

# IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS E SOCIAIS DE CENÁRIOS DE MITIGAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL ATÉ 2030



# Cenários de Mitigação de GEE do Setor de Serviços (Demanda de Energia)

## Relatório Técnico

Autores:

Amaro Olímpio Pereira Junior e Larissa Albino da Silva Santos (Centro  
Clima/COPPE/UFRJ)

Citação:

PEREIRA JR, A.O. e SANTOS, L.A.S. (2015). Cenários do Setor de Serviços. In: LA ROVERE, E. L. et al. , 2016 – Implicações Econômicas e Sociais de Cenários de Mitigação de Gases de Efeito Estufa no Brasil até 2030: Projeto IES-Brasil, Forum Brasileiro de Mudanças Climáticas – FBMC. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

## EQUIPE DO PROJETO IES-Brasil

### FORUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL

Luiz Pinguelli Rosa – Coordenador Geral

Neilton Fidelis – Coordenador Executivo

### CENTRO CLIMA/COPPE/UFRJ – COORDENAÇÃO TÉCNICA

Emilio Lèbre La Rovere – Líder de Pesquisa e Modelagem

William Wills – Coordenador de Pesquisa e Modelagem Macroeconômica

Carolina Burle Schmidt Dubeux, Amaro Olímpio Pereira Junior e Sergio Henrique Ferreira da Cunha –  
Coordenadores de Estudos Setoriais

Isabella da Fonseca Zicarelli – Assistente de Coordenação

### ECOSYNERGY – EQUIPE DE FACILITAÇÃO

Barbara C. P. Oliveira – Líder de Processo e Facilitação

Sergio Marcondes

Luisa Santos Sette Câmara Moreira

### EQUIPE DE MODELAGEM MACROECONÔMICA

William Wills, Carolina Grottera, Romulo Neves Ely – Centro Clima/COPPE/UFRJ

Julien Lefevre – CIRED/CNRS (*Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement*)

### EQUIPE DE ESTUDOS SETORIAIS

**Setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra (AFOLU):** Marcelo Melo Ramalho Moreira, Leila Harfuch, Willian Kimura, Luciane Chiodi Bachion, Rodrigo Lima, Wilson Zambianco e André Nassar – Agroicone; Carolina B. S. Dubeux e Michele K.C. Walter – Centro Clima/COPPE/UFRJ

**Setor Energético:** Amaro Olímpio Pereira Junior, Sergio Henrique Ferreira da Cunha, Thauan Santos, Mariana Weiss, Larissa Albino da Silva Santos e Patricia Turano de Carvalho – Centro Clima/COPPE/UFRJ

**Setor Industrial:** Shiguelo Watanabe Jr, Roberto Kishinami e Ana Toni – CO2 Consulting

**Setor de Resíduos:** Saulo Machado Loureiro e Carolina B.S. Dubeux – Centro Clima/COPPE/UFRJ e Victor Zveibil

**Setor de Transporte:** Amaro Olímpio Pereira Junior, Luan Santos e Luiza Di Beo Oliveira – Centro Clima/COPPE/UFRJ

### EQUIPE DE COMUNICAÇÃO

Roberta Nadalutti La Rovere

### GERÊNCIA ADMINISTRATIVA

Charlotte Heffer – Gerente de Projeto

Mariana Portellada – Assistente Administrativa

Yuri Ramos Alves – Estagiário

## Sumário

<b>Introdução</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Cenário de Plano Governamental (CPG)</b> .....	<b>8</b>
1.1. Premissas Utilizadas na Modelagem .....	9
1.2. Medidas de Mitigação já Incluídas no CPG .....	9
1.3. Resultados Finais do CPG.....	10
<b>2. Cenário de Mitigação Adicional (MA)</b> .....	<b>12</b>
2.1. Medidas sugeridas pelo CEC mas não modeladas .....	12
2.2. Cenário de Mitigação Adicional 1 (MA1) .....	13
2.2.1. Novas medidas de mitigação .....	13
2.2.2. Resultados do MA1 .....	13
2.3. Cenário de Mitigação Adicional 2 (MA2) .....	15
2.3.1. Medidas de mitigação já previstas no MA1 cujo alcance foi ampliado. ....	15
2.3.2. Novas medidas de mitigação .....	15
2.3.3. Resultados do MA2 .....	15
<b>3. Análise comparativa dos cenários CPG, MA1 e MA2</b> .....	<b>16</b>
<b>4. Aspectos Socioeconômicos</b> .....	<b>17</b>
<b>Referência Bibliográfica</b> .....	<b>18</b>
<b>ANEXO METODOLÓGICO</b> .....	<b>20</b>

## Figuras

<b>Figura 1.</b>	Emissões de GEE do Setor de Serviços (%) - 2005 e 2010.....	8
<b>Figura 2.</b>	Evolução das emissões do Setor de Serviços (MtCO <sub>2</sub> e) até 2030.....	17

## Tabelas

<b>Tabela 1.</b>	Estimativas do consumo de energia (ktep) do Setor de Serviços por fonte energética (CPG) – 1990-2030 .....	10
<b>Tabela 2.</b>	Evolução das emissões de GEE (MtCO <sub>2</sub> e) no Cenário de Plano Governamental (CPG) .....	11
<b>Tabela 3.</b>	Nível de atividade nos Cenários de Mitigação Adicional (MA1 e MA2), em relação ao CPG. ....	12
<b>Tabela 4.</b>	Número de sistemas eficientes de iluminação em operação por cenário. ....	12
<b>Tabela 5.</b>	Síntese dos custos no Cenário de Mitigação Adicional 1 (MA1).....	13
<b>Tabela 6.</b>	Estimativas do consumo de energia (ktep) do Setor de Serviços por fonte energética (MA1) – 1990-2030 .....	13
<b>Tabela 7.</b>	Emissões totais (MtCO <sub>2</sub> e) do Setor de Serviços (MA1).....	14
<b>Tabela 8.</b>	Resultados do Cenário de Mitigação Adicional 1 (MA1).....	14
<b>Tabela 9.</b>	Síntese dos custos no Cenário de Mitigação Adicional 2 (MA2).....	15
<b>Tabela 10.</b>	Estimativas do consumo de energia (ktep) do Setor de Serviços por fonte energética (MA2) – 1990-2030.....	15
<b>Tabela 11.</b>	Emissões totais (MtCO <sub>2</sub> e) do Setor de Serviços (MA2).....	16
<b>Tabela 12.</b>	Resultados do Cenário de Mitigação Adicional 2 (MA2).....	16
<b>Tabela 13.</b>	Fatores de emissão do <i>grid</i> (tCO <sub>2</sub> e/MWh) de 2015 a 2030. ....	20
<b>Tabela 14.</b>	Fatores de emissão do <i>grid</i> (MtCO <sub>2</sub> e/ktep) de 1990 a 2010. ....	20
<b>Tabela 15.</b>	Custos dos sistemas de iluminação.....	21
<b>Tabela 16.</b>	Tarifa de energia elétrica. ....	21
<b>Tabela 17.</b>	Diferença de custos (investimento, operação e manutenção) entre os cenários de mitigação adicional e o CPG (10 <sup>6</sup> US\$). ....	21
<b>Tabela 18.</b>	Indicadores de custo e de emissões evitadas para o MA1 em relação ao CPG na introdução, em 2015, de sistemas eficientes de iluminação .....	22
<b>Tabela 19.</b>	Indicadores de custo e de emissões evitadas para o MA2 em relação ao CPG na introdução, em 2015, de sistemas eficientes de iluminação .....	22
<b>Tabela 20.</b>	Redução do consumo de energia elétrica (GWh) por cenário, em relação ao CPG . ....	22

## Introdução

O Setor de Serviços, neste capítulo, abrange o conjunto de estabelecimentos que empreendem atividades relacionadas ao comércio de bens e/ou à prestação de serviços, privados ou públicos, à exceção de transportes e geração de eletricidade. Diversos estabelecimentos integram este setor, tais como: hotéis, *shopping centers*, lojas comerciais, instituições financeiras, instituições de ensino, hospitais, entre outros. Portanto, uma das principais características deste setor é a sua heterogeneidade em termos de perfil produtivo, formas arquitetônicas e padrão de uso de energia devido aos diferentes fins das atividades, bem como devido às diferentes condições ambientais (climáticas) e socioeconômicas existentes.

A participação do setor na economia brasileira vem crescendo desde a década de 70, principalmente devido à geração de serviços mais complexos e amplos, como bancários, telecomunicações, transportes e seguros. De acordo com o Plano Nacional de Energia 2050 (EPE, 2014), a participação relativa deste setor no PIB, no ano de 2014, foi de 67,3%. Em termos absolutos, estes valores<sup>1</sup> montam R\$ 2,1 trilhões.

A importância deste setor também é crescente no comércio internacional. Entre os anos de 2008 e 2012, as exportações brasileiras cresceram a uma taxa maior que a média mundial e o país aumentou sua participação de 0,7% para 0,9% do total de exportações mundiais de serviços. Em compensação, as importações também cresceram; entre o mesmo período (2008 e 2012), o Brasil aumentou sua participação de 1,1% para 2% do total de importações mundiais de serviços. A título de comparação, os Estados Unidos – 1º lugar no *ranking* mundial de importadores – detinha 10,6% do total das importações de serviços em 2012 (MDIC, 2013).

O setor é intensivo em trabalho. Em 2003, o grau de informalidade era de 50,4%, enquanto que em 2012 este indicador baixou para 39,3% (MDIC, 2013). Apenas em 2013, este setor correspondeu a 76% de empregos criados com carteira assinada, ao adicionar 851 mil postos de trabalho (MTE, 2014).

A educação se mostra como uma variável explicativa para o crescimento deste setor. Desde 1993 houve um aumento substancial no nível de escolaridade do brasileiro – apesar de ainda precisar desenvolver qualitativamente seus indicadores de inovação e competitividade. Este fato contribui para o aumento no nível de especialização da mão de obra absorvida pelo setor, essencialmente para as instituições financeiras e de telecomunicações, que exigem uma mão de obra qualificada (Barros Filho, 2011).

