Opções de Mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEE) em Setores-Chave do Brasil

Régis Rathmann e Maurício Francisco Henriques Jr.

Identificação do Projeto

- ✓ Agência implementadora: PNUMA
- ✓ Financiamento: Doação do Global Environment Facility (GEF)
- ✓ Execução: MCTI/PNUMA
- ✓ Título do Projeto: Opções de Mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEE) em Setores-Chave do Brasil
- ✓ Período: 12/2012 a 11/2015 (36 meses)
- ✓ Custo: US$ 16.172.400 (US$ 4.180.000 – GEF; US$ 11.890.000 – Governo Brasileiro; US$ 102.400 – PNUMA)

Objetivo

Ajudar o governo brasileiro a reforçar a sua capacidade técnica de apoiar a implementação de ações de mitigação de emissões de gases de efeito estufa em setores-chave da economia (indústria, energia, transportes, residencial e serviços, LULUCF, gestão de resíduos e outras alternativas intersetoriais).

Justificativa

- ✓ Produzir estimativas mais recentes, e integradas, para as projeções de emissões da linha de base, os potenciais de mitigação em setores específicos e as curvas de custos marginais de abatimento em setores específicos.
  - "Brasil Low Carbon - Country Case Study 2010“ - Banco Mundial.
  - "Pathways to a Low-carbon Economy for Brazil“ - McKinsey & Company.

- ✓ A análise integrada permite estimar o potencial de mitigação (técnico / econômico) de medidas, por definição intersetoriais e excludentes (por exemplo, medidas de eficiência energética e de produção de calor pelo processo de cogeração).

Justificativa

- ✓ Estimar os custos do potencial de mitigação para a competitividade industrial (impactos diretos) e para a economia brasileira (impactos indiretos).
- ✓ Avaliar a possibilidade de ganhos, por meio da inovação, para a redução das emissões de GEE no Brasil.
- ✓ Reforçar a expertise técnica do Governo Brasileiro e dos governos estaduais para o apoio à implementação de ações de mitigação das emissões de GEE.

Resultados esperados

- ✓ Subsidiar o governo brasileiro em seus esforços para reduzir as emissões de GEE e promover o desenvolvimento nacional sustentável.
- ✓ Gerar dados e informações para apoiar a implementação de opções de mitigação, visando contribuir para o alcance das metas em um quadro de desenvolvimento sustentável.
  - ✓ Três cenários serão considerados: a) Cenário de Referência (ou linha de base), b) Cenário de Baixo Carbono, e c) Cenário de Baixo Carbono com Inovação.
- ✓ Elaborar um cenário de referência atualizado com base nos dados mais recentes disponíveis e elaborar novos cenários de baixo carbono, sempre para os períodos 2012-2035 e 2035-2050.

Resultados esperados

- ✓ Mapear o potencial e o custo de mitigação brasileiro nos seguintes setores: indústria, energia, transportes, residencial e serviços; LULUCF; gestão de resíduos; e opções de mitigação intersetoriais.
- ✓ Aprimorar a capacidade do governo brasileiro no enfrentamento às ameaças da mudança climática com políticas e medidas estratégicas adaptadas.
- ✓ Fortalecer a capacidade do governo brasileiro para:
  - Estimar as emissões de GEE em setores-chave;
  - Aumentar a sua capacidade de lidar com as ameaças ambientais por meio de políticas e medidas estratégicas adaptadas;
  - Melhor avaliar seu potencial de mitigação das mudanças climáticas;
  - Definir as melhores ações de mitigação; e
  - Apoiar a implementação destas ações.

Componentes, produtos e atividades

Componente 1

GEF: US$ 1.669.772
Co-financiamento: US$ 4.380.922

Período: 12/2012 a 05/2014

Avaliação do potencial de redução de emissões de GEE e estimativa de custos de abatimento para o setor industrial

✓ Atividades:

a) Descrição do setor e definição das "Melhores Tecnologias Disponíveis" (MTD).

b) Definição de uma linha de base para o consumo de energia e as emissões (diretas e indiretas) de GEE do setor industrial.

c) Identificação de taxas de desconto do setor industrial.

d) Avaliação técnico-econômica das opções de mitigação.

e) Avaliação do potencial de inovação e dos custos de opções de mitigação no setor industrial.

f) Identificação de mecanismos de política pública para promover o abatimento de GEE no setor industrial.

