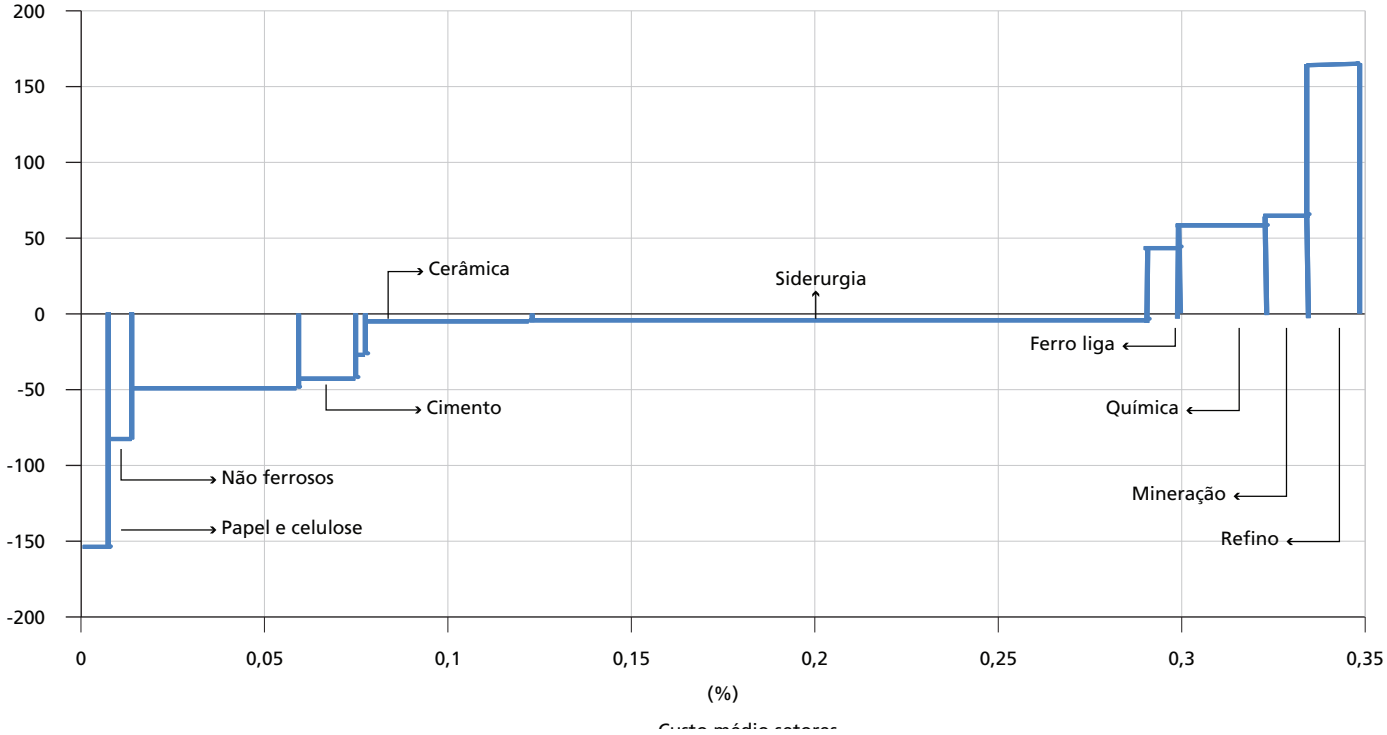
Fonte: Banco Mundial (2010).

Com base nos dados do Banco Mundial (2010), Henriques Jr. (2010) identifica os custos de abatimento por tecnologias de mitigação na indústria brasileira. A partir destes dados, o autor estima uma curva MAC para a indústria brasileira, como mostra a figura 4, e este potencial de mitigação se manifestou em maior proporção nos setores de papel e celulose, não ferrosos, bebidas e alimentos, cimento, têxtil, cerâmica e siderurgia, em que se observou, inclusive, custo médio negativo de mitigação.

FIGURA 4

MAC industrial brasileira por segmento da indústria

(Em US$/$tCO_2e$)



Elaboração dos autores com base em Henriques Jr. (2010).

2.1 A questão dos custos negativos

As curvas MAC apresentam um potencial máximo de abatimento, caso omitam uma série de fontes de custos e barreiras de implementação. Geralmente, elas são difíceis de identificar e medir, e advêm de barreiras e falhas técnicas de mercado, tais como:

1. Barreiras técnicas: a estimativa dos custos não é trivial e muitas informações e processos de interação são necessários para capturar todas as fontes de custos, e normalmente a abordagem dos modelos falha em incorporá-los.
2. Dependência da trajetória: a trajetória que as emissões percorrem está sujeita a dinâmicas intertemporais, na medida em que os custos de redução serão dependentes das ações de mitigação em períodos anteriores e posteriores de tempo (Kesicki, 2009; Ekins, Kesicki e Smith, 2011; Golove e Eto,1996).
3. Heterogeneidade: mesmo que uma dada tecnologia seja em média custo-eficiente, ela provavelmente não o será para algumas firmas ou indivíduos. Se os usuários relevantes são heterogêneos no que tange a quantidade de energia que utilizam, os custos locais e outros fatores idiossincráticos, isto significa que esta tecnologia será rentável para a média das firmas ou domicílios (Golove e Eto, 1996; Jaffe e Stavins, 1994).
4. Efeito ricochete: melhorias de eficiência energética reduzem os custos dos seus serviços e geram economias de energia. Porém, a redução dos custos provoca aumento na demanda por serviços energéticos que acaba compensando alguns benefícios das economias geradas de energia.
5. Barreiras de mercado: a implantação de ações de mitigação pode ser atrasada ou reduzida, por conta de custos intrínsecos relacionados à sua possível eficácia, resultando assim em incerteza quanto aos resultados e benefícios em relação à tecnologia a ser substituída. Por exemplo:
   - incerteza: a incerteza quanto aos preços futuros da energia e às economias reais geradas pelo uso de tecnologias energéticas, combinada à natureza irreversível do investimento em eficiência, aumentam o risco relacionado às opções de abatimento e, portanto, faz com que a taxa de desconto apropriada para a análise do valor presente líquido seja expressivamente maior que aquelas normalmente utilizadas nos projetos convencionais (Kesicki, 2009; Ekins, Kesicki e Smith, 2011; Golove e Eto, 1996; Jaffe e Stavins, 1994).
   - inércia: os custos de adoção incluem perdas de externalidades de redes de conhecimentos ou atributos qualitativos relacionados à tecnologia substituída, além de custos de capacitação para manejar a nova tecnologia e as mudanças na estrutura interna, na cultura e nas estratégias. Se a inércia for causada por alguma forma de falha de mercado no que tange às informações, ela pode então ser eliminada pelos incentivos apropriados e não deve ser considerada (Ekins, Kesicki e Smith, 2011; Kesicki, 2009; Turrentine e Kurani, 2007; Golove e Eto, 1996; Jaffe e Stavins, 1994).
   - falhas de mercado: informação incompleta e assimétrica e fatores comportamentais podem representar falhas de mercado para a implantação de opções de abatimento custo-eficientes. Tais barreiras não consistirão em um custo, se puderem ser removidas com uma regulação que combine retornos quanto à informação, às normas sociais e às práticas de estabelecimento de metas para fornecer aos usuários o contexto necessário para que façam o melhor uso das informações quanto ao consumo da energia.
   - informação incompleta: a carência de informação pode representar uma barreira para a adoção de tecnologias custo-eficientes. Em especial, se forem tecnologias novas e ofertadas por poucos fornecedores (Golove e Eto,1996; Jaffe e Stavins, 1994).
   - barreiras de financiamento: a adoção de uma nova tecnologia pode exigir grandes pagamentos antecipados, enquanto o retorno das economias geradas só virá após alguns anos. E indivíduos

de baixa renda ou pequenas firmas podem não ter acesso suficiente ao capital para realizar os investimentos. Isto serve de exemplo de falhas de informação que inibem preços ajustados pelo risco no mercado de financiamento.

- custos de agência: se o indivíduo que adota uma tecnologia não é aquele que se beneficia dela, surge então um problema principal/agente. Este é o caso de incentivos mal colocados ou divididos, e tem sido utilizado para descrever primariamente as relações entre proprietários e inquilinos no que tange aquisição de equipamentos energeticamente eficientes, quando o inquilino é responsável pelo pagamento das contas de energia e utilidades. De forma que, os proprietários pouco se interessam em fornecer instalações de maior eficiência energética, porém mais caras, se o mercado imobiliário falha em internalizar tais benefícios em seus preços (Kesicki, 2009; Ekins, Kesicki e Smith, 2011; Golove e Eto,1996; Jaffe e Stavins, 1994).
- comportamento: quando os custos da unidade de energia são baixos, as economias são geralmente muito pequenas e insuficientes para atrair a atenção de indivíduos e firmas a se motivarem a agir. Energia barata não sensibiliza os usuários a serem racionais. Neste caso, a implantação se dará caso os preços da energia aumentem ou metas mandatórias de economia de energia sejam estabelecidas.

A negligência a esses aspectos anteriormente detalhados subestima os custos de abatimento e as barreiras de implementação, incluindo a representação de custos negativos de abatimento.

A superestimação do potencial de abatimento não é a única consequência de falsos custos negativos. Como colocado por Kasecki (2009), se estes custos negativos resultam da presença de falhas de mercado e barreiras, então instrumentos de mercado, como taxas e o *cap and trade,* podem ser ineficientes na criação de incentivos para a adoção. Neste caso, instrumentos que não dão escolha ao mercado podem ser necessários quando imperfeições irremovíveis ou inevitáveis existem. Portanto, para a avaliação de instrumentos de incentivo com a aplicação de curvas MAC, como será feito, é crucial que se detalhe a apropriação dos custos e se assegure que os valores negativos são apenas uma questão de falhas de mercado não resultantes de custos ocultos.

Com a disponibilidade dos dados em Henriques Jr. (2010), gentilmente cedidos pelo autor, serão mitigados estes vieses ajustando os parâmetros e valores utilizados na estimativa da curva original, tais como: *i)* taxa de desconto para lidar com incerteza; e *ii)* valores de investimento e emissões abatidas para capturar a heterogeneidade.

A taxa de desconto de 8% a.a. assumida na estimativa da curva original é bastante apropriada para os custos de oportunidade livres de risco do capital na economia brasileira, porém, demasiadamente baixa para capturar o risco. A literatura de finanças sugere uma taxa no entorno de 15% a 25% quando há risco e um aumento na taxa utilizada deve ser feito para lidar com a incerteza (Assaf Neto, 2008).

Dada a variedade da safra do capital e a dispersão territorial da indústria brasileira, deve haver um alto grau de heterogeneidade entre os custos de abatimento para uma mesma tecnologia. Portanto, os valores dos investimentos e da eficiência do abatimento podem apresentar uma larga dispersão de forma que poucas observações não são capazes de capturar a média dos procedimentos.

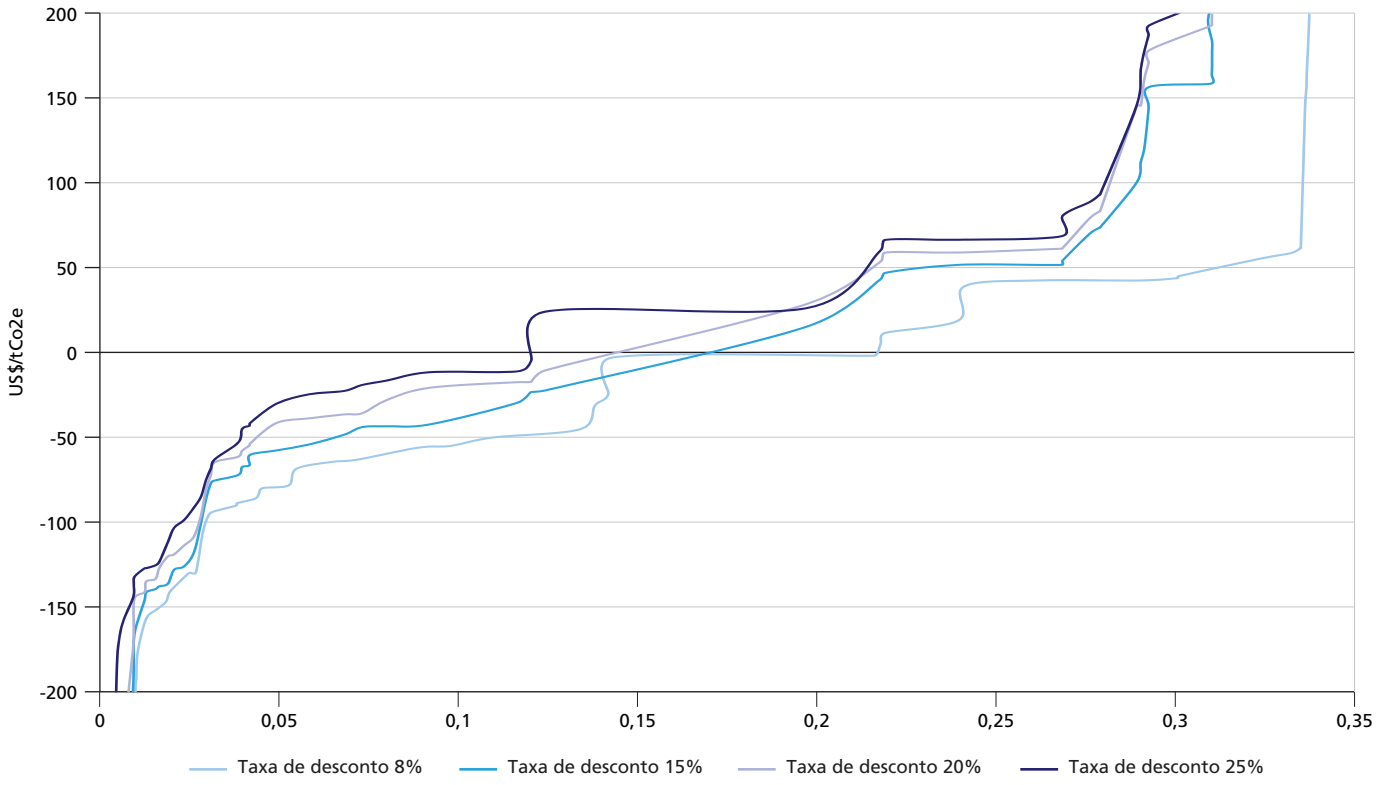
Em suma, a incerteza e a heterogeneidade são fontes de forte viés para a subestimação, enquanto as outras, ainda que também relevantes, não são de grande significância.

Nos gráficos 1 e 2, são apresentados tais ajustes em uma gama selecionada para cada um deles separadamente, demonstrando o quão sensível a eles a curva é. As variações da taxa de desconto estiveram entre 8% e 25% e os valores de investimento foram aumentados em até 40%.

GRÁFICO 1

Sensibilidade do custo à taxa de desconto

(Em US$/t CO_2e)

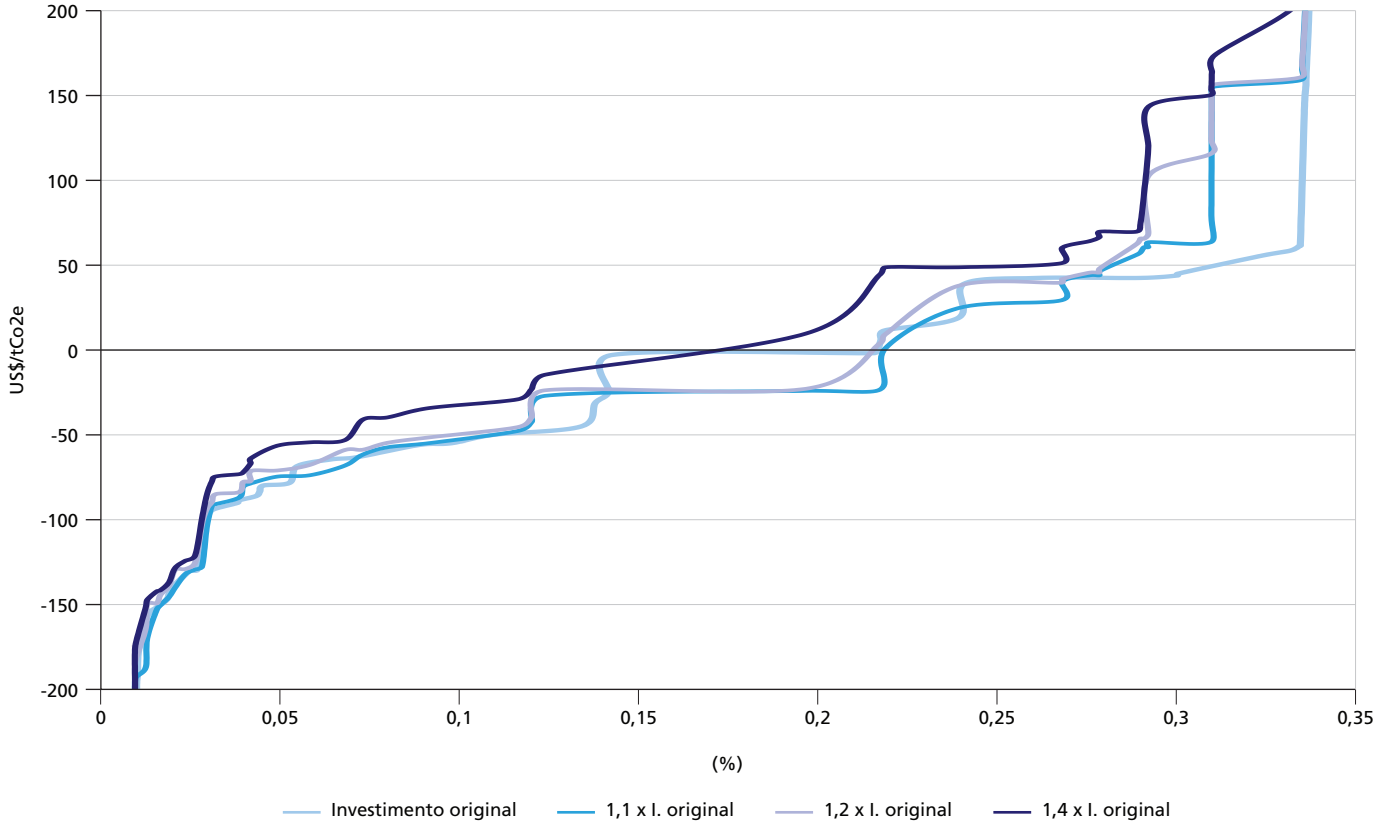


Elaboração dos autores com base em Henriques Jr. (2010).

GRÁFICO 2

Sensibilidade do custo aos valores do investimento

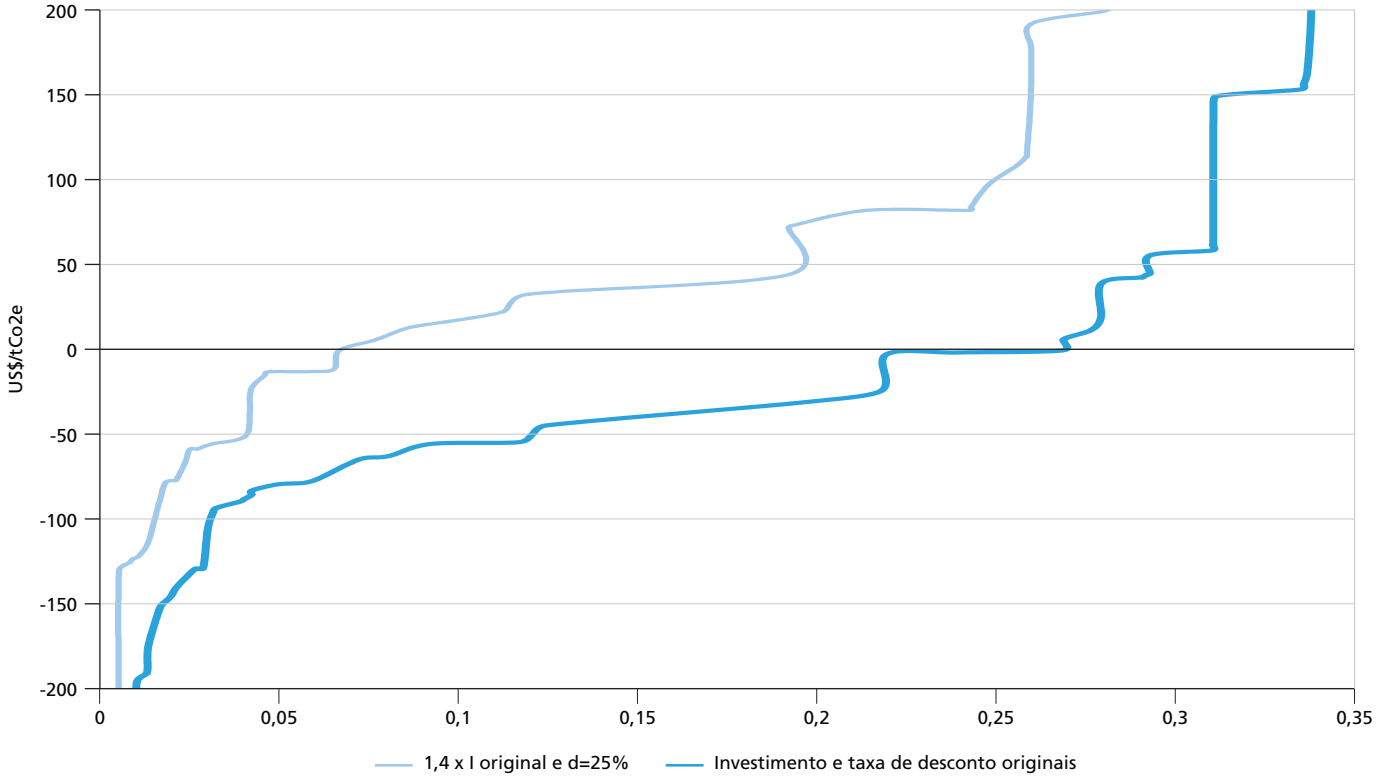
(US$/t CO_2e)



Elaboração dos autores com base em Henriques Jr. (2010).

Foi feito então um ajuste de limite superior, ou seja, que reestimou os custos a partir de mudanças em ambos os parâmetros e valores utilizados no cálculo da curva original, tal como aparece no gráfico 3. Carecendo de conhecimentos suficientes sobre o grau e a distribuição da incerteza e da heterogeneidade, os autores deste trabalho assumiram valores *ad hoc* que podem representar ajustes superiores dos dois vieses de estimação. Para isto, selecionou-se uma taxa de desconto de 25% para lidar com a incerteza, muito superior à taxa original de 8%, o que representa um retorno baixo ao investimento. Para capturar a heterogeneidade, foi utilizado, *ad hoc*, um aumento no valor do investimento de 40%, uma variação bastante alta.

GRÁFICO 3
Ajuste limite superior



Elaboração dos autores com base em Henriques Jr. (2010).

Como pode se ver nos três casos, a curva MAC original se desloca para cima. Entre as variações adotadas, os valores de investimento parecem capturar o maior ajuste no seu limite superior, enquanto as variações da taxa de desconto foram as que pior capturaram. No entanto, ainda persiste um grande segmento negativo nas curvas reestimadas indicando que devem existir possibilidades de custos muito baixos e que deveriam ser priorizados em uma política de mitigação.

3 CONCLUSÕES

A migração para uma economia de baixo carbono pode representar uma estratégia de desenvolvimento, em vez do *trade-off* que se costuma colocar entre crescimento e preservação. Importantes benefícios são gerados ao desenvolvimento socioeconômico por uma economia de baixo carbono, como a economia de energia, redução de custos de produção industriais, geração de empregos, conservação da biodiversidade, além do manejo de resíduos e a redução da poluição que representam melhoria na qualidade de vida da população, em especial a população de baixa renda.

Nesse contexto, as curvas MAC representam um instrumento para se discutir globalmente sobre a forma de mitigar emissões de GEEs, na medida em que permitem acesso às diferentes opções tecnológicas, aos seus custos e potenciais de abatimento em diferentes setores ou regiões de uma economia. Ocorre que a construção destas

curvas, realizada por abordagem tecnológica, tem apresentado expressivo volume de abatimento que poderia ser obtido a custos negativos, ou seja, ações de abatimento que gerariam receitas. Isto se observa em todas as curvas construídas para a economia brasileira.

A questão dos custos negativos encontrados leva à discussão acerca das possíveis razões para que as medidas de abatimento, que gerariam lucros, ainda não estejam sendo implementadas. Possíveis razões poderiam residir na subestimação de parâmetros de cálculo dos custos, como a taxa de desconto e os níveis de investimento necessários, refletindo, respectivamente, a incerteza e a heterogeneidade como fontes de subestimativa. Porém, este trabalho demonstrou que ainda que haja sensibilidade a estes parâmetros, os custos negativos persistem em largas medidas quando se variam positivamente os parâmetros.

Assim, pode-se concluir que para as curvas MAC do Brasil, embora ainda carreguem elementos de apropriação de custos que precisam ser mais detalhados, existem inúmeras evidências da existência de oportunidades de mitigação de custos muito baixos ou mesmo negativos, indicando que a trajetória de baixo carbono pode ser atingida sem que ocorram perdas econômicas significativas.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G.; ARAÚJO, A. M. P. Uma proposta metodológica para o cálculo do custo de capital no Brasil. **Revista de administração São Paulo**, v. 43, n. 1, p. 72-83, 2008.

BANCO MUNDIAL. **Estudo de baixo carbono para o Brasil**. Washington: Banco Mundial, 2010.

COUTO, L. Custos marginais de abatimento de gases de efeito estufa para o Brasil: uma análise industrial. 2012. 70f. Monografia (Graduação) – Instituto de Economia – UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.

EKINS, P.; KESICKI, F.; SMITH, A. **Marginal abatement cost curves**: a call for caution. London: Energy Institute; University College London. 2 abr. 2011.

GOLOVE, W. H.; ETO, J. H. **Market barriers to energy efficiency**: a critical reappraisal of the rationale for public policies to promote energy efficiency. Berkeley: University of California, Mar. 1996.

HENRIQUES JR. M. F. **Potencial de redução de emissão de gases de efeito estufa pelo uso de energia no setor industrial brasileiro**. 2010. 340 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

JAFFE, A. B.; STAVINS, R. N. The energy-efficiency gap: What does it mean? **Energy policy**, v. 22, n. 10, p. 804-810, 1994.

KESICKI, F. **Marginal abatement cost curves for policy making**: expert-based vs. model-derived curves. London: Energy Institute; University College London, 2009.

MCKINSEY. **Caminhos para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil**. São Paulo: McKinsey&Company, 2009a. 47 p.

MOTTA, R. S. *et al.* (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil**: aspectos mudança do clima no Brasil aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília: Ipea, 2011.

TURRENTINE, T. S.; KURANI, K. S. Car buyers and fuel economy? **Energy policy**, v. 35, p. 1.213-1.223, 2007.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BRASIL. Lei nº 12.187/2009 de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional Sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 29 dez. 2009. p. 109.

_____. **Plano Nacional de Energia**: PNE 2030. Rio de Janeiro: EPE, 2007.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2019**. Brasília: MME/EPE, 2010a.

_____. _____. _____. **Balanço Energético Nacional**: base 2010. Brasília: MME/EPE, 2010b. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/>. Acesso em: 10 mar. 2012.

____. _____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Segundo inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília: MCT, 2010c.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030)**. Brasília: MME, 2010d.

HENRIQUES JR., M. F.; DANTAS, F.; SCHAEFFER, R. Potential for reduction of CO2 emissions and a low-carbon scenario for the Brazilian industrial sector. **Energy policy**, v. 38, p. 1946-1961, 2010.

MCKINSEY. **China's green revolution**: prioritizing technologies to achieve energy and environmental sustainability. Australia: McKinsey&Company, 2009b. 140 p.

_____. **Environmental and energy sustainability**: an approach for India. [s.l.]: McKinsey&Company, 2009c. 90 p.

_____. **Pathways to a low carbon and energy efficient Russia**: opportunities to increase energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions. Australia: McKinsey&Company, 2009d. 134 p.

SCHAEFFER, R. *et al*. **Sistema brasileiro de *cap-and-trade* no setor industrial**: vantagens, desafios, reflexos na competitividade internacional e barreiras à implementação. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010.