---

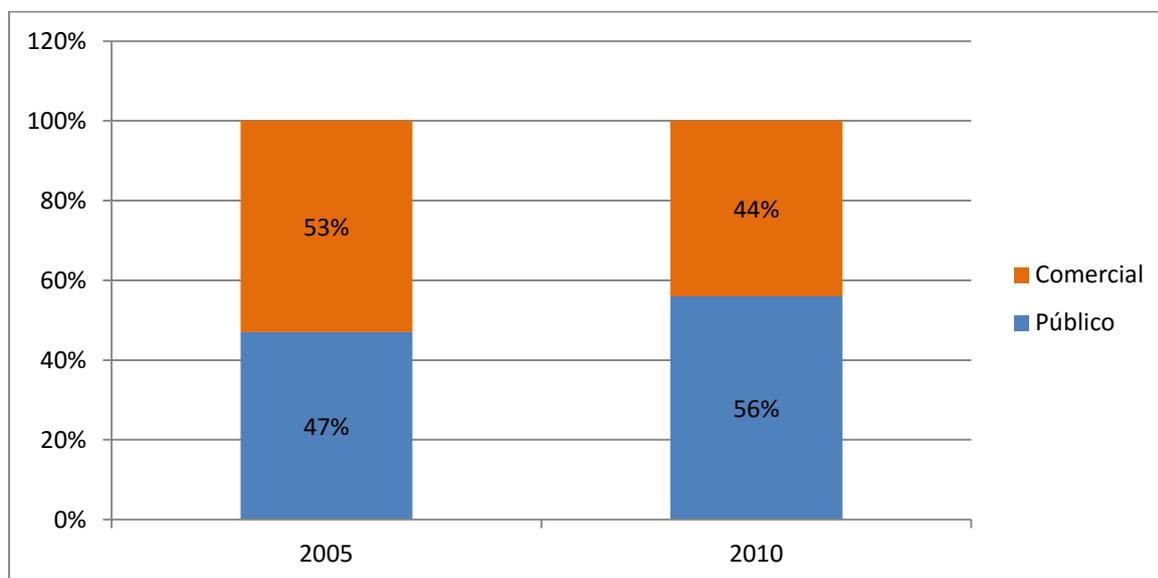
<sup>1</sup> Preços constantes de 2005

Os equipamentos utilizados, em relação ao desenvolvimento tecnológico, neste setor, para o consumo de serviço de energia são bem pulverizados (escadas rolantes para *shopping centers*, equipamentos eletrônicos hospitalares, equipamentos eletrônicos utilizados no comércio atacadista e varejista, equipamentos de escritório, entre outros). Diversos gargalos impedem a penetração de equipamentos mais eficientes em termos de conversão de energia final para energia útil. Dentre eles, cita-se a incerteza quanto aos potenciais de redução dos gastos com energia, em longo prazo, em face de equipamentos mais eficientes, porém, mais onerosos. Além disso, há entraves legais que prejudicam a adoção de medidas de conservação de energia, sobretudo para o subsetor público (Januzzi, 2009).

No que se refere ao planejamento energético do setor como um todo, ainda há necessidade de produção de dados primários que permitam uma análise aprofundada. Enquanto que para os demais setores da economia há dados sobre nível de atividade, intensidade energética, participação relativa de cada tecnologia na demanda de energia, o mesmo não se identifica para o setor de serviços. Desta forma, a análise detalhada do potencial de conservação de energia fica prejudicada, restringindo-se a resultados agregados.

O setor de serviços apresenta uma grande variedade de aspectos ambientais que, conforme a atividade, pode se transformar em impactos ambientais com frequência e grau diferentes. Há uma grande demanda de recursos, como energia e água, gerando uma considerável quantidade de resíduos e efluentes. Em relação ao uso de energia, em especial, às emissões de GEE, este setor participa indiretamente das emissões pela demanda de energia elétrica para fins de iluminação e de condicionamento ambiental, pela utilização de eletricidade do *grid* nacional. Em termos de emissões diretas (exclusive as emissões da geração da eletricidade do *grid*), o setor de serviços emitiu 0,18% das emissões nacionais em 2005 e 0,21% em 2010 (MCTI, 2015). Nos países europeus, o setor de serviços representou 6% das emissões de GEE em 2005 (EEA, 2010).

Na Figura 1 abaixo, observa-se que o subsetor comercial apresentou as maiores emissões do total do setor de serviços em 2005. Em 2010, o setor público predominou. Observe-se que estes valores não incluem as emissões referentes à geração de eletricidade do *grid* consumida no setor, mas apenas o consumo de combustíveis pelo setor.



Fonte: (MCTI, 2015).

Nota: emissões diretas do setor de serviços. Não incluem emissões da geração de eletricidade do *grid* nacional.

Figura 1. Emissões de GEE do Setor de Serviços (%) - 2005 e 2010.

Ressalta-se que o presente capítulo apresenta, além dos valores relativos ao consumo de combustíveis, valores referentes à geração de eletricidade do *grid*, consumida pelo Setor de Serviços. As emissões da geração de eletricidade do *grid*, entretanto, são consideradas como indiretas, pois ocorrem, de fato, no Setor Energético (capítulo sobre oferta de energia). No cômputo geral do estudo, tais emissões e/ou abatimentos estão, portanto, atribuídas somente ao Setor Energético, evitando-se assim, dupla contagem. Outro aspecto a se mencionar é o fato de que a autoprodução de eletricidade não está destacada, de modo que as medidas de eficiência energética simuladas resultam em redução de consumo de eletricidade do *grid*. Como a eletricidade do *grid* é menