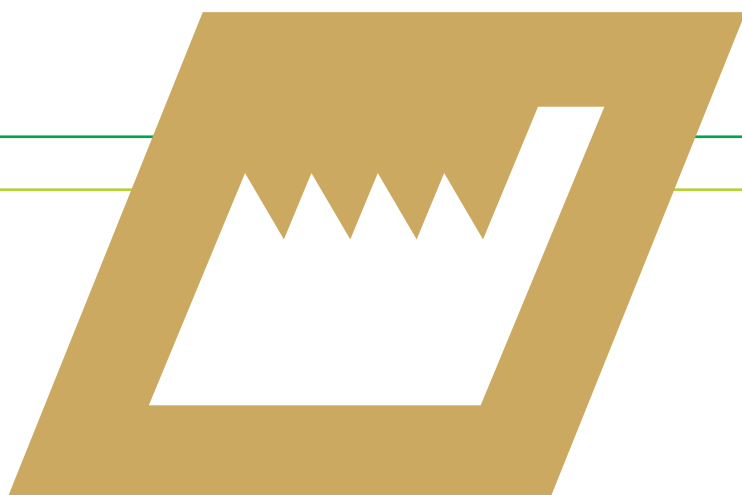




*Opções de Mitigação de Emissões
de Gases de Efeito Estufa em
Setores-Chave do Brasil*



ANÁLISE DE SENSIBILIDADE A VARIÁVEIS CRÍTICAS DO SETOR INDUSTRIAL

RÉGIS RATHMANN
ROBERTO SCHAEFFER
ALEXANDRE SZKLO
ANDRÉ LUCENA
BRUNO CUNHA
RAFAEL GARAFFA

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE A VARIÁVEIS CRÍTICAS DO SETOR INDUSTRIAL

Brasília
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
ONU Meio Ambiente
2017

República Federativa do Brasil

Presidente da República

Michel Temer

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Gilberto Kassab

Secretário Executivo

Elton Santa Fé Zacarias

Secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento

Jailson Bittencourt de Andrade

Diretor do Departamento de Políticas e Programas de Ciências

Sávio Túlio Oselieri Raeder

Coordenador-Geral do Clima

Márcio Rojas da Cruz

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – ONU Meio Ambiente

Diretor Executivo da ONU Meio Ambiente

Erik Solheim

Diretor Regional da ONU Meio Ambiente para América Latina e Caribe

Leo Heileman

Representante da ONU Meio Ambiente no Brasil

Denise Hamú

EQUIPE TÉCNICA DO MCTIC

Coordenador-Geral do Clima

Márcio Rojas da Cruz

Diretor Nacional do Projeto Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil

Ricardo Vieira Araujo

Coordenador do Projeto Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil

Antônio Marcos Mendonça

Coordenador Técnico do Projeto Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil

Régis Rathmann

EQUIPE TÉCNICA

Andréa Nascimento de Araújo

Lidiane Rocha de Oliveira Melo

Marcela Cristina Rosas Aboim Raposo

Moema Vieira Gomes Corrêa (Diretora Nacional do Projeto até outubro de 2016)

Rodrigo Henrique Macedo Braga

Sonia Regina Mudrovitsch de Bittencourt

Susanna Erica Busch

EQUIPE ADMINISTRATIVA

Ana Carolina Pinheiro da Silva

Andréa Roberta dos Santos Campos

Maria do Socorro da Silva Lima

Ricardo Morão Alves da Costa

EQUIPE TÉCNICA DA ONU MEIO AMBIENTE

Francine Costa Vaurof

Patricia Taboada

Guilherme Sattamini

Maria Claudia Cambraia

AUTOR

Régis Rathmann

Roberto Schaeffer

Alexandre Szklo

André Lucena

Bruno Cunha

Rafael Garaffa

Revisão

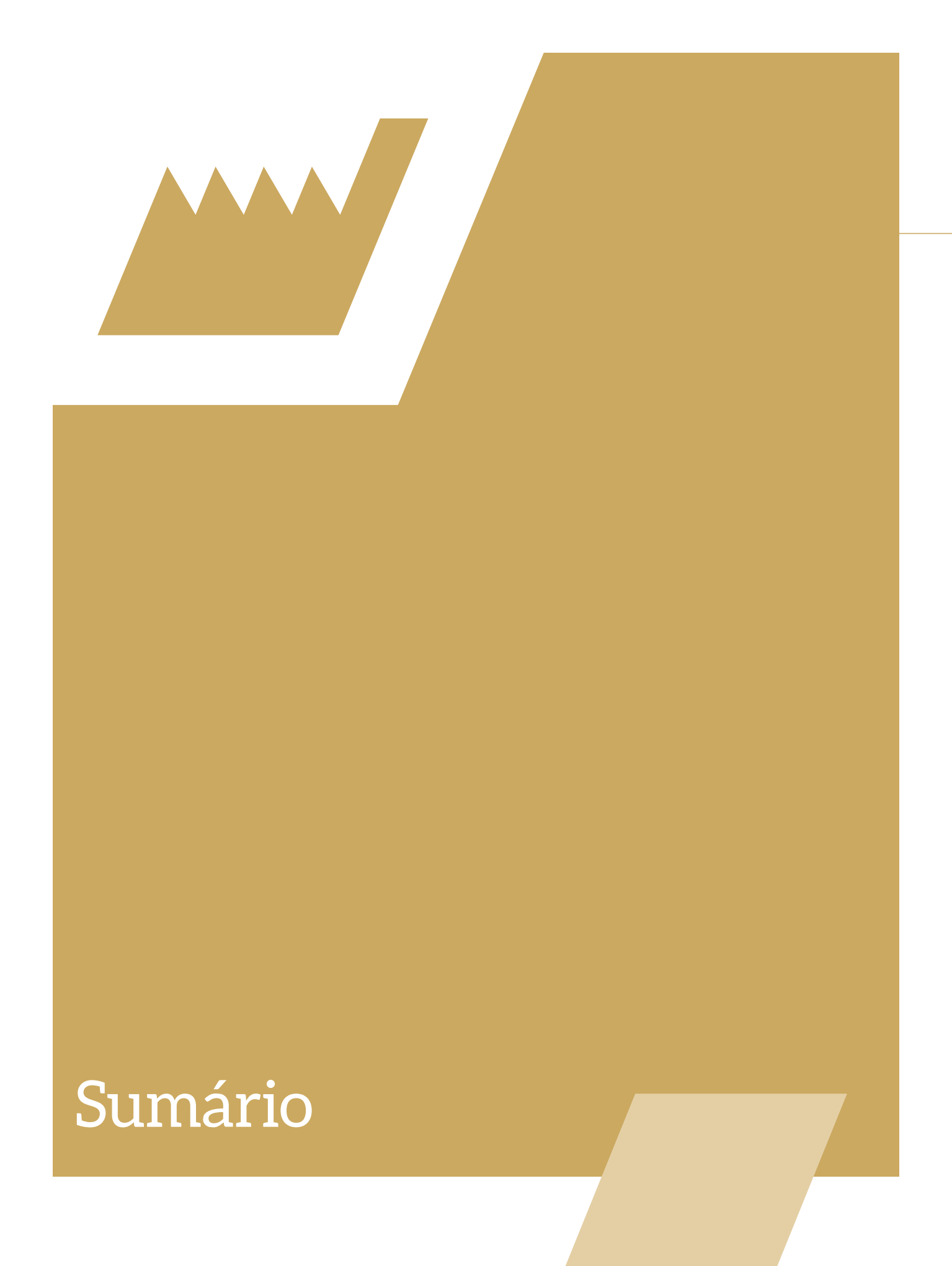
Anna Cristina de Araújo Rodrigues

Projeto Gráfico

Capitular Design Editorial

Editoração

Phábrica de Produções: Alecsander Coelho e Paulo Ciola (direção de arte); Ércio Ribeiro, Icaro Bockmann, Kauê Rodrigues, Marcelo Macedo e Rodrigo Alves (diagramação)

The background features a large, solid gold shape on the left and a large, solid beige shape on the right. A smaller gold shape with a jagged, sawtooth-like top edge is positioned in the upper left. A thin horizontal gold line is visible on the right side. In the bottom right corner, there is a smaller, tilted beige shape.

Sumário

INTRODUÇÃO	5
1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS APLICADOS PARA REVISÃO DE CUSTOS NA MODELAGEM INTEGRADA	7
1.1 COMPETITIVIDADE E PRODUTIVIDADE NO BRASIL.....	9
1.2 AMBIENTE DE NEGÓCIOS E BARREIRAS À COMPETITIVIDADE.....	14
1.3 MENSURAÇÃO DO FATOR DE SOBRECUSTO A SER APLICADO NA MODELAGEM INTEGRADA ...	19
1.3.1 Fator de localização (FL).....	19
1.3.2 Infraestrutura e eficiência regional (ER).....	22
1.3.3 Atraso, escopo e contingência (FCB)	24
1.3.4 Fator total de sobrecusto (FS).....	26
2 POTENCIAIS DAS AÇÕES DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	37

The background features a large, solid gold shape that resembles a stylized letter 'L' or a corner. In the upper left, there is a smaller gold shape with a jagged, sawtooth-like top edge. At the bottom right, a tan-colored parallelogram is partially visible, overlapping the gold shape.

Introdução

INTRODUÇÃO

Os cenários integrados de emissões reportados na publicação *Modelagem integrada e impactos econômicos de opções setoriais de baixo carbono* (MCTIC, 2017a), consideraram custos de capital e custos de operação e manutenção (O&M), aplicáveis aos projetos energéticos e tecnologias de baixo carbono, comumente baseados em dados reportados na literatura internacional. Porém, a realidade aponta para a existência de sobrecustos relacionados com a estrutura tributária, econômica e regulatória nacional.

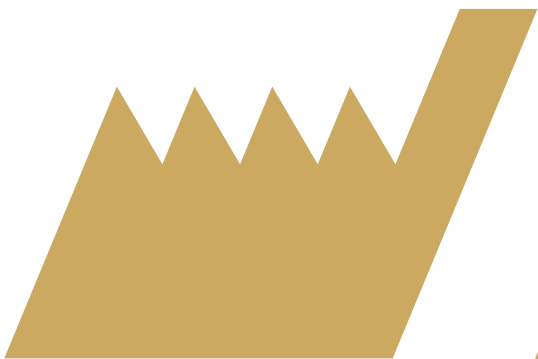
Projetos de instalações energéticas de certa complexidade e escala previstos nos cenários de referência para o Brasil, assim como tecnologias de baixo carbono, particularmente com baixo conteúdo local, tendem a apresentar sobrecustos e/ou prazos de implementação acima dos previstos conforme a literatura técnico-científica e a análise de processos em engenharia. Esse aspecto não foi considerado em MCTIC (2017a), assim justificando a realização dessa análise de sensibilidade.

Mais do que isso, interações com atores do setor industrial no âmbito do projeto “Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil”, demonstraram a necessidade de incorporar o efeito do chamado “custo Brasil” aos cenários de emissões.

Assim, essa publicação objetiva mensurar o impacto em termos dos potenciais e custos de abatimento das emissões de GEE, relativamente à rodada base apresentada em MCTIC (2017a), decorrente da adequação dos custos de capital e O&M ao contexto nacional.

Para tanto, é realizada uma nova rodada de simulação integrada no modelo MSB8000. Os cenários dessa rodada de sensibilidade, intitulada “rodada de sensibilidade da indústria – SensInd”, serão avaliados comparativamente à “rodada base - Base” reportada em MCTIC (2017a). Como proxy de custos das tecnologias consideradas nos cenários de referência (REF) e baixo carbono (BC), será obtido um fator de sobrecusto, o qual será aplicado aos custos de capital e O&M das tecnologias consideradas no modelo. Para discriminar somente efeitos em termos de potenciais e custos de abatimento sobre a indústria, não serão reportados impactos detalhados sobre os demais setores econômicos.

Nesse estudo, o setor industrial abrange os seguintes subsetores: alimentos e bebidas; cerâmica; cimento; ferro-gusa e aço; ferroligas; metalurgia de metais não ferrosos; mineração e pelotização; outras indústrias; papel e celulose; químico; têxtil. Entretanto, semelhantemente à MCTIC (2017a), opta-se por apresentar os cenários de emissões ao nível agregado do setor industrial.



Procedimentos metodológicos aplicados para revisão de custos na modelagem integrada

Capítulo

1

1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS APLICADOS PARA REVISÃO DE CUSTOS NA MODELAGEM INTEGRADA

A construção de cenários integrados de emissões de GEE, reportada na publicação *Modelagem integrada e impactos econômicos de opções setoriais de baixo carbono* (MCTIC, 2017a), considerou custos de capital e custos de O&M, aplicáveis aos projetos energéticos e tecnologias de baixo carbono, comumente baseados em dados reportados na literatura internacional. Porém, a realidade nacional tem indicado que amiúde tais projetos enfrentam sobrecustos e atrasos.

Desde o final do século passado, a indústria manufatureira, em termos globais, tem apresentado transformações estruturais. Estimulada por diferentes fatores, como baixo custo do trabalho, redução de custos logísticos e de tecnologia de informação, a produção começou a se transferir dos países industrializados para países em desenvolvimento. Porém, mesmo com o avanço do processo da globalização, a indústria brasileira, destoando dos países emergentes, vem perdendo competitividade nos últimos anos: sua participação no valor adicionado mundial encolheu de 1,85%, em 2003, para 1,66%, em 2013 (CNI, 2015a).

Em suma, o objetivo inicial deste capítulo é avaliar fatores que estão presentes na economia brasileira e que resultam em custos adicionais a empreendimentos de infraestrutura de grande porte no setor energético brasileiro. A quantificação desses fatores é tarefa complexa, mas crucial diante dos sobrecustos e atrasos enfrentados por projetos de instalações energéticas no Brasil. A maior parte da literatura existente tem enfoque qualitativo sobre a questão. Contudo, diante da relevância do tema para a economia brasileira, estudos mais recentes procuram mensurar tais fatores.

Nesse contexto, são mensurados fatores de sobrecusto para projetos energéticos no país de forma a introduzi-los no modelo MSB8000, visando a obtenção de novos potenciais e custos de abatimento para o setor industrial. Serão avaliados sobrecustos, por região, em projetos de hidrelétricas, refinarias, usinas termelétricas (UTE) a carvão e gás natural e usinas termonucleares. Como *proxy* de custos das tecnologias consideradas nos cenários de referência (REF) e baixo carbono (BC), a mediana do sobrecusto será aplicada aos custos de capital e O&M das tecnologias empregadas nos subsetores industriais no modelo MSB8000.

Os cenários dessa rodada de sensibilidade (SensInd), serão avaliados comparativamente à rodada base (Base) reportada em MCTIC (2017a).

O capítulo está estruturado em três seções. A primeira seção sintetiza a literatura recente que trata da competitividade e produtividade na indústria brasileira e enfatiza os impactos desses fatores sobre o setor da construção civil. Em seguida, são apresentadas as barreiras e os desafios existentes à realização de investimentos no ambiente de negócios brasileiro, como carga tributária e gargalos logísticos. Por fim, é descrita a metodologia e obtido o fator de sobrecusto que será utilizado para realizar a análise de sensibilidade nos cenários de emissões reportados em MCTIC (2017a), com foco no setor industrial.

1.1 COMPETITIVIDADE E PRODUTIVIDADE NO BRASIL

A competitividade é um conceito relativo, pois depende da comparação dos preços e da qualidade dos produtos no mercado. Por sua vez, o preço depende dos custos envolvidos na produção, da produtividade, bem como dos custos de transação, os quais nem sempre estão ligados diretamente ao processo produtivo. Assim, o potencial competitivo de uma economia pode ser avaliado a partir da análise dos fatores que condicionam a capacidade de suas empresas para o manejo eficaz do preço e da diferenciação do seu produto, como: i) ambientes macro e microeconômico; ii) nível educacional da população; iii) disponibilidade e custo de mão de obra e de capital; iv) tecnologia e inovação; v) infraestrutura e logística; vi) peso da tributação; e vii) burocracia.

De acordo com CNI (2015b), o Brasil ocupava em 2014 a penúltima posição vis-à-vis um conjunto de 15 países selecionados em função das suas características econômico-sociais e/ou da natureza de sua participação no mercado internacional.¹ Na Figura 1, é possível observar a posição competitiva dos países selecionados, com destaque para o Brasil.

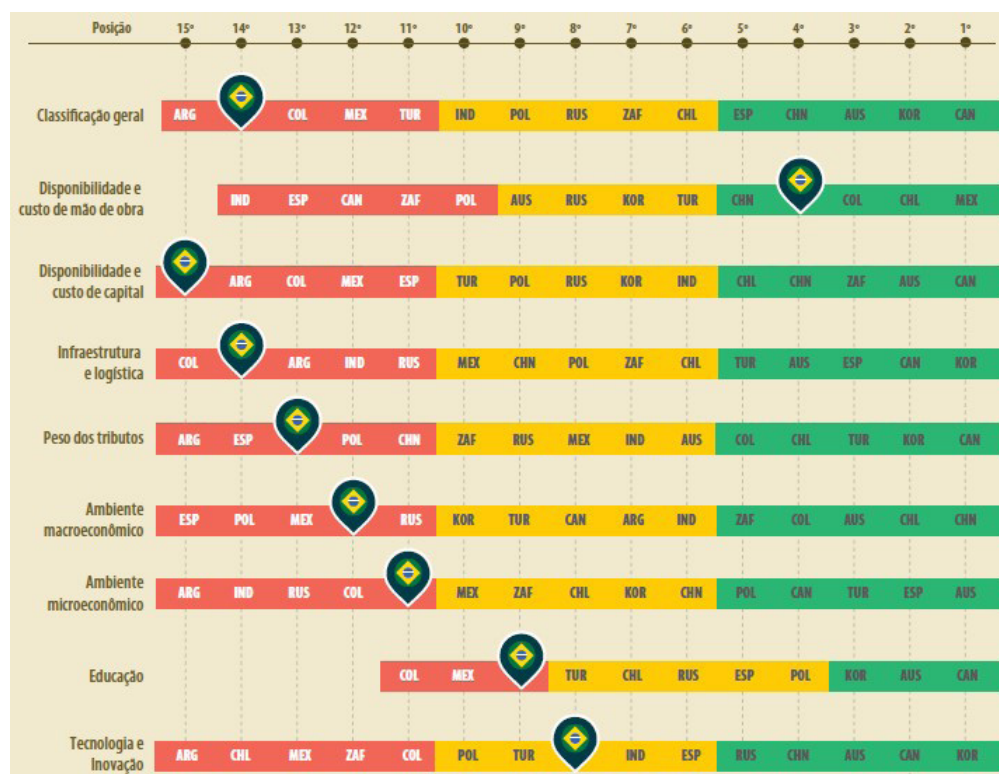


Figura 1 – Posição Competitiva dos 15 Países Selecionados

Fonte: CNI, 2015b

1 Além do Brasil, o estudo avalia África do Sul, Argentina, Austrália, Canadá, Chile, China, Colômbia, Coreia do Sul, Espanha, Índia, México, Polônia, Rússia e Turquia.

Dentre os determinantes da competitividade, o Brasil se encontra majoritariamente no terço inferior da classificação, sendo a pior posição brasileira entre os fatores obtida em “Disponibilidade e Custo de Capital” devido à alta taxa de juros real de curto prazo e ao *spread* bancário.² Por outro lado, a melhor posição do Brasil entre os fatores se dá em “Disponibilidade e Custo de Mão de Obra” e deve-se, sobretudo, ao melhor posicionamento do país na variável participação da população economicamente ativa (PEA) na população.

O Brasil teria obtido posição superior nesse indicador não fossem a baixa produtividade do trabalho na indústria e o alto custo do trabalho. Na Figura 2, é possível observar a evolução do custo unitário do trabalho (CUT)³ do Brasil em relação aos países selecionados.⁴ O CUT aumenta, reduzindo a competitividade brasileira, com o aumento do salário real efetivo, a apreciação do real e a redução da produtividade efetiva.

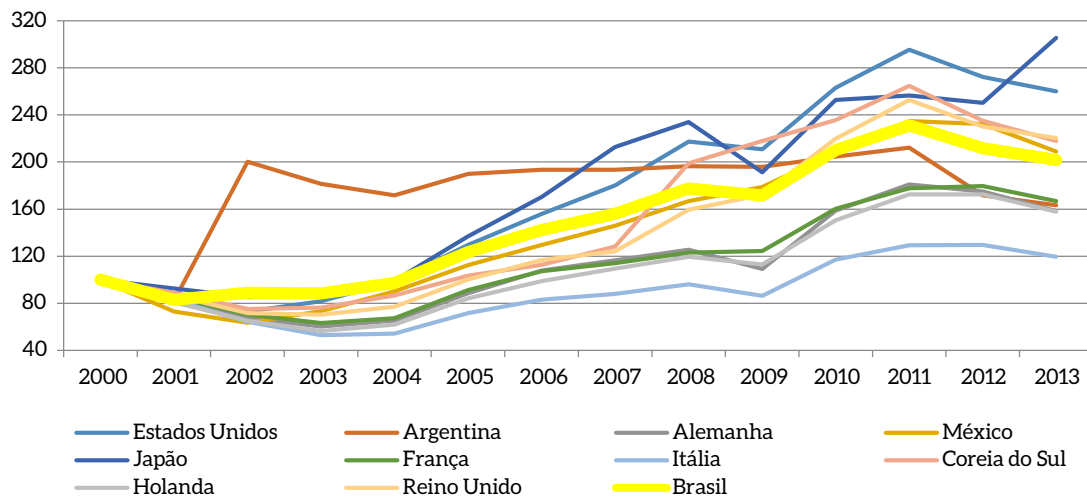


Figura 2 – Comparação do Custo Unitário do Trabalho entre Países (Índice 2.000 = 100)

Fonte: CNI, 2015a

A produtividade, componente fundamental do crescimento econômico, consiste no efeito combinado das tecnologias e da qualidade dos insumos, como capital e trabalho, adotados no processo produtivo. De acordo com Mation (2014), o crescimento econômico do Brasil foi fundado essencialmente na acumulação de fatores de produção, e não no crescimento da produtividade. Durante as décadas de 1960 e 1970, o país apresentou significativos aumentos de produtividade, entretanto, desde o final da década de 1970, a produtividade não tem crescido substantivamente, sendo inferior à dos países desenvolvidos e à de vários outros países em desenvolvimento. O período de estagnação econômica nos anos 1980 e 1990 contribuiu para que, nas últimas décadas, o Brasil se distanciasse dos países

2 *Spread* (ou margem) é a diferença entre o que os bancos pagam na captação de recursos e o que cobram ao conceder um empréstimo para os agentes.

3 O custo unitário do trabalho mede o custo em termos de trabalho para se produzir uma unidade de produto. Esse indicador é geralmente utilizado como uma *proxy* para o custo total por produto devido à elevada participação do custo com trabalho no custo total e por estar presente em todas as etapas da cadeia de produção, ou seja, por ser um dos determinantes do custo com insumos e matérias-primas.

4 O cálculo é feito para uma amostra de dez países: Estados Unidos, Argentina, Alemanha, México, Japão, França, Itália, Coreia do Sul, Holanda e Reino Unido, que respondem em conjunto por 55% da corrente de comércio (soma das exportações e importações) brasileira de manufaturados em meados da década. A China não é incluída na análise por falta de informações.

mais produtivos. Nesse momento, a discussão sobre a produtividade da economia brasileira passou a ocupar um lugar de destaque no debate econômico sobre a sustentabilidade das taxas de crescimento, até então baseada na expansão do consumo concomitante e reduzidas taxas de poupança, e do processo de redução das desigualdades sociais.

Para um crescimento sustentado da competitividade, é necessário o aumento da produtividade. Entretanto, esse não tem sido o caso da indústria brasileira. Por mais de dez anos, a produtividade efetiva⁵ do trabalhador industrial brasileiro mantém-se em queda. Entre 2011 e 2014, a produtividade efetiva caiu 2,5%, tendo, em 2014, recuado 2%. Na Figura 3, pode-se observar a evolução da produtividade do trabalho do Brasil em relação a países selecionados.

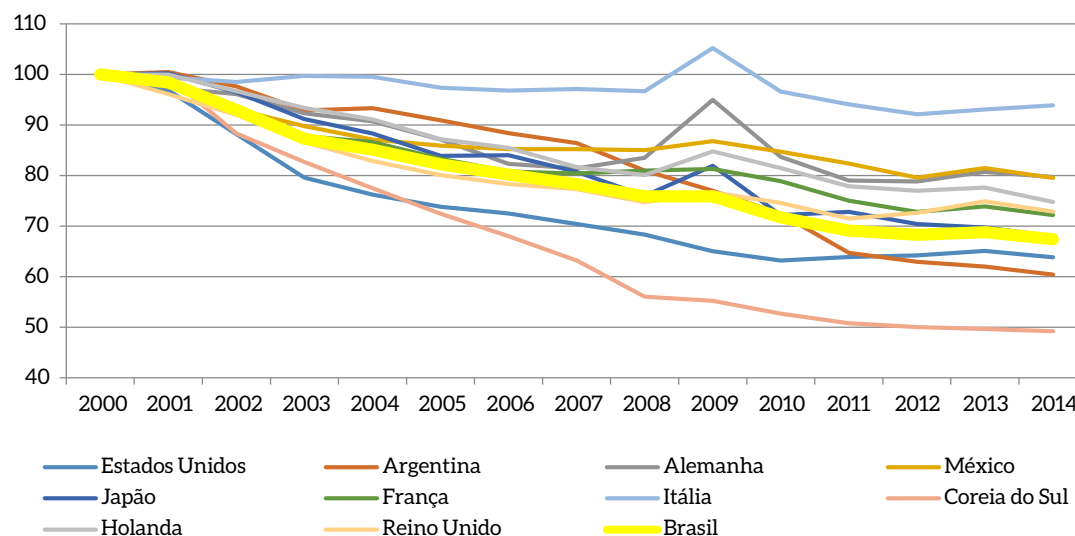


Figura 3 – Comparação da Produtividade do Trabalho entre Países (Índice 2.000 = 100)

Fonte: CNI, 2015a

Ao longo de 2002 e 2010, a indústria de transformação apresentou queda média em sua produtividade do trabalho equivalente a 1,68% ao ano (a.a.). Dentre os dados da indústria nesse período, destacam-se dois fenômenos: i) expansão da força de trabalho a um ritmo de 4,79% a.a.; e ii) relativa estagnação nos investimentos, o que levaria à queda do estoque de capital de 0,38% a.a. Esses dois fatores combinados determinariam, então, que a indústria de transformação apresentasse queda em sua relação capital-trabalho equivalente a 4,94% a.a. no período.

Nesse sentido, outro indicador importante para avaliação da produtividade é a produtividade total dos fatores (PTF),⁶ medida que indica a eficiência com que as empresas combinam capital e trabalho para gerar produto. Em prazos mais longos, esse indicador pode ser associado ao progresso tecnológico e à qualificação do capital humano, próximo à noção de eficiência. Em horizontes mais curtos, torna-se provável que outras variáveis, além do progresso tecnológico, interfiram na PTF (CBIC, 2016). Na Figura 4, pode-se visualizar a evolução da PTF no Brasil em comparação com os países selecionados.

5 O índice de produtividade do trabalho efetiva compara a evolução da produtividade do trabalho na indústria brasileira com a evolução da produtividade nas indústrias dos principais parceiros comerciais.

6 A PTF pode ser interpretada como uma variável que abrange todos os eventos (em princípio, desconhecidos) que afetam o nível de produto e não podem ser atribuídos a mudanças na quantidade de mão de obra e capital físico empregado.

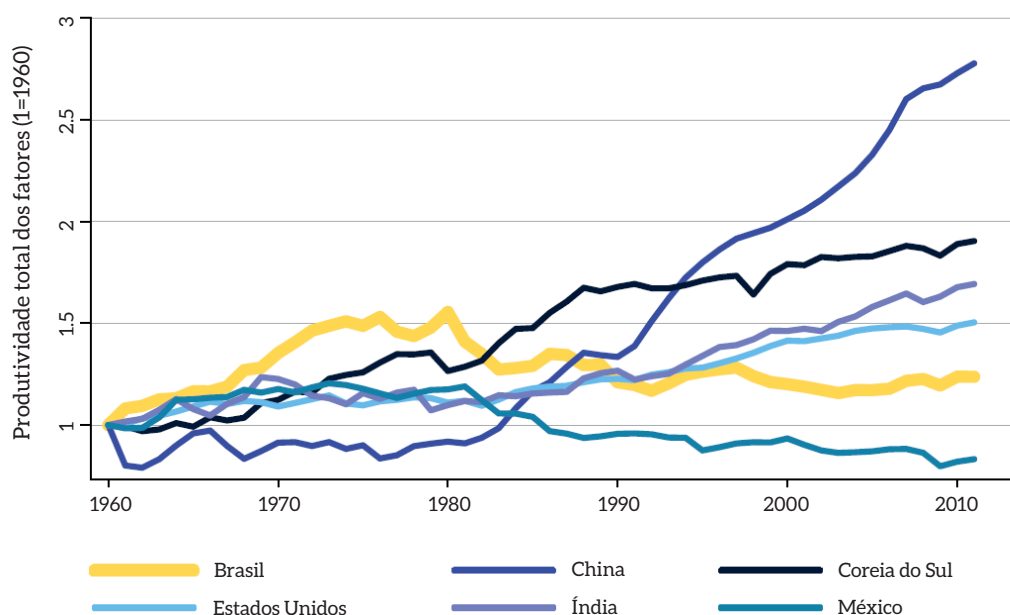


Figura 4 – Evolução da Produtividade Total dos Fatores em Países Selecionados

Fonte: MATION, 2014

No período de 1950 a 1980, a PTF brasileira apresentou crescimento de 55 pontos percentuais (p.p.), sendo o maior dentre os países da análise. Contudo, durante a década de 1980, a PTF brasileira recuou 34,5 p.p. e manteve certa estagnação até os anos 2000. A Coreia do Sul, que partia de um nível similar ao brasileiro, apresentou aumento de 90,4 p.p. até 2011; a Índia e, principalmente, a China apresentaram significativas taxas de crescimento, resultando em aumento, no período, de 69,5% e 175%, respectivamente; nos EUA, país que já estava na fronteira tecnológica mundial em 1960, a PTF aumentou 50,4 p.p.; e México apresentou padrão similar ao brasileiro, só que com queda mais acentuada a partir de 1980, de modo que, ao longo de todo o período, a PTF apresentou redução de 10,1 p.p. (MATION, 2014).

A mensuração da produtividade setorial permite analisar de forma particular fatores locacionais relacionados a empreendimentos energéticos no contexto econômico nacional. Um setor de grande relevância é o de construção civil, que apresentou um ciclo de crescimento nos últimos anos, chegando a aumentar seu produto em mais de 8% em 2012. Contudo, as empresas perderam produtividade, de modo que o produto do setor poderia ter crescido 10% ou mais, por exemplo.

Lisboa e Pessoa (2013) destacam que, entre 2004 e 2010, diferentemente de outros setores da economia, o setor de construção sofreu retração da produtividade do trabalho, com perda de 0,2% a.a. (Tabela 1).

Tabela 1 – Decomposição do Crescimento do PIB da Indústria entre os Quatro Trimestres Terminados no 3º Trimestre de 2004 e os Quatro Trimestres Terminados no 3º Trimestre de 2010

Variáveis	Indústria Extrativa, de Transformação e SIUP	Construção	Total
PIB	2,5%	4,8%	3,0%
População ocupada	2,1%	5,0%	3,1%
Produtividade do trabalho	0,4%	-0,2%	-0,1%

Fonte: LISBOA; PESSOA, 2013

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016), no período de 2007 a 2012, a PTF das empresas brasileiras de construção civil apresentou declínio médio de 0,4% a.a. (queda em todos os anos, exceto em 2009). Embora a variação do emprego na indústria da construção tenha sido positiva, em média 6,4% entre 2007 e 2012, a produtividade média de cada trabalhador da indústria da construção caiu a uma taxa média de 0,2% a.a., resultando num declínio de produtividade de 1,1% no período.

Os investimentos em máquinas, equipamentos, meios de transporte, terrenos, edificações e outros ativos apresentaram crescimento real de quase 160% entre 2007 e 2012, porém o produto da indústria não acompanhou o forte crescimento do estoque de capital, o que resultou na queda da produtividade do capital a uma taxa média de 0,5% a.a. no mesmo período. De modo geral, houve perda de eficiência na alocação de trabalhadores e capital físico, ou seja, os fatores de produção se tornaram mais improdutivos.

O segmento de infraestrutura (que contempla as construtoras de infraestrutura de transporte, energia elétrica, telecomunicações, saneamento, entre outras) com valor adicionado de R\$ 63 bilhões, em 2012, representou 40% do produto total gerado pelas empresas da construção. O desempenho da PTF dessas empresas cresceu à taxa média de 0,5% a.a. no período. Entretanto, o aumento da PTF ocorreu apenas no triênio 2007-2010, enquanto o produto das empresas crescia à taxa média de 15% a.a. A partir de 2011, houve desaceleração expressiva – o crescimento passou para 5,2% nos últimos dois anos, o que resultou na redução da PTF de 2,4% a.a. (taxa média de 2007-2010) para -2,2% em 2011 e 2012 (CBIC, 2016).

Segundo CBIC (2016), dentre os fatores que podem estar relacionados às variações dos indicadores de produtividade da indústria da construção civil, destacam-se:

- a) A subcontratação no segmento de serviços especializados. As atividades de planejamento e gestão de processos produtivos passaram cada vez mais a ser exercidas de forma difusa por diversas empresas terceirizadas, impactando os indicadores de produtividade do setor;⁷
- b) A baixa qualificação da mão de obra deixa de ser o principal fator prejudicial à produtividade das empresas nos últimos anos. Houve considerável avanço no grau de instrução do trabalhador formal da construção civil brasileira (Figura 5), contudo, por alguma razão, o sistema em que trabalhadores mais instruídos estão sendo inseridos não tem sido capaz de transformar um potencial benefício em resultados efetivos;

⁷ Quando a empresa responsável pela construção contrata uma empresa de serviço especializado, seu foco principal passa a ser o nível de produção e o prazo da obra. A qualificação da empresa contratada para o uso de novas tecnologias, o seu domínio da inovação e a capacitação de seus trabalhadores são questões frequentemente deixadas de lado (CBIC, 2016).

c) A expansão das vendas de máquinas e equipamentos para a construção se deu de forma muito mais acelerada do que o crescimento do produto da indústria de construção. Esse investimento pode contribuir para alimentar a produtividade do capital nos próximos anos, embora o progresso tecnológico seja muitas vezes inviabilizado em razão da elevada carga tributária incidente nos produtos industrializados.⁸

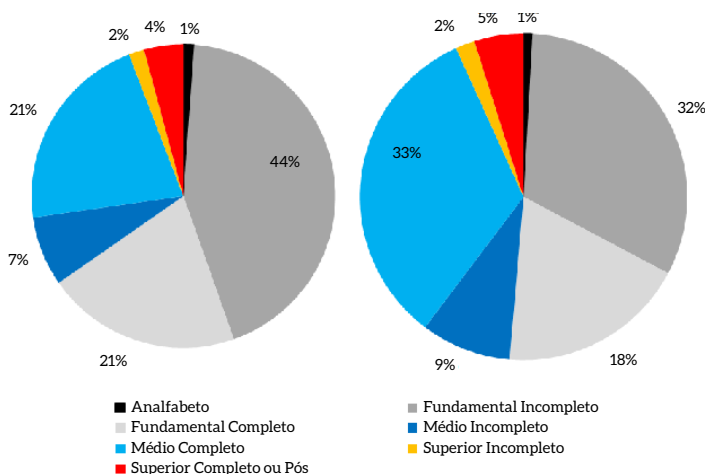


Figura 5 – Grau de Instrução do Trabalhador Formal da Construção Civil nos Anos de 2007 (esquerda) e 2012 (direita)

Fonte: CBIC, 2016

Segundo Lisboa e Pessoa (2013), a queda da produtividade do trabalho na construção civil está associada, em grande parte, à dificuldade na realização de investimentos mais complexos, como obras de infraestrutura, em que coexistem a indefinição de competências para aprovação de projetos e licenças e a insegurança jurídica sobre normas e relações trabalhistas.

Nesse sentido, diversos são os elementos que levaram, a partir da década de 2000, ao que Lisboa e Pessoa (2013) classificam como dualidade da economia brasileira. Por um lado, setores relacionados ao consumo, como serviços, com menor dependência de obras de infraestrutura, conseguiram se beneficiar de reformas institucionais importantes, ocorridas desde a década de 1990, ampliando sua produtividade. Por outro lado, a ampliação de custos e incertezas na realização de investimentos mais complexos resulta em aumento do custo de capital e redução da capacidade de investimento dos setores de infraestrutura, acentuando a queda da produtividade do trabalho na construção civil. Para Lisboa (2013), implica também menor controle social sobre o processo deliberativo e menor oferta dos serviços de infraestrutura, usualmente com custos mais elevados para o restante da sociedade.

1.2 AMBIENTE DE NEGÓCIOS E BARREIRAS À COMPETITIVIDADE

A forma de organização da produção – incluindo estrutura empresarial, escolha de tecnologias, práticas gerenciais e mercado de trabalho – depende do marco regulatório e de procedimentos e regras às quais as empresas e os trabalhadores estão submetidos, isto é, do ambiente de negócios (MATION, 2014).

⁸ Embora a redução das alíquotas de IPI constituiu-se em um dos principais instrumentos para estimular a economia e fazer frente à desaceleração econômica resultante da crise internacional iniciada em 2008. Para mais detalhes, ver Paes (2015).

As empresas devem cumprir regras e procedimentos, em geral, junto ao governo, como processos de abertura e obtenção de licenças de funcionamento, regras para contratação de mão de obra e custos dos procedimentos para pagar impostos, execução de ações judiciais e comercialização com outros países. Nesse sentido, o ambiente de negócios é um determinante do desempenho das empresas e, consequentemente, da produtividade geral da economia. De acordo com Mation (2014), houve melhoria no ambiente geral de negócios no mundo e forte *catching up*⁹ nas regiões mais pobres, porém o Brasil destoa desse quadro de convergência positiva, permanecendo, praticamente, estagnado no período de 2003 a 2014.

Os principais gargalos e obstáculos enfrentados no ambiente de negócios brasileiro podem ser observados na Figura 6 e na Figura 7.

A partir de uma enquête realizada no site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), no ano de 2013, voltada para o setor empresarial nacional (amostra de 851 empresas), em termos de fatores que prejudicam a produtividade, para 67% das empresas, a baixa qualificação da mão de obra é o principal problema. Porém, já foi ponderado que a escolaridade média do trabalhador brasileiro tem crescido de forma consistente nas últimas décadas, de modo que, talvez, o sentimento de escassez de mão de obra qualificada esteja relacionado com a qualidade da formação básica e superior no Brasil. Em seguida à baixa qualificação, os principais obstáculos apontados pelas empresas são a baixa escala de produção, a baixo desempenho dos fornecedores em termos de prazo e confiabilidade e a infraestrutura de transportes.

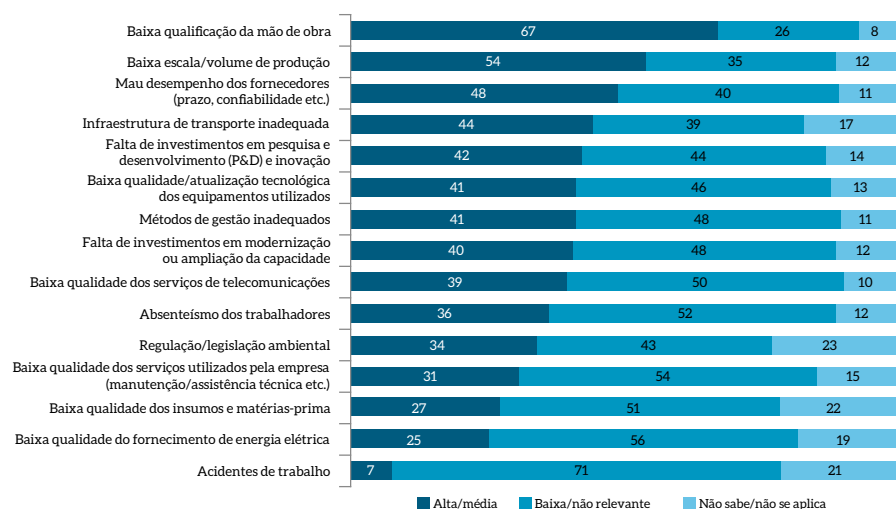


Figura 6 – Fatores Que Prejudicam a Produtividade das Empresas Brasileiras (% da amostra)

Fonte: DE NEGRI; OLIVEIRA, 2014

Quanto à competitividade, o fator apontado como sendo o mais prejudicial para a quase totalidade das empresas é a estrutura tributária brasileira, tanto no tocante ao tamanho da carga (90% das empresas) quanto à sua complexidade (83% das empresas). O terceiro fator mais relevante, considerando-se a avaliação das empresas, é o custo de mão de obra e a regulação trabalhista brasileira. Os custos dos insumos e de matérias-primas e a taxa de juros aparecem logo a seguir como fatores relevantes para mais de 70% das empresas.

9 Rápido avanço em direção à fronteira.

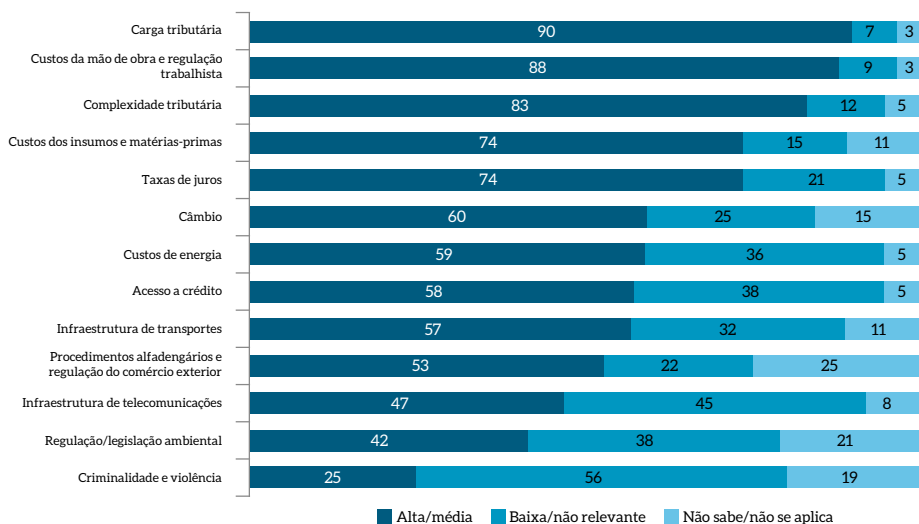


Figura 7 – Fatores Que Prejudicam a Competitividade das Empresas (% da amostra)

Fonte: DE NEGRI; OLIVEIRA, 2014

A carga tributária é a relação entre a arrecadação tributária e sua produção (usualmente, medida pelo PIB). Após a Segunda Guerra Mundial, verifica-se tendência de crescimento da carga tributária no grupo de países capitalistas. A economia brasileira também seguiu essa tendência, com maior participação do Estado na atividade econômica (Figura 8).

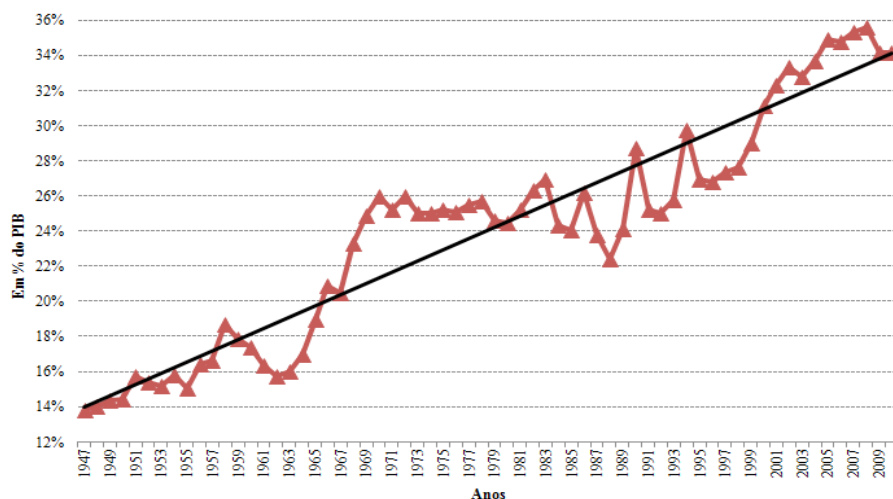


Figura 8 – Evolução da Carga Tributária Global no Brasil entre 1947 e 2010

Fonte: AFONSO et al., 2013

No entanto, em 2010, a carga tributária brasileira (34,19% do PIB) esteve acima da média de economias desenvolvidas, como Espanha (31,7% do PIB), Canadá (30,9% do PIB), Suíça (29,8% do PIB), EUA (24,8% do PIB) e Coreia do Sul (25% do PIB), e consideravelmente acima de outras economias em desenvolvimento, como México (18,7% do PIB) e Chile (20,9% do PIB), Turquia (26% do PIB) e Eslováquia (28,3% do PIB) (AFONSO et al., 2013).

Como destacam Afonso et al. (2013), a economia brasileira se caracteriza distorções nas regras tributárias, que se acumularam ao longo dos anos, como complexidade, ônus para gerir impostos, iniquidade, cumulatividade, oneração indireta de exportações e investimentos produtivos.

Apesar do esforço na concessão de crédito para investimento em infraestrutura realizado pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) nos últimos anos (BNDES, 2016), ainda há entraves quanto ao custo e à disponibilidade de capital no Brasil. A Tabela 2 apresenta, para uma amostra de países selecionados, os valores referentes à taxa de juros real, que considera os efeitos inflacionários sobre a taxa de juros nominal, para o mês de março de 2016. O Brasil se aproxima de países como Irã e Rússia, com alta taxa de juros nominal (14,25% a.a.) e forte pressão inflacionária (10,4% a.a.), reduzindo sua taxa de juros real para um patamar de 3,5% a.a.

Tabela 2 – Taxa de Juros Nominal, Inflação e Taxa de Juros Real para Países Selecionados, em Março de 2016 (% a.a.)

País	Taxa de Juros (%)	Inflação (%)	Taxa de Juros Real (%)
Irã	21,0	9,6	10,4
Equador	8,9	2,6	6,1
Vietnã	6,5	1,7	4,7
Croácia	2,5	- 1,4	4,0
Brasil	14,3	10,4	3,5
Rússia	11,0	8,1	2,7
Polônia	1,5	- 0,8	2,3
China	4,4	2,3	2,0
Índia	6,8	5,2	1,5
México	3,8	2,9	0,9
Zona do Euro	0,0	- 0,2	0,2
África do Sul	7,0	7,0	0,0
Peru	4,3	4,5	- 0,2
Estados Unidos	0,5	1,0	- 0,5
Turquia	7,5	8,8	- 1,2

Fonte: Adaptado de TRADING ECONOMICS, 2016

Contudo, na prática, além do alto valor nominal da taxa de juros de referência, o custo e a disponibilidade de capital no país são afetados por altos *spreads* praticados pelas instituições financeiras. Em 2015, de acordo com o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE, 2015), o *spread* bancário – dado pela diferença entre a taxa de captação e aplicação dos bancos – esteve em 17,4% a.a., impondo alto custo ao tomador de financiamento.

No tocante aos gargalos logísticos e de infraestrutura, tem-se que a realização de investimentos estruturantes tem o potencial de gerar melhorias de dimensão microeconômica por meio de impactos indiretos sobre os fatores capital e trabalho e sobre diversos aspectos da eficiência, como a redução de custos de transação e melhorias na produtividade total dos fatores. Por exemplo, no que se refere à infraestrutura de transportes, estradas bem pavimentadas reduzem custos de operação e manutenção de caminhões e elevam a durabilidade desses veículos, além de reduzirem o tempo de transporte de insumos e produtos e o valor dos fretes. Ademais, a existência de modais alternativos para o escoamento – ferrovias, cabotagem etc. – pode baratear os custos logísticos das empresas e ampliar suas eficiências, possibilitando elevação na competitividade de seus produtos (SCHETTINI; AZZONI, 2015). Embora tenha havido privatização de rodovias, portos e aeroportos, ensejando certa expansão, a infraestrutura para transporte de carga nacional ainda se apresenta similar à que existia na década de 1980 e, comparada a outros países, continua sendo uma das mais carentes, conforme se pode visualizar na Figura 9.

Desempenho Logístico					Infraestrutura			
	2007	2010	2012	2014	2007	2010	2012	2014
Alemanha	3°	1°	4°	1°	3°	1°	1°	1°
Holanda	2°	4°	5°	2°	1°	2°	3°	3°
Bélgica	12°	9°	7°	3°	11°	12°	8°	8°
Reino Unido	9°	8°	12°	4°	10°	16°	15°	6°
Cingapura	1°	2°	1°	5°	2°	4°	2°	2°
EUA	14°	15°	9°	9°	7°	7°	4°	5°
Canadá	10°	14°	14°	12°	12°	11°	12°	10°
China	30°	27°	26°	28°	30°	26°	26°	23°
África do Sul	24°	28°	23°	34°	26°	29°	19°	38°
Índia	39°	47°	46°	54°	42°	47°	55°	58°
Brasil	61°	41°	45°	65°	49°	37°	45°	54°
Rússia	99°	94°	95°	90°	93°	83°	96°	77°

Figura 9 – Ranking do Índice de Desempenho Logístico do Banco Mundial: 2007-2014

Fonte: ILOS, 2014

O desbalanceamento da matriz de transporte se reflete nos custos logísticos. De acordo com ILOS – Especialistas em Logística e Supply Chain, entre 2010 e 2012, os gastos com transporte pelo modal rodoviário subiram de R\$ 202,6 bilhões para R\$ 275,6 bilhões. Essa diferença se deve ao crescimento de 14% da demanda por transporte rodoviário nesses dois anos, em decorrência da falta de opções de outros modais, assim como do aumento de 20% no preço do frete no período, aspectos que levaram a um aumento total de 36% no custo do transporte rodoviário no país no período. O investimento na expansão de outros modais poderia representar redução dos custos de transporte de carga no país. Segundo ILOS (2014), se a matriz de transportes brasileira fosse igual à dos Estados Unidos e fossem aplicados os mesmos custos de cada modal, o país economizaria R\$ 113 bilhões, ou 37% dos custos com transporte de carga. A representação dos custos logísticos em relação ao PIB pode ser verificada na Figura 10.

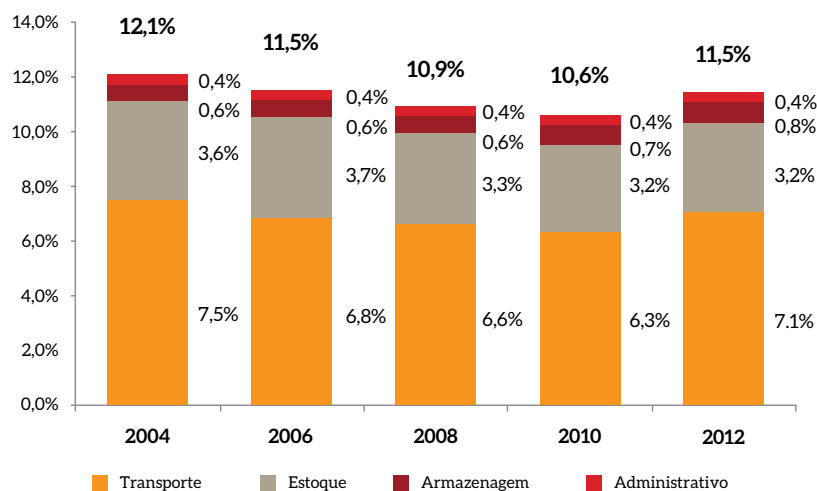


Figura 10 – Representatividade dos Custos Logísticos do Brasil em relação ao PIB

Fonte: ILOS, 2014

Diante dos fatores apontados quanto à produtividade e à competitividade da indústria brasileira, particularmente para o setor de infraestrutura energética, cumpre avaliar os sobrecustos associados. Tal avaliação permitirá a introdução de fator de correção aos custos de capital e O&M no modelo MSB8000.

1.3 MENSURAÇÃO DO FATOR DE SOBRECUSTO A SER APLICADO NA MODELAGEM INTEGRADA

Nesta seção serão descritos os procedimentos metodológicos e premissas considerados para mensurar o fator médio de sobrecusto, que será aplicado no modelo MSB8000 para construir cenários integrados de emissões de GEE.

Propõe-se medir o custo de internalização de investimento em tecnologias de geração hidroelétrica, termoelétrica e nuclear, além do refino de petróleo, considerando o conteúdo local médio dessas tecnologias, ou seja, o impacto de equipamentos e materiais importados sobre o investimento total do empreendimento.

Além desses fatores, são considerados aspectos da eficiência relativa regional brasileira, uma vez que há disparidades quanto ao grau de desenvolvimento da infraestrutura regional, o que repercute diretamente sobre o custo total de empreendimentos. Por fim, é considerado um fator de sobrecusto que contempla atraso, má definição de escopo e contingência em projetos. A Equação 1 apresenta a formulação utilizada para mensurar o fator total de sobrecusto:

$$FS = (FL/ER) \times (FCB) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde *FS* é o fator total de sobrecusto; *FL* é o fator de localização, que representa o conteúdo estrangeiro da tecnologia; *ER* representa os ganhos ou perdas decorrentes do impacto da infraestrutura sobre a eficiência relativa de cada região em relação à média brasileira; e *FCB* totaliza os três principais fatores de sobrecusto considerados, quais sejam atraso, escopo e contingência.

A seguir serão descritas as premissas e parâmetros considerados para obtenção das variáveis constantes na Equação 1.

1.3.1 FATOR DE LOCALIZAÇÃO (FL)

Fatores de localização são índices aplicados para converter o valor do investimento necessário à instalação de um empreendimento de uma localização geográfica à outra. A Figura 11 apresenta a evolução dos fatores de localização, entre 2008 e 2015, de países selecionados, tendo como referencial o investimento necessário à instalação de plantas industriais nos Estados Unidos. No caso brasileiro, considerando o mês de janeiro de 2010 como base deste estudo (MCTIC, 2017a), o fator de localização é de 1,38. Esse fator deve ser aplicado à fração dos bens de capital do projeto, que estão cotados em base Costa do Golfo dos Estados Unidos e devem ser internalizados para a realidade brasileira. Por exemplo, se um equipamento é 100% importado e está cotado em base 100 no Golfo do México, ele custará 138 ao chegar ao porto brasileiro, após incorrerem encargos tributários e frete.

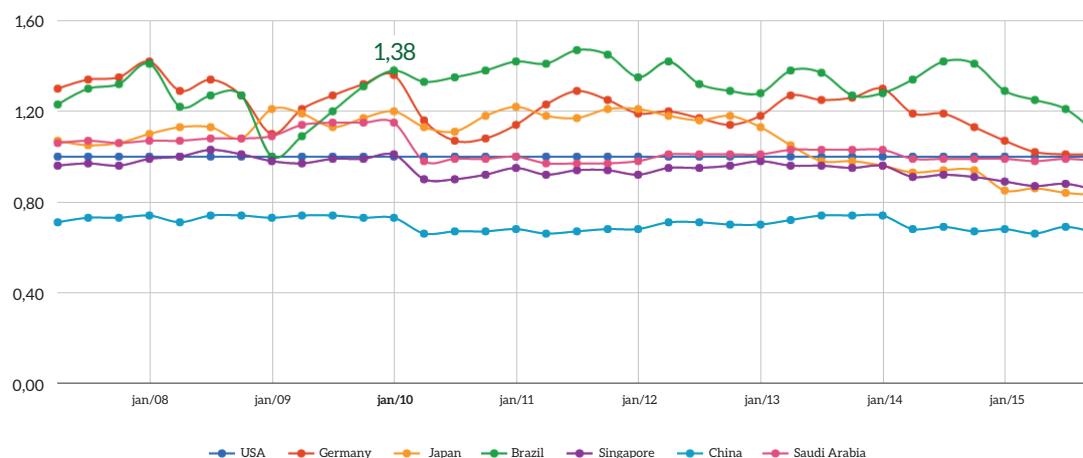


Figura 11 – Fatores de Localização – 2007 a 2015

Fonte: INTRATEC, 2016

Esse valor de fator de localização se coaduna com a estimativa realizada por Gerbasi (2013) para o fator de localização brasileiro, se for considerado um cenário favorável à importação de máquinas e equipamentos, com isenção sobre contribuições sociais incidentes sobre o produto, tal como na Tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo do Fator de Localização Brasil

Item	%
Seguro / Frete (SF)	3,0%
Imposto de importação (II)	2,0%
Despesas aduaneiras (DA)	2,0%
IPI	5,0%
ICMS	18,0%
PIS / COFINS	0,0%
Valor IPI	0,06
Valor PIS / COFINS	-
Valor ICMS	0,23
Valor Total com Tributos (= 1+IPI+PIS/COFINS+ICMS)	1,29
Fator Brasil (=SF * II * DA)	1,07
FL = (Valor Total com Tributos * Fator Brasil)	1,38

Fonte: Elaboração própria a partir de GERBASI, 2013

Para determinar o conteúdo local por tecnologia, serão detalhadas as referências consideradas para hidrelétricas, termelétricas, termonucleares e refinarias de petróleo.

Houve grande evolução do Brasil no que diz respeito à construção e instalação de usinas hidrelétricas. Até a primeira metade do século XX, eram utilizados, quase que exclusivamente, equipamentos importados e mão de obra especializada (engenheiros e técnicos) importada. A partir da segunda metade do século XX, grandes indústrias de material elétrico pesado instalaram filiais no país, o que possibilitou que, na década de 1980, o Brasil atingisse índice de nacionalização de 90% no fornecimento de equipamentos para hidrelétricas (SILVA, 2005). Além disso, o setor de engenharia do país domina todas as técnicas necessárias para a construção de represas, barragens e usinas. Por exemplo, a Itaipu Binacional foi a única grande obra nacional a atravessar a fase mais aguda da crise

econômica brasileira do final da década de 1970. Na construção civil, a hidrelétrica atingiu índice de nacionalização de praticamente 100%. Na área de fabricação e montagem de equipamentos, esse índice nunca foi inferior a 85% (RANKBRASIL, 2013).

Atualmente, pode-se inferir que o índice de nacionalização se aproxima de 100%, dado que o país já produz todos os principais equipamentos: turbina, válvulas, controlador, gerador e estruturas hidráulicas metálicas (IFC, 2015).

No caso das termelétricas, o Brasil não fabrica caldeiras, turbinas e geradores de grande porte, que são importados, geralmente, da China, da Alemanha e dos Estados Unidos. Por outro lado, uma parte considerável dos equipamentos, componentes e serviços utilizados para a implantação de uma usina é produzida no Brasil. Para termelétricas a carvão, estima-se que cerca de 35% das despesas de capital (Capex) de um empreendimento sejam derivadas de importações, de modo que o índice de nacionalização (percentual em termos de custos da implantação da usina de produtos e serviços de origem nacional) é da ordem de 65% (TRACTEBEL, 2014). Para termelétricas a gás, as tecnologias, geralmente, importadas são turbinas a gás, equipamentos de automação, caldeiras de recuperação e sistema de combate a incêndio, o que resulta num índice global de nacionalização de 78%.

Tomando como exemplo o empreendimento energético na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, de acordo com o seu *Estudo de Impacto Ambiental* (EIA), “a construção de Angra 3 permitirá a recuperação econômica do montante de cerca de US\$ 750 milhões já investidos na aquisição dos principais componentes importados da chamada ‘Ilha Nuclear’ (ELETRONUCLEAR, 2004).

Segundo o assessor da presidência da Eletronuclear, do grupo Eletrobras, Leonan Guimarães, “o custo final da construção da usina nuclear de Angra 3, no Rio de Janeiro, pode superar a estimativa atual de R\$ 13 bilhões devido a atrasos nas obras e contratações da unidade” (EXAME, 2013). A projeção de custo da usina foi reavaliada recentemente de cerca de R\$ 10 bilhões para R\$ 13 bilhões, e o prazo de conclusão passou de 2016 para 2018. A atualização dos custos incluiu correção de preços pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Portanto, considerando percentual médio de atraso de 20% sobre os custos de capital, pode-se inferir que cerca de 70% do custo do empreendimento termonuclear derivam de investimentos nacionais.

No caso das refinarias, apesar da liberdade dos investidores quanto a compromissos de aquisição de bens e serviços nacionais, a Petrobras, por iniciativa própria, vem estendendo, nesse segmento, as práticas de conteúdo local adotadas no segmento *upstream*. Essa política vem sendo adotada também no segmento *downstream* mesmo quando não há exigência, nesse sentido, do órgão regulador, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Desse modo, senão a totalidade, pelo menos a maioria dos contratos de construção de refinarias ou ampliação de existentes vem incluindo cláusulas específicas de conteúdo local mínimo a ser atingido pelas contratadas (ONIP, 2012).

O estudo *Conteúdo Local do Refino*, realizado pela Organização Nacional da Indústria do Petróleo (Onip), apresenta índices de conteúdo local construídos com base em 16 empreendimentos de ampliação e modernização de refinarias executados entre 2006 e 2011, os quais receberam um total de R\$ 27 bilhões em investimentos (ONIP, 2012). O setor de serviços registrou índice de conteúdo local de 99%; materiais, 68%; bens, 52%; e equipamentos, 44%. O índice global de conteúdo local global das oito refinarias da Petrobras foi de 85%. Para o presente estudo, considerou-se conservadoramente um índice de conteúdo local de 50%, tendo em vista características específicas de refinarias *greenfield*, onde boa parte do Capex está associado a bens e equipamentos.

Perante essas considerações, a Tabela 4 resume os índices de nacionalização considerados para fins de cálculo do fator de localização por tecnologia adotado neste estudo. Nesse caso, os fatores de localização são aplicados apenas à fração da tecnologia que não é nacional.

Tabela 4 – Índice de Nacionalização por Tecnologia

Tecnologia	Índice de nacionalização	Fração de conteúdo importado
Hidroelétrica	1,00	-
Refino	0,50	0,50
Termoelétrica carvão	0,65	0,35
Termoelétrica gás natural	0,78	0,22
Nuclear	0,70	0,30

Fonte: Elaboração própria

1.3.2 INFRAESTRUTURA E EFICIÊNCIA REGIONAL (ER)

A partir de um painel de dados considerando as informações da indústria de transformação, Schettini e Azzoni (2015) construíram um indicador do nível geral de infraestrutura disponível nas mesorregiões brasileiras, para o período 2000 a 2010, no qual consideram sete variáveis relacionadas à infraestrutura: rodovias, esgoto, iluminação, água, infraestrutura urbana, telefonia e internet.

A Figura 12 apresenta as diferenças entre eficiências estimadas com e sem introdução das variáveis relacionadas à infraestrutura, o que indica o efeito da qualidade da infraestrutura sobre a eficiência das mesorregiões. Pode-se observar que as diferenças mais relevantes se localizam fora da área de maior importância industrial no país, isto é, a região Sudeste, envolvendo as fronteiras agrícola e mineral brasileiras, bem como parte da região Nordeste.

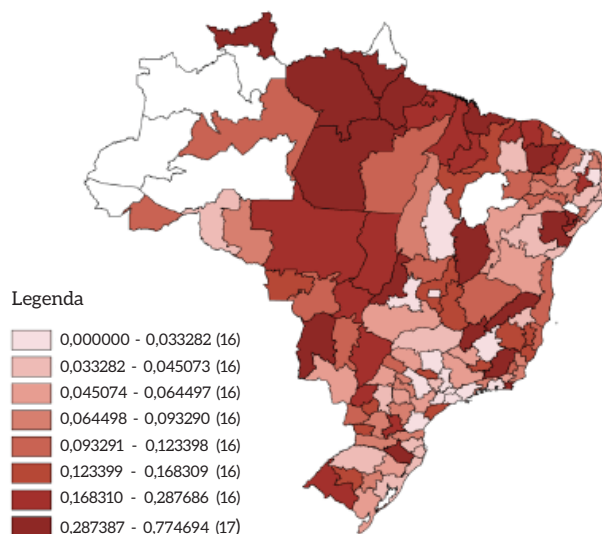


Figura 12 – Perdas de Eficiência por Insuficiência de Infraestrutura (2010)

Fonte: SCHETTINI; AZZONI, 2015

Para cálculo da eficiência regional, os resultados obtidos por Schettini e Azzoni (2015) para as mesorregiões brasileiras foram concatenados para as cinco regiões do país, utilizando-se a média aritmética simples. A Figura 13 apresenta os coeficientes de impacto da infraestrutura sobre a eficiência média bruta de cada região brasileira. As regiões Norte e Centro-Oeste sofrem as maiores perdas de eficiência decorrentes da falta/precariedade de infraestrutura (0,25 e 0,20, respectivamente), enquanto as regiões Sul e Sudeste têm poucas perdas (0,09 e 0,10, respectivamente). A região Nordeste apresenta eficiência bruta com infraestrutura próxima à média nacional (0,80).

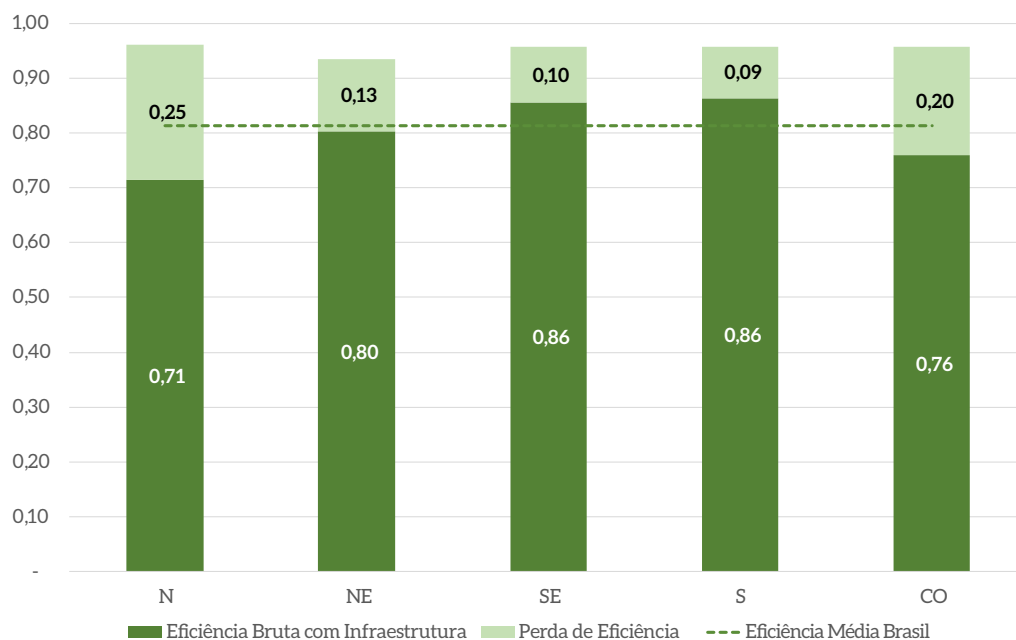


Figura 13 – Eficiências Médias Regionais

Fonte: Elaboração própria baseada em SCHETTINI; AZZONI, 2015

Tomou-se como referência o índice de perda média de eficiência decorrente da infraestrutura nacional (0,81) para calcular a perda média de eficiência de cada região em relação a esse índice. As regiões Sul e Sudeste têm eficiência média acima da média nacional (5,1% e 6,1%, respectivamente), enquanto as demais regiões do país têm eficiências abaixo da média nacional devido a falhas infraestruturais existentes. As regiões Norte e Centro-Oeste apresentam os menores índices de eficiência (-12,2% e -6,7%, respectivamente). A região Nordeste se aproxima da média nacional, porém com índice 1,4% inferior. A Tabela 5 apresenta os resultados regionais.

Tabela 5 – Eficiência Média por Região

Região	Eficiência (%)
Norte	-12,2%
Nordeste	-1,4%
Sudeste	5,1%
Sul	6,1%
Centro-Oeste	-6,7%

Fonte: Elaboração própria baseada em SCHETTINI; AZZONI, 2015

1.3.3 ATRASO, ESCOPO E CONTINGÊNCIA (FCB)

Flyvbjerg et al. (2002) analisaram 258 projetos de infraestrutura do setor de transportes. Os autores concluíram que os custos estimados utilizados nesses projetos são frequentemente imprecisos e não explicados por erro. Por um lado, a origem do problema está no fato de que as equipes envolvidas no planejamento são frequentemente otimistas quanto a estimativas de tempo, custo e benefícios das obras. Trata-se da “falácia do planejamento” (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979), em que os agentes envolvidos voltam suas atenções internamente, isto é, para as partes daquilo que está sendo planejado, em vez de olhar resultados e consequências do que já foi realizado.

Por outro lado, as avaliações otimistas dos agentes envolvidos no planejamento são frequentemente agravadas pelo descontentamento com as interferências e distorções promovidas pelos agentes que promovem os projetos. Tais distorções são comumente associadas à busca de recursos para o empreendimento.

Custos imprecisos também são frequentes nos projetos de infraestrutura energética. Ansar et al. (2014) mostram que, considerando a relação risco-retorno, usinas hidroelétricas com grandes reservatórios, por exemplo, são demasiado custosas e levam muito tempo para assegurar o retorno ao investimento realizado. Considerando o custo de investimento em moeda local constante, 75% da amostra de 245 usinas hidroelétricas com grandes reservatórios para diversos países apresentaram sobrecusto (*cost overrun*), sendo que, em média, 96% dos casos resultaram em custo total acima do estimado inicialmente. Os autores concluem que, devido ao longo horizonte de tempo necessário, o planejamento energético de países em desenvolvimento, principalmente, deve priorizar projetos energéticos de menor porte em detrimento dos megaprojetos.

Sovacool et al. (2014) mostram que projetos de energia nuclear e hidroelétrica apresentam alto sobrecusto e são propensos a maior tempo de atraso do que projetos de energia eólica e solar, por exemplo. A Tabela 6 e a Tabela 7 resumem os resultados do estudo realizado para 401 empreendimentos em 57 países, no período 1936 a 2014, relativamente ao impacto de estimativa errônea de custos e de atraso dos projetos, em termos de sobrecusto ao estimado inicialmente nos projetos.

Tabela 6 – Sobrecusto em Projetos em Face de Estimativa Errônea de Custo

Projeto	Número de projetos	Incremento médio do custo (%)	Desvio padrão	Sobrecusto Médio (US\$ milhões)	Desvio padrão (US\$ milhões)
Hidroelétrica	61	70,6	111,7	2.437,0	7.054,7
Nuclear	180	117,3	152,1	1.282,0	1.965,8
Termoelétrica	36	12,6	33,5	168,5	579,6
Eólica	35	7,7	13,1	32,8	112,9
Solar	39	1,3	17,8	-4,2	62,1
Transmissão	50	8,0	40,4	29,7	217,6

Fonte: SOVACOOOL et al., 2014

Tabela 7 – Sobrecusto em Projetos em Face do Atraso na Implementação

Projeto	Número de projetos	Incremento médio do custo (%)	Desvio padrão	Sobrecusto Médio (US\$ milhões)	Desvio padrão (US\$ milhões)
Hidroelétrica	61	63,7	89,8	43,2	58,4
Nuclear	180	64,0	53,1	35,7	30,6
Termoelétrica	36	10,4	19,0	4,8	8,9
Eólica	35	9,5	22,6	0,2	2,4
Solar	39	-0,2	8,0	-0,2	2,1
Transmissão	50	7,5	30,6	3,5	12,8

Fonte: SOVACOOl et al., 2014

No caso brasileiro, estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2014) indicou que o atraso na concessão de licenças ambientais na construção das linhas de transmissão das usinas hidroelétricas do rio Madeira resultou em perda de receita com a transmissão de energia de R\$ 652 milhões, em valores médios de 2013.

A pesquisa realizada pela consultoria KPMG (2008) mostra que atrasos e má definição do escopo do projeto estão entre os principais motivos para ocorrência de sobrecustos em projetos de construção civil (Figura 14).

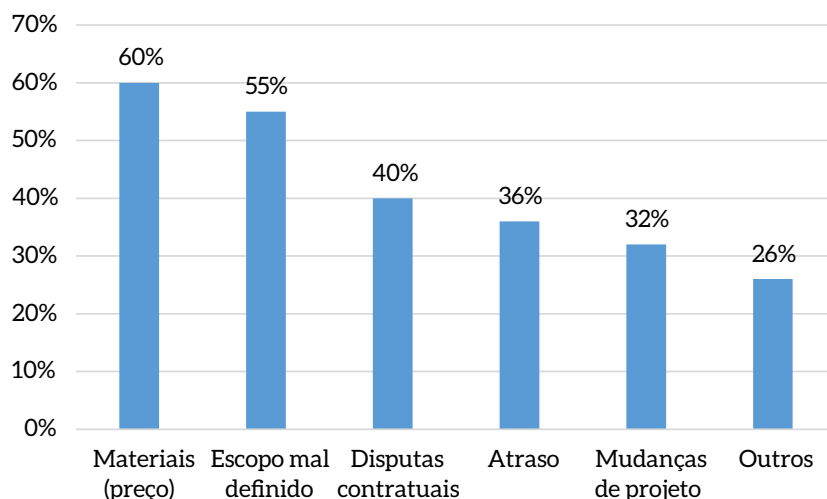


Figura 14 – Pesquisa KPMG: Quais as três principais causas de sobrecusto?

Fonte: KPMG, 2008

Enquanto Sovacool et al. (2014) apontam para uma faixa de sobrecusto de 70% a 117% em megaprojetos, a pesquisa KPMG (2008) aponta para um fator de sobrecusto médio da ordem de 50% para megaprojetos. Nesse sentido, este estudo adota uma perspectiva conservadora e toma como referência, em média, um valor total de sobrecusto de 50%, em consonância com KPMG (2008). Esse fator, denominado fator de custo Brasil (FCB), está dividido em três componentes: atraso, escopo e contingência, classificados como os componentes que mais impactos geram sobre o custo total de projetos (KPMG, 2008). A pesquisa mais recente da KPMG (2015) aponta para um fator de contingência médio de 10% sobre o total de custos estimados em megaprojetos, valor considerado por este estudo. Além do fator de contingência, foram adotados como referência para a quantificação do fator total de sobrecusto de um megaprojeto, no Brasil, um fator de atraso médio de 20% e um fator relacionado à má definição do escopo dos projetos também de 20%, totalizando um FCB de 50% para megaempreendimentos energéticos.

1.3.4 FATOR TOTAL DE SOBRECUSTO (FS)

A partir dos parâmetros relativos a fator de localização (FL), infraestrutura e eficiência regional (ER), e atraso, escopo e contingência (FCB), foi obtido o fator total de sobrecusto associado a implementação de empreendimentos energéticos, por região, no Brasil.

Adota-se a mediana dos valores obtidos regionalmente como sobrecusto a ser considerado no modelo MSB8000, com vistas a adequar os custos de capital e O&M das tecnologias consideradas nos cenários REF e BC à realidade nacional.

Tabela 8 – Fatores de Sobrecusto por Tecnologia e Região

Tecnologia por Região	FS
NORTE	-
Hidroelétrica	1,71
Refino	2,04
UTE carvão	1,94
UTE gás natural	1,85
Nuclear	1,91
NORDESTE	-
Hidroelétrica	1,52
Refino	1,81
UTE carvão	1,73
UTE gás natural	1,65
Nuclear	1,70
SUDESTE	-
Hidroelétrica	1,43
Refino	1,70
UTE carvão	1,62
UTE gás natural	1,55
Nuclear	1,59
SUL	-
Hidroelétrica	1,41
Refino	1,69
UTE carvão	1,60
UTE gás natural	1,53
Nuclear	1,58
CENTRO-OESTE	-
Hidroelétrica	1,50
Refino	1,81
UTE carvão	1,72
UTE gás natural	1,64
Nuclear	1,69
MEDIANA	1,69

Nota: Usina Termelétrica (UTE); FS é o fator total de sobrecusto.

Fonte: Elaboração própria

O FS obtido é de 1,69, o que implica em um incremento de 69% nos custos citados na modelagem integrada, conforme resultados que serão expostos a seguir.



Potenciais das ações de mitigação de emissões de GEE

Capítulo

2

2 POTENCIAIS DAS AÇÕES DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE

A elaboração dos cenários integrados segue a metodologia e premissas expostas em MCTIC (2017a). Para discriminar somente efeitos em termos de potenciais e custos de abatimento sobre a indústria, não serão reportados impactos detalhados sobre os demais setores econômicos.

O conjunto de trajetórias de baixo carbono intitulado “SensInd”, que trata da rodada de sensibilidade realizada para o setor industrial, será avaliado comparativamente à rodada base (Base), que é apresentada em MCTIC (2017a).

Cumprе ressaltar que os cenários BC abrangem a aplicação de melhores tecnologias disponíveis (MTD) que produzam efeitos de mitigação de emissões e consideram diferentes níveis de valores de carbono na função objetivo dos modelos de otimização, quais sejam: 0, 10, 25, 50 e 100 dólares por tonelada de dióxido de carbono equivalente (US\$/tCO₂e). Nesse caso, o cenário de baixo carbono com valor de carbono nulo (BC0) contém as medidas de abatimento do tipo *no regret*, ou seja, que apresentam viabilidade econômica ao longo da sua vida útil, mas não são implementadas devido a outras barreiras, como assimetria de informação, diferença de custo de oportunidade do capital, custos de transação, acesso a crédito, *lock-in* tecnológico, poder de mercado de agentes, entre outras. Por sua vez, os outros cenários BCx (em que “x” é o valor do carbono na função objetivo da otimização) abrangem as medidas de valor de carbono nulo e oportunidades adicionais de mitigação que demandam um valor implícito de carbono para sua viabilização.

Semelhantemente a MCTIC (2017a), serão discriminados e analisados os cenários BC0, BC25 e BC100 com o objetivo de apontar as MTD mais relevantes para o setor industrial em termos de potencial de abatimento de emissões.

Inicialmente, na Tabela 4 e na Tabela 5, estão demonstrados os cenários e potenciais de redução de emissão da indústria e demais setores do sistema energético. No cenário REF, entre 2020 e 2050, observa-se que as emissões do setor industrial crescem 70%. Particularmente, esse incremento intensifica-se a partir de 2030, sendo explicado pelo aumento do fator de emissão da eletricidade. Isso ocorre porque na ausência de políticas carbono-restritivas, o setor elétrico passa a expandir com base em usinas termelétricas, tendo em vista o deplecionamento do potencial hidrelétrico, segundo uma lógica de atendimento à demanda de energia por mínimo custo (MCTIC, 2017a; MCTIC, 2017b).

No cenário BC0, seria possível reduzir as emissões em 15% com relação ao cenário REF em 2050, sendo que a eficiência energética desempenha papel relevante para a mitigação nos segmentos industriais. Deve-se ressaltar que o valor nulo de carbono atribuído a esse cenário indica a viabilidade econômica das medidas de eficiência energética.

A internalização de um valor de carbono de 25 US\$/tCO₂ aumentaria o potencial de redução de emissões no setor, que seria de 23% em 2050 relativamente ao cenário REF. Medidas de recuperação de calor e vapor em fornos e caldeiras nos segmentos cimenteiro, químico e siderúrgico, seriam viabilizadas. Mais do que isso, ter-se-ia o cobenefício de redução nas emissões da eletricidade, em face da perda de competitividade da geração termelétrica.

No cenário BC100, aumenta consideravelmente o potencial de mitigação nos setores industriais. Em grande medida, pode ser explicado pela viabilização, mediante tributação de carbono de 100 US\$/tCO₂, das seguintes atividades de baixo carbono: aumento no uso de gás natural e captura de carbono na produção de hidrogênio do processo de amônia (setor químico); adoção de sistemas de fornos com cinco estágios de ciclones e captura de carbono (setor de cimento); aplicação de veículos híbridos no transporte de minérios (setor de mineração); entre outras.

No entanto, deve-se destacar que a implementação dessas medidas enfrenta barreiras que precisam ser removidas. Esse é o caso, por exemplo, da troca de queimadores para a geração de calor industrial, que demanda acesso ao capital para investimento, assim como capacitação técnica para empreender a medida. No caso das medidas dos cenários BC25 e BC100, uma barreira econômica está relacionada à necessidade da internalização de um valor de carbono na economia. Em MCTIC (2017a; 2017c; 2017d; 2017e; 2017f; 2017g; 2017h; 2017i; 2017j; 2017k; 2017l; 2017m), foram analisadas mais detalhadamente essas barreiras e propostos instrumentos de política pública para removê-las.

Tabela 9 – Cenários de Emissões do Sistema Energético¹ em 2020, 2030, 2040 e 2050

Setor/Fonte emissora	Emissões de GEE (MtCO ₂ e)															
	2020				2030				2040				2050			
	REF	BC0	BC25	BC100	REF	BC0	BC25	BC100	REF	BC0	BC25	BC100	REF	BC0	BC25	BC100
Indústria	111,8	109,3	105,7	104,3	131,5	115,6	106,4	105,1	162,0	140,6	126,1	123,6	190,0	161,0	146,3	124,7
Demais setores ²	574,7	532,9	501,9	495,7	738,3	666,5	583,6	547,4	863,1	723,2	633,6	557,1	972,5	785,2	667,6	552,2
Total	686,5	642,2	607,6	600,0	869,8	782,1	690,0	652,6	1.025,1	863,7	759,6	680,7	1.162,5	946,2	813,9	676,9

¹ O sistema energético é composto pelos setores industrial, energético, transportes, agricultura, edificações, elétrico e gestão de resíduos.

² Além das emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis nos setores citados, são consideradas emissões de processos industriais e de CH₄ relativas à operação em plataformas de petróleo, assim como transporte e distribuição de gás natural e carvão.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 10 – Potenciais de Mitigação de Emissões do Sistema Energético¹ em 2020, 2030, 2040 e 2050

Setor/Fonte emissora	Mitigação de Emissões de GEE (MtCO ₂ e) ²											
	2020			2030			2040			2050		
	BC0	BC25	BC100	BC0	BC25	BC100	BC0	BC25	BC100	BC0	BC25	BC100
Indústria	-2,54	-6,12	-7,53	-15,86	-25,08	-26,37	-21,41	-35,94	-38,39	-29,03	-43,74	-65,34
Demais setores ³	-41,76	-72,80	-78,98	-71,82	-154,72	-190,88	-139,95	-229,52	-306,01	-187,29	-304,88	-420,30
Total	-44,30	-78,92	-86,51	-87,68	-179,80	-217,25	-161,36	-265,46	-344,40	-216,32	-348,62	-485,64

¹ O sistema energético é composto pelos setores industrial, energético, transportes, agricultura, edificações, elétrico e gestão de resíduos.

² As reduções de emissões para os cenários BC0, BC25 e BC100 foram calculadas subtraindo as emissões dos cenários REF dos respectivos anos (2020, 2030, 2040 e 2050).

³ Além das emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis nos setores citados, são consideradas emissões de processos industriais e de CH₄ relativas à operação em plataformas de petróleo, assim como transporte e distribuição de gás natural e carvão.

Fonte: Elaboração própria

A atualização dos custos de capital e custos de O&M a partir do sobrecusto de 69%, resulta em potenciais de mitigação menores para o setor industrial, entre 2020 e 2050, nos cenários BC0, BC25 e BC100, com relação à rodada base (MCTIC, 2017a). A redução é diretamente proporcional ao tributo de carbono implícito no cenário, como mostra a Figura 15.

No cenário BC0, a redução média no potencial de abatimento no período é de 23%, na rodada SensInd com relação à rodada base. A redução média cresce para 40% no cenário BC25, e é de 56% no cenário BC100. Logo, reduções de emissão associadas a patamares superiores de tributação de carbono são fortemente impactadas perante a adequação dos custos de O&M e capital à realidade econômica, tributária e regulatória do país.

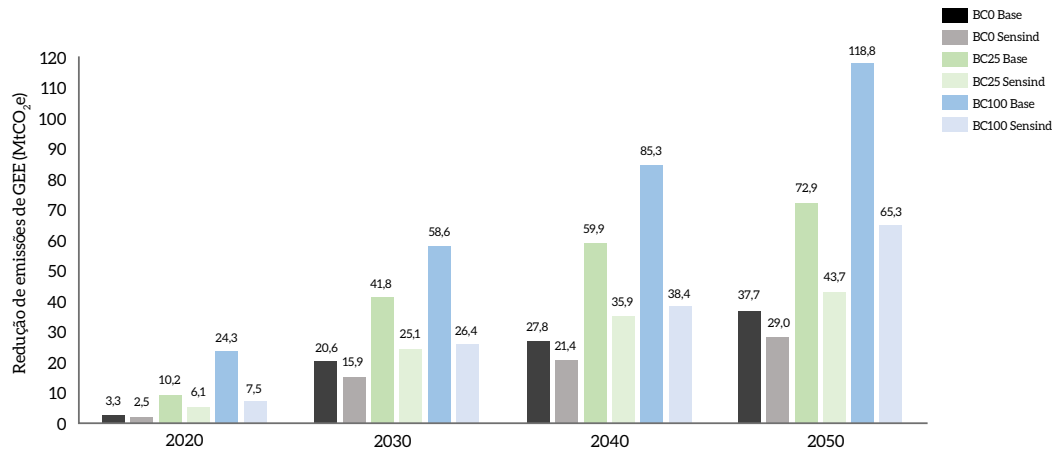


Figura 15 – Potenciais de Redução de Emissões de GEE na Rodada Base e Rodada SensInd do Setor Industrial

Fonte: Elaboração própria

Conforme demonstrado na Tabela 11, quase a totalidade da redução de emissões de GEE que ocorre no cenário BC0 do setor industrial, relativamente à rodada SensInd, deriva de:

- Eficientização na recuperação de calor e vapor em processos industriais;
- Otimização de processos produtivos por meio da automação, monitoramento e manutenção de caldeiras;
- Recuperação de hidrogênio na produção de metanol.

A internalização de tributo de carbono de 25 US\$/tCO₂ (BC25) viabilizaria opções adicionais de baixo carbono. Podem ser destacadas, em face do potencial de mitigação de emissões:

- Troca de combustíveis nos setores de cerâmica, cimento, ferro-gusa e aço e metalurgia de metais não ferrosos;
- Eficientização na recuperação de vapor nos processos do setor químico.

No cenário BC100, uma série de medidas que demandam maior patamar de precificação para se viabilizarem poderiam ser adotadas. Destacam-se:

- Captura e armazenamento de carbono, particularmente na produção de cimento e em plantas integradas do setor de ferro-gusa e aço;

- Aumento do uso de gás natural em caldeiras e fornos no setor químico;
- Uso de veículos híbridos elétrico-diesel para o transporte de minérios;
- Otimização de sistemas motores no setor químico;
- Injeção de carvão pulverizado em plantas siderúrgicas;
- Aplicação de fornos Scope 21 na siderurgia.

A precificação de carbono na economia reflete-se em termos de efeito atividade, particularmente, resultando em queda na demanda de insumos energéticos carbonointensivos. Por esse motivo, observa-se significativa queda nas emissões de geração elétrica e processos industriais, conforme MCTIC (2017a) e refletida na Tabela 10. No caso da redução de mineração de carvão, observa-se efeito indireto da queda na demanda termelétrica, que perde competitividade mediante tributação de carbono.

Tabela 11 – Principais Atividades de Baixo Carbono do Setor Industrial, por Segmento, nos Cenários BC0, BC25 e BC100 da Rodada SensInd em 2030 e 2050

Setor (segmento)	Opções de mitigação	Potencial de mitigação (MtCO ₂ e) ¹					
		2030			2050		
		BC0	BC25	BC100	BC0	BC25	BC100
Indústria (outros)	Eficientização na recuperação de calor e vapor nos processos	7,2	8,1	8,1	9,5	13,9	13,9
Indústria (cimento)	Eficientização na recuperação de calor nos processos	2,9	3,1	3,1	2,9	3,5	3,5
Indústria (cimento)	Troca de combustíveis	NA ²	0,9	0,9	1,0	1,8	1,8
Indústria (cimento)	Adição de carboneto de escória na produção de cimento	NA ²	NA ²	0,4	NA ²	0,8	0,8
Indústria (outros)	Eficientização de fornos e otimização de processos	2,4	3,4	3,4	7,5	11,4	11,4
Indústria (químico)	Eficientização na recuperação de calor nos processos	1,4	1,9	1,9	1,4	2,4	2,4
Indústria (químico)	Eficientização na recuperação de vapor nos processos	NA ²	1,7	1,7	1,0	1,9	1,9
Indústria (químico)	Otimização de sistemas motores	NA ²	NA ²	0,3	NA ²	NA ²	0,3
Indústria (químico)	Aumento do uso de gás natural em caldeiras e fornos	NA ²	NA ²	0,2	NA ²	NA ²	0,4
Indústria (químico)	Captura de carbono na produção de amônia	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²
Indústria (químico)	Troca de combustíveis	NA ²	0,2	0,2	NA ²	0,2	0,2
Indústria (cimento)	Captura de carbono por absorção química	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	12,4
Indústria (cimento)	Adoção de sistemas de fornos com cinco estágios de ciclone	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²
Indústria (siderurgia)	Eficientização na recuperação de calor nos processos	1,7	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Indústria (siderurgia)	Injeção de carvão pulverizado	NA ²	NA ²	0,1	NA ²	NA ²	0,4
Indústria (siderurgia)	Aplicação de fornos Scope 21	NA ²	NA ²	0,1	NA ²	NA ²	0,3
Indústria (siderurgia)	Captura de carbono em plantas integradas na Top Gas Recycling Blast Furnace	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²
Indústria (siderurgia)	Captura de carbono em plantas integradas na unidade de cogeração	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	6,0
Indústria (outros)	Troca de combustíveis	NA ²	2,9	2,9	2,4	3,8	3,8
Indústria (mineração)	Uso de veículos híbridos	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	NA ²	0,5
Outras atividades de baixo carbono menos representativas para a redução das emissões setoriais ³		0,3	0,7	0,9	1,1	1,8	3,1
Total		15,9	25,1	26,4	29,0	43,7	65,3

¹ O potencial e as opções de mitigação referem-se aos cenários BC0, BC25 e BC100, para os anos de 2030 e 2050, respectivamente.

² Medidas não selecionadas perante o valor de carbono implícito na função objetivo do modelo MSB8000.

³ Abrange medidas com potencial de mitigação menor que 0,1 MtCO₂e.

Fonte: Elaboração própria

Alterações relevantes com relação às medidas, relativamente à rodada base (MCTIC, 2017a), foram identificadas na rodada SensInd.

No caso do cenário BCO, a troca de combustíveis tornou-se inviável, assim como a eficientização na recuperação de vapor na indústria química. Mais do que isso, foi reduzido o potencial de abatimento em face da inviabilização da recuperação de calor e vapor em alguns segmentos, tais como cerâmica, papel e celulose e têxtil.

A revisão dos custos de capital e O&M também modificou o perfil de medidas do cenário BC25. A injeção de carvão pulverizado na siderurgia, a adição de carboneto de escória na produção de cimento e a otimização de sistemas motores no setor químico tornaram-se inviáveis com precificação de carbono de 25 US\$/tCO₂ na economia.

Alterações significativas ocorreram no cenário BC100. A captura de carbono na produção de amônia e em plantas integradas na *Top Gas Recycling Blast Furnace* (TGRBF) deixou de ser uma opção de mitigação. Por sua vez, o potencial de captura de carbono por absorção química na produção de cimento, em 2050, reduziu de 15,0 MtCO₂ para 12,4 MtCO₂. Finalmente, a adoção de sistemas de fornos com cinco estágios de ciclone na produção de cimento também se tornou inviável. Em função disso, o potencial de mitigação total no cenário BC100 reduziu de 119 MtCO₂ para 65 MtCO₂ na rodada SensInd em 2050, relativamente à rodada base.

The background features a large, solid gold shape that resembles a stylized letter 'L' or a corner. In the upper left, there is a smaller gold shape with a jagged, sawtooth-like top edge. At the bottom right, a smaller, lighter tan shape is partially visible, also with a diagonal edge. The overall aesthetic is modern and minimalist.

Considerações Finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo objetivou mensurar o impacto em termos dos potenciais e custos de abatimento das emissões de GEE, relativamente à rodada base apresentada em MCTIC (2017a), decorrente da adequação dos custos de capital e O&M à realidade nacional.

Para tanto, foi realizada uma nova rodada de simulação integrada no modelo MSB8000, intitulada “SensInd”, visando a obtenção de novos potenciais e custos de abatimento, com foco no setor industrial.

No cenário BC0, seria possível reduzir as emissões em 15% com relação ao cenário REF em 2050, sendo que a eficiência energética desempenha papel relevante para a mitigação na indústria. A tributação de carbono ao nível de 25 US\$/tCO₂ aumentaria o potencial de redução de emissões no setor, que seria de 23% em 2050 relativamente ao cenário REF. Medidas de recuperação de calor e vapor em fornos e caldeiras nos segmentos cimenteiro, químico e siderúrgico, seriam viabilizadas. No cenário BC100, aumenta consideravelmente o potencial de mitigação nos setores industriais, que seria de 35% com relação à linha de base em 2050.

A atualização dos custos de capital e de O&M, resultaram em potenciais de mitigação menores para o setor industrial, entre 2020 e 2050, nos cenários BC0, BC25 e BC100, com relação à rodada base (MCTIC, 2017a). No cenário BC0, a redução média no potencial de abatimento no período é de 23%, na rodada SensInd com relação à rodada base. A redução média cresce para 40% no cenário BC25, e é de 56% no cenário BC100. Nesse caso, particularmente é explicada pela inviabilização da captura de carbono na produção de amônia e em plantas TGRBF.

De fato, a adequação dos custos extraídos da literatura científica à realidade econômica, tributária e regulatória do país revela-se relevante para a elaboração de instrumentos de política pública que visem extrair a máximo potencial da indústria em mitigar emissões. Nesse sentido, são elencados os principais mecanismos a serem implementados e/ou reformulados visando a adoção dos cenários BC0, BC25 e BC100 pelo setor.

Com relação ao cenário BC0, é fundamental a implementação dos seguintes mecanismos:

- Criação da linha de crédito “Financiamento a empreendimentos – Finem Eficiência Energética na Indústria”;
- Criação de um programa de depreciação obrigatória de equipamentos industriais de geração de calor e vapor;
- Definição de *benchmark* para novas plantas industriais;

- Desburocratização da análise de financiamento por bancos públicos de fomento relacionada a ações que mitiguem emissões de GEE, tendo como contrapartida o cumprimento do arcabouço regulatório de baixo carbono;
- Estabelecimento de limites de emissão por unidades industriais e/ou combustíveis;
- Estabelecimento de padrões mínimos de eficiência energética para equipamentos, por meio da criação do Selo de Eficiência Energética Industrial;
- Financiamento, por meio de agências do fomento à pesquisa, para a elaboração de estudos detalhados de aplicabilidade e potencialidades de tecnologias de baixo carbono;
- Incentivo à implementação da certificação ISO 50.001 nas empresas do setor industrial;
- Obrigatoriedade da realização de auditorias energéticas e elaboração de inventários de emissões como incentivo para acesso a condições diferenciadas de crédito em bancos públicos de fomento.

A implementação dos cenários BC25 e BC100 requer a precificação de carbono na economia. A opção da tributação do carbono, com instrumentos compensatórios, é fundamental para setores com elevada carbono-intensidade, como é o caso dos segmentos industriais. Além dos instrumentos já citados, posto que o cenário BC25 é adicional, são necessários:

- Elaboração de contratos e seguros de fornecimento de gás natural e biomassa;
- Precificação de carbono a partir de 2025, com instrumento compensatório para amenizar o impacto do custo carbono;
- Promoção de atividades de capacitação de técnicos, em parceria público-privada, para a coleta de dados de emissão das plantas industriais e preparação de projetos e monitoramento de ações de eficiência energética;
- Realização de investimentos, com disponibilização de acesso facilitado a crédito em bancos públicos de fomento, para expansão da rede de gasodutos e cooperativas de coleta e aproveitamento energético de biomassa.

O cenário BC100 é permeado por uma série de incertezas, entre as quais a disponibilidade comercial e a viabilidade econômica das MTD. Por outro lado, o incentivo por meio de instrumentos de política pública à adoção do cenário seria fundamental para transição a uma economia de baixo carbono. Adicionalmente aos cenários anteriores, sua adoção requer:

- Aumento da alocação orçamentária do MCTIC visando o fomento à pesquisa, desenvolvimento e demonstração de tecnologias críticas de baixo carbono;
- Criação da linha de crédito “Financiamento a plantas-piloto – Captura de carbono”;
- Criação de laboratórios para testar em menor escala os impactos do armazenamento de CO₂ em sumidouros geológicos e projetos de rede de dutos para coleta de CO₂ a partir das fontes estacionárias;
- Cursos de formação técnica que permitam que profissionais tenham a capacidade de desenvolver e dar assistência a produtos relacionados com a implantação de rede de carbodutos e armazenamento geológico no Brasil;
- Desoneração de impostos para importação de plantas de captura de carbono, veículos híbridos e fornos Scope 21;
- Elaboração e implementação de projetos-piloto de captura de CO₂;

- Proposta de estrutura regulatória que contenha um conjunto de informações e procedimentos (etapas de um projeto, agentes atuantes e órgãos fiscalizadores) para a implementação segura e eficaz de técnicas de CAC no Brasil com o foco principal nas etapas de transporte e armazenamento geológico de CO₂.

A análise dos instrumentos mostra que a adoção do cenário BC100 é extremamente complexa e, mesmo os cenários BC0 e BC25 são desafiadores. Mais do que isso, é preciso considerar os impactos econômicos decorrentes da implementação dos cenários no setor industrial. Ainda que o potencial de mitigação na rodada SensInd seja inferior ao obtido na rodada base, permanece válida a constatação de que os setores de mineração, ferro-gusa e aço e refino seriam significativamente afetados mediante a internalização de um valor de carbono a partir de 25 US\$/tCO₂ na economia. Em virtude do poder de encadeamento desses setores com atividades a jusante, portanto, é imprescindível elaborar instrumentos de política pública que amenizem potenciais efeitos de transmissão do custo carbono, viabilizando a implementação das opções de mitigação nesses setores.

The background features a large, solid gold shape on the right side. In the upper left, there is a smaller gold shape with a jagged, sawtooth-like top edge. At the bottom right, a light beige parallelogram is partially visible, overlapping the gold shape.

Referências

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. R. R.; SOARES, J. M.; CASTRO, K. P. D. *Avaliação da estrutura e do desempenho do sistema tributário Brasileiro: Livro branco da tributação brasileira*. Washington D.C.: Inter-American Development Bank, 2013.

ANSAR, A.; FLYVBJERG, B.; BUDZIER, A.; LUNN, D. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. *Energy Policy*, 69, p. 43-56, 2014.

BRASIL. Eletronuclear. *Estudo de Impacto Ambiental da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto*. 2004. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/v01_02_caracterizacao.html#25>. Acesso em: 14 out. 2016.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC. *Modelagem integrada e impactos econômicos de opções setoriais de baixo carbono*. Brasília: MCTIC, 2017a.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono no setor de termelétricas e termonucleares*. Brasília: MCTIC, 2017b.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de alimentos e bebidas*. Brasília: MCTIC, 2017c.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de cerâmica*. Brasília: MCTIC, 2017d.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de cimento*. Brasília: MCTIC, 2017e.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de ferro-gusa e aço*. Brasília: MCTIC, 2017f.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de ferroligas*. Brasília: MCTIC, 2017g.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de metalurgia de metais não ferrosos*. Brasília: MCTIC, 2017h.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de mineração e pelotização*. Brasília: MCTIC, 2017i.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de outras indústrias*. Brasília: MCTIC, 2017j.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de papel e celulose*. Brasília: MCTIC, 2017k.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor químico*. Brasília: MCTIC, 2017l.

_____. *Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor têxtil*. Brasília: MCTIC, 2017m.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC (Brasil). *Produtividade da construção civil brasileira*. Rio de Janeiro: FGV, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI (Brasil). *Competitividade Brasil 2014: comparação com países selecionados*. Brasília: CNI, 2015b. 108 p.

_____. *Indústria brasileira: da perda de competitividade à recuperação?* Brasília: CNI (Estudos econômicos 1), 2015a, 29 p.

_____. *Infraestrutura: o custo do atraso e as reformas necessárias*. Mapa Estratégico da Indústria 2013-2022 – uma agenda para a competitividade. Brasília: CNI, 2014, 180 p.

DE NEGRI E OLIVEIRA. O desafio da produtividade na visão das empresas. *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura. n. 31, fev. 2014.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS – Dieese (Brasil). *Boletim de Conjuntura nº 4* – agosto de 2015.

EXAME. *Custo de Angra 3 pode ultrapassar R\$13 bi, diz Eletronuclear*. 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/custo-de-angra-3-pode-ultrapassar-r-13-bi-diz-eletronuclear>>. Acesso em: 2 fev. 2016.

GERBASI, A. *Avaliação da rota termoquímica de produção de etanol e alcoóis superiores*. 2013. Tese (Doutorado) – PPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

IFC. *Hydroelectric Power: A Guide for Developers and Investors*. International Finance Corporation. World Bank Group, 2015.

ILOS LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN. *Custos logísticos no Brasil*. 2014. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/analise-de-mercado/relatorios-de-pesquisa/custos-logisticos-no-brasil/>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

INTRATEC. *Location Factor for Cost Estimation*. 2016. Disponível em: <<http://www.intratec.us/free-tools/location-factor>>. Acesso em: 3 maio 2016.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. *Intuitive prediction: biases and corrective procedures*. In: MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C. (Eds.). *Studies in the Management Sciences: Forecasting*. North Holland, Amsterdam, 1979.

KPMG INTERNATIONAL. *Embracing change?* Global Construction Survey 2008. KPMG, 2008.

_____. *Climbing the curve*. Global Construction Survey 2015. KPMG, 2015.

LISBOA, M. D. B. Governança das Políticas Públicas. In: COLETÂNEA DE CAPÍTULOS SOB A LUZ DO SOL, UMA AGENDA PARA O BRASIL. São Paulo: Centro de Debates de Políticas Públicas, 2014, p. 78-89.

LISBOA, M. D. B.; PESSOA, S. D. A. *Uma história sobre dois países (por enquanto)*. São Paulo: Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, 2013.

MATION, L. *Comparações internacionais de produtividade e impactos do ambiente de negócios*. Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes. Capítulo 6, Volume 1. Brasília: IPEA, 2014, 445p.

ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO – Onip. *Conteúdo local do refino*. 2012. Disponível em: <<http://www1.onip.org.br/areas-de-atuacao/projetos/conteudo-local/>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

PAES, N. L. Imposto sobre produtos industrializados: carga setorial e aspectos distributivos. *Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)*, Brasília/Ipea: v. 45, n. 1, abr. 2015.

RANKBRASIL. *Maior usina hidrelétrica do Brasil em potência instalada*. 2013. Disponível em: <http://www.rankbrasil.com.br/Recordes/Materias/OLug/Maior_Usina_Hidreletrica_Do_Brasil_Em_Potencia_Instalada>. Acesso em: 5 ago. 2015.

SCHETTINI, D.; AZZONI, C. Determinantes regionais da produtividade industrial: o papel da infraestrutura. *Produtividade no Brasil: Desempenho e Determinantes*. Capítulo 14, Volume 2. Brasília/Ipea, 2015, 563p.

SILVA, A. S. *As hidrelétricas em São Paulo: evolução das técnicas e processos*. 2005. Disponível em: <<http://www.energiaesaneamento.org.br/media/63150/10.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2015.

SOVACOOOL, B. K.; GILBERT, A.; NUGENT, D. An international comparative assessment of construction cost overruns for electricity infrastructure. *Energy Research & Social Science*, 3, p. 152-160, 2014.

TRACTEBEL. *Perguntas & Respostas – UTE Pampa Sul*. 2014. Disponível em: <<http://www.tractebelenergia.com.br/wps/wcm/connect/5905b0ed-b22e-42aa-8392-3aece8ec84d3/Perguntas+e+Respostas+UTE+Pampa+Sul.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 2 jan. 2016.

TRADING ECONOMICS. *Indicators*. 2016. Disponível em: <<http://www.tradingeconomics.com/indicators>>. Acesso em: 15 set. 2017.