Avaliação do potencial de redução de emissões de GEE e estimativa de custos de abatimento para os setores de energia, transportes, residencial, serviços, LULUCF e gestão de resíduos

- ✓ Atividades:

a) Descrição do setor e definição das "Melhores Tecnologias Disponíveis".

b) Definição de uma linha de base para o consumo de energia e as emissões de GEE.

c) Identificação de taxas de desconto.

d) Avaliação técnico-econômica das opções de mitigação.

e) Avaliação do potencial de inovação e dos custos de opções de mitigação.

f) Identificação de mecanismos de política pública para promover o abatimento de GEE.

Avaliação do potencial de redução de emissões de GEE e estimativa de custos de abatimento para opções intersetoriais de mitigação

✓ Atividades:

a) Captura e Armazenamento de Carbono (CAC).

b) Redes inteligentes.

c) Carros elétricos, entre outros.

d) Modelagem e estimativa de curvas de aprendizagem.

e) Identificação de mecanismos de política pública para promover o abatimento de GEE em opções intersetoriais de mitigação .

Componente 2

GEF: US$ 1.227.765
Co-financiamento: US$ 4.380.918

Período: 05/2014 a 05/2015

Teste de MRV e análise integrada de alternativas de abatimento de emissões de GEE em um modelo de otimização que inclui todas as cadeias de energia e todos os setores emissores de GEE analisados para o Brasil

- ✓ Atividades:
  - a) Elaboração e descrição do modelo.
  - b) Avaliação de políticas de baixo carbono setoriais e específicas.
  - c) Teste doméstico de MRV.
  - d) Elaboração de cenários integrados.
  - e) Elaboração de cenário integrado de baixo carbono com inovação e de curvas de aprendizagem estimadas.
  - f) Cenários integrados de abatimento nos setores de energia e LULUCF (vinculação dos créditos de redução de emissões de LULUCF aos mercados de carbono e análise dos efeitos sobre a mitigação associada à energia e à inovação tecnológica)

Análise dos impactos das políticas de baixo carbono sobre a economia brasileira

- ✓ Atividades:

a) Elaboração e descrição do modelo.

b) Análise dos impactos das políticas de baixo carbono sobre a competitividade da economia brasileira (por exemplo, utilização de modelo EGC-ENVISAGE).

c) Análise dos impactos intangíveis das políticas de baixo carbono sobre determinados setores econômicos.

d) Análise dos custos da inovação e das fontes de financiamento.

e) Análise da diferença entre os impactos econômicos do item (b) acima e os diferentes critérios de atribuição de metas de redução das emissões de GEE.

Componente 3

GEF: US$ 902.504
Co-financiamento: US$ 2.047.160

Período: 12/2012 a 11/2015

Treinamento específico de instituições federais e estaduais, bem como de organizações da sociedade civil e das cidades-sede da Copa, para ações de mitigação

- ✓ Atividades:

  a) Elaboração de materiais de treinamento e informação.

  b) Elaboração de oficinas para pessoal técnico.

  c) Elaboração de eventos de capacitação para pessoal técnico de instituições federais, estaduais e de cidades-sede da Copa do Mundo 2014.

  d) Estratégia de divulgação.

Exemplificando

GOVERNO DO Rio de Janeiro

Secretaria do Ambiente

Subsecretarias - SEA

Impactos da Adoção de Possíveis Metas de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa sobre Setores Energointensivos do Estado do Rio de Janeiro: Alternativas e Custos de Mitigação

Coordenadores: Roberto Schaeffer e Alexandre Szklo

Equipe Técnica: Maurício F. Henriques Jr., Régis Rathmann, Isabella V. L. da Costa, Larissa P. P. Nogueira, Pedro Rochedo e Nathalia Dreyer

COPPE UFRJ

Programa de Planejamento Energético
COPPE / UFRJ

- ✓ Objetivos:

Descrever os setores industriais energointensivos do estado do Rio de Janeiro, apresentando-se suas estruturas de consumo energético e de emissões em cenários de referência e de baixo carbono para o período 2012-2030

Dimensionar impactos, desafios e oportunidades, sobre/para a indústria fluminense, de possível adoção de metas de redução de emissão em nível estadual

- ✓ Segmentos analisados:

a) petróleo e gás natural, b) refino, c) geração elétrica, d) ferro-gusa e aço, e) cerâmica, f) cimento, g) químico e petroquímico, h) outras indústrias

"Melhores Tecnologias Disponíveis", taxas de desconto, potenciais e custo de abatimento

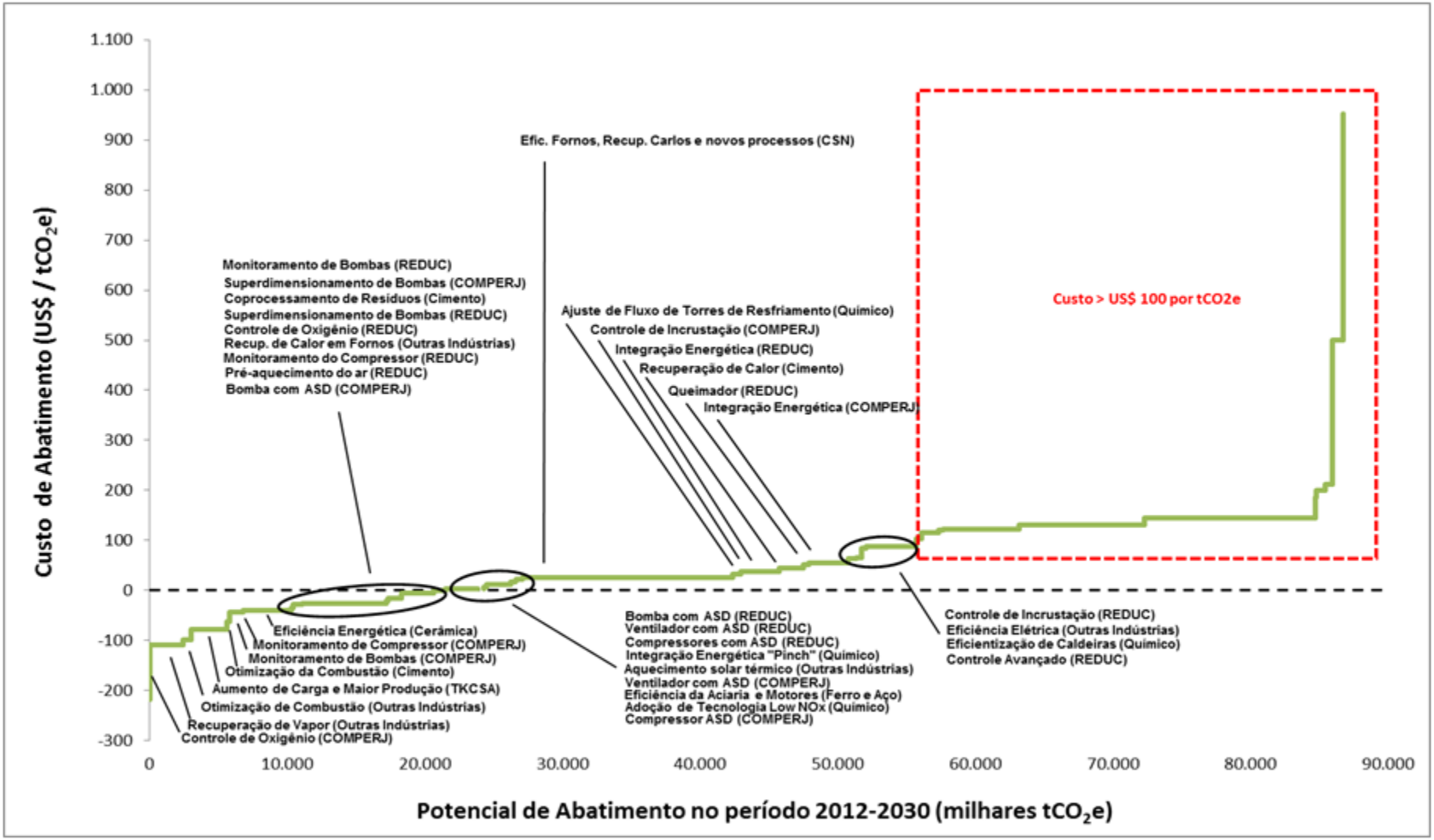
Outras Indústrias (Alimentos e bebidos, vidro, têxtil/confecções, papel e celulose)

Medidas	Potencial de Abatimento Médio (tCO2e/ano)	Potencial Total de Abatimento (tCO2e)	Taxa de Desconto	Custo de Abatimento (US$/tCO2e)
Otimização da combustão	31.800	572.406	Social	-164,9
			Mercado	-98,0
Recuperação de vapor	133.919	2.410.549	Social	-219,3
			Mercado	-110,5
Recuperação de calor em fornos	116.949	2.105.089	Social	-141,2
			Mercado	-5,8
Sistemas de aquecimento solar térmico	65.594	1.180.688	Social	-48,4
			Mercado	11,9
Eficientização dos sistemas elétricos	21.186	381.344	Social	-161,6
			Mercado	65,9

Potencial técnico e curva de custo marginal de abatimento

Potencial Técnico de Abatimento (tCO2e)	Taxa de Desconto			
	8% a.a.	%	15% a.a.	%
Potencial com custo menor ou igual a US$ 0	45.274.022	52%	21.478.301	25%
Potencial com custo > US$ 0 e < US$ 25	0	0%	5.578.932	6%
Potencial com custo > US$ 25 e < US$ 50	6.226.262	7%	20.465.267	24%
Potencial com custo > US$ 50 e < US$ 100	4.921.484	6%	8.173.916	9%
Potencial com custo > US$ 100	30.335.364	35%	31.060.716	36%
Total	**86.757.132**	100%	**86.757.132**	100%

Curva de custos marginais de abatimento para medidas de mitigação com taxa de desconto de mercado (15% a.a.)



Notas:

Medidas com CMA maior do US$ 100 por tCO_2e: modernização de bombas (COMPERJ); captura de CO2 (químico); controle avançado (COMPERJ); substituição de motores elétricos (cimento); economia de eletricidade (cerâmica); modernização de bombas (REDUC); modernização de compressor (REDUC e COMPERJ); inovação de processo (químico); queimador (COMPERJ).

Medidas concorrentes e com e com CMA maior do que US$ 100 por tCO_2e: oxi e pós-combustão (U-1251, F-3901, 530 MW e fornos), UGH SMR / PSA-Eco, UGH SMR / MDEA Eco, UGH ATR / MDEA e UGH SMR/MDEA na REDUC e no COMPERJ.

Potencial econômico e de mercado de abatimento

Preços de carbono (US$/tCO2) nos diferentes cenários entre 2012-2030

Cenário	Preço				
	2012	2015	2020	2025	2030
A	16	13	20	25	30
B	22	25	32	41	50

O cenário de preço de carbono indica quando a medida se viabiliza economicamente, passando com isso, salvo restrições tecnológicas (i.e.: tempo de maturação da tecnologia), a mitigar.

	Custo Marginal de Abatimento (US$/tCO2e)	Ano de Viabilização da Atividade (A/B)*	Custo Marginal de Abatimento (US$/tCO2e)	Ano de Viabilização da Atividade (A/B)*
	Taxa de desconto de 8% a.a		Taxa de desconto de 15% a.a	
Químico e Petroquímico				
Integração Energética "Pinch"	-115	2015 / 2015	7,0	2015 / 2015
Adoção da Tecnologia "Low NOx"	-79	2015 / 2015	19,0	2020 / 2015
Ajuste de fluxo de torres de resfriamento	-260	2015 / 2015	26,0	2027 / 2017
Eficientização de caldeiras	-66	2015 / 2015	84,0	N.V. / N.V.
Captura de CO2	101	N.V. / N.V.	122,0	N.V. / N.V.
Inovação de Processo	400	N.V. / N.V.	500,0	N.V. / N.V.

Legenda: N.V.: Não viabilizada.
* Ano de viabilização da atividade em face dos diferentes cenários de preço do carbono e da penetração da tecnologia.

Potencial econômico e de mercado de abatimento

Abatimento Setorial e Total no Cenário A de Preços de Carbono				
Setor	Taxa de Desconto			
	15% a.a.	%	8% a.a.	%
REFINO (REDUC)	4.335.945	14,1%	4.734.704	10,4%
REFINO (COMPERJ)	3.206.955	10,4%	3.494.109	7,7%
FERRO-GUSA E AÇO	6.812.510	22,2%	18.223.147	40,2%
CIMENTO	6.370.014	20,7%	8.138.544	17,9%
CERÂMICA	3.521.554	11,5%	3.522.466	7,8%
OUTRAS INDÚSTRIAS	6.268.732	20,4%	6.650.076	14,7%
QUÍMICO	230.069	0,7%	582.799	1,3%
Abatimento Total	**30.745.778**		**45.345.845**	
Emissão Total	**1.146.425.833**		**1.146.425.833**	
Abatimento / Emissão (%)	**2,7%**		**4,0%**	

Abatimento Setorial e Total no Cenário B de Preços de Carbono				
Setor	Taxa de Desconto			
	15% a.a.	%	8% a.a.	%
REFINO (REDUC)	5.556.607	13,0%	6.129.746	12,9%
REFINO (COMPERJ)	3.769.349	8,8%	4.427.808	9,3%
FERRO-GUSA E AÇO	16.376.160	38,3%	18.223.147	38,2%
CIMENTO	6.971.592	16,3%	8.138.544	17,1%
CERÂMICA	3.521.554	8,2%	3.522.466	7,4%
OUTRAS INDÚSTRIAS	6.268.732	14,7%	6.650.076	13,9%
QUÍMICO	256.203	0,6%	582.799	1,2%
Abatimento Total	**42.720.197**		**47.674.586**	
Emissão Total	**1.146.425.833**		**1.146.425.833**	
Abatimento / Emissão (%)	**3,7%**		**4,2%**	

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Planejamento Energético - COPPE

Tese de Doutorado

IMPACTOS DA ADOÇÃO DE METAS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA SOBRE A COMPETITIVIDADE DE SETORES INDUSTRIAIS ENERGOINTENSIVOS DO BRASIL

Régis Rathmann

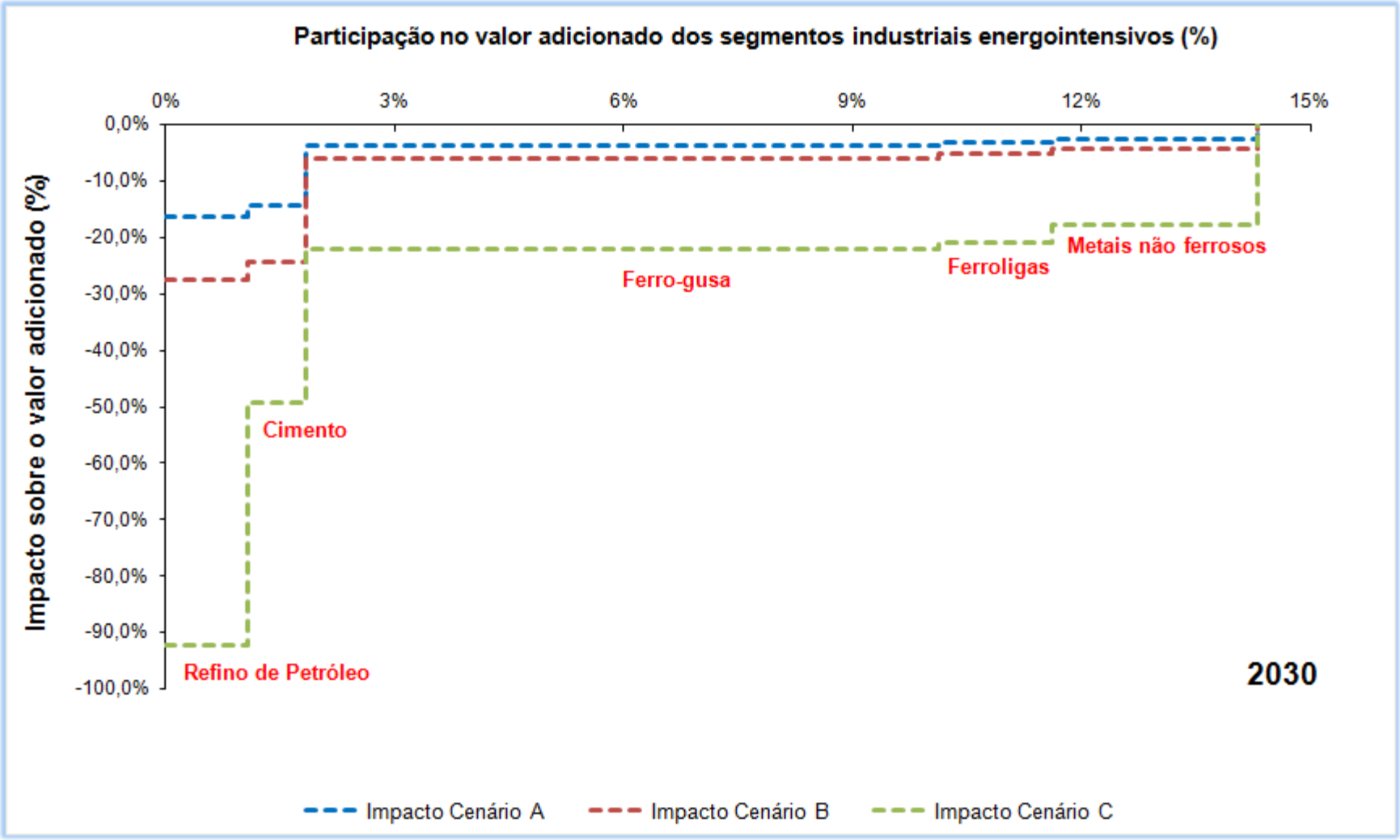
Orientadores: Alexandre Szklo e Roberto Schaeffer

Junho / 2012

Impacto sobre custos de produção

Impacto sobre o Custo (%)	Cenário A				Cenário B				Cenário C			
	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030
Alimentos e Bebidas	0,00%	0,01%	0,03%	0,05%	0,00%	0,02%	0,05%	0,09%	0,00%	0,06%	0,17%	0,36%
Cerâmica	0,02%	0,13%	0,29%	0,45%	0,03%	0,22%	0,47%	0,76%	0,06%	0,69%	1,69%	3,09%
Cimento (sem emissões de processo)	0,11%	1,00%	2,28%	4,60%	0,21%	1,63%	3,77%	7,72%	0,39%	5,15%	13,45%	31,30%
Cimento (com emissões de processo)	0,29%	2,44%	4,93%	8,65%	0,56%	3,96%	8,17%	14,53%	1,03%	12,52%	29,12%	58,91%
Extrativo Mineral	0,01%	0,12%	0,28%	0,53%	0,02%	0,19%	0,46%	0,89%	0,04%	0,60%	1,64%	3,62%
Ferro-gusa e Aço	0,03%	0,29%	0,66%	1,28%	0,06%	0,47%	1,10%	2,14%	0,11%	1,47%	3,91%	8,68%
Ferroligas	0,01%	0,08%	0,18%	0,33%	0,02%	0,13%	0,30%	0,56%	0,03%	0,42%	1,05%	2,28%
Metalurgia de Metais Não Ferrosos	0,02%	0,21%	0,47%	0,82%	0,05%	0,35%	0,79%	1,38%	0,08%	1,10%	2,81%	5,61%
Outras Indústrias	0,00%	0,04%	0,08%	0,14%	0,01%	0,06%	0,13%	0,24%	0,01%	0,18%	0,48%	0,97%
Papel e Celulose	0,01%	0,09%	0,20%	0,36%	0,02%	0,15%	0,33%	0,60%	0,03%	0,46%	1,19%	2,42%
Químico	0,01%	0,08%	0,17%	0,30%	0,02%	0,12%	0,28%	0,51%	0,03%	0,39%	0,99%	2,07%
Refino de Petróleo	0,01%	0,09%	0,20%	0,36%	0,02%	0,14%	0,33%	0,60%	0,03%	0,45%	1,19%	2,44%
Têxtil	0,00%	0,01%	0,01%	0,03%	0,00%	0,01%	0,02%	0,05%	0,00%	0,04%	0,09%	0,20%
Total na Indústria (sem processo)	**0,01%**	**0,08%**	**0,18%**	**0,33%**	**0,02%**	**0,13%**	**0,29%**	**0,55%**	**0,02%**	**0,40%**	**1,05%**	**2,22%**
Total na Indústria (com processo)	**0,01%**	**0,09%**	**0,20%**	**0,36%**	**0,03%**	**0,14%**	**0,33%**	**0,60%**	**0,03%**	**0,46%**	**1,17%**	**2,44%**

Impacto sobre o valor adicionado



Obrigado!

Informações adicionais dos consultores (Fase: Elaboração da proposta)

Expertise técnica

1. Brazil Low Carbon – Country Case Study 2010. Contratante: Banco Mundial – Período: 2008-2010

2. Climate change and energy security. Contratante: Governo do Reino Unido – Período: 2007-2008

3. Economia das mudanças climáticas no Brasil. Contratante: Banco Mundial – Período: 2008-2009

4. MBM no transporte marítimo e potenciais impactos no Brasil. Contratante: WWF – Ano: 2012

Expertise técnica

5. Impactos da adoção de metas de redução de emissão de gases de efeito estufa sobre setores energointensivos do estado do Rio de Janeiro. Contratante: SEA/RJ – Período: 2011-2012

6. Estado-da-Arte da Captura e Armazenamento de Dióxido de Carbono Proveniente de UTES a Carvão Contratante: MPX – Período: 2010-2012

7. Sistema brasileiro de cap-and-trade no setor industrial: vantagens, desafios, reflexos na competitividade internacional e barreiras à implementação. Contratante: FBDS – Ano: 2010.

8. Estudo sobre as ameaças e as oportunidades relativas ao problema das mudanças climáticas globais sobre o setor de petróleo. Contratante: Petrobras – Período: 2010-2012

...

Expertise técnica (coordenadores)

Roberto Schaeffer

- PhD. Pela UPENN;
- CLA e LA do IPCC desde 1998;
- Coordenador do capítulo de transportes do AR5;
- Editor dos periódicos Energy e Climate Policy.

Expertise técnica (coordenadores)

Alexandre Szklo

- Professor-adjunto do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ;
- Autor de inúmeros artigos em periódicos científicos indexados e orientador de teses de doutorado e dissertações de mestrado nos temas de eficiência energética, matriz energética, cogeração, biocombustíveis, refino de petróleo, mercado de petróleo e derivados e mudanças climáticas;
- Autor de livros como Climate Impacts on Energy Systems - Key Issues for Energy Sector Adaptation; Geopolítica e Gestão Ambiental do Petróleo; Country Profile on Sustainable Development, entre outros;
- Coordenador dos projetos de pesquisa e extensão citados anteriormente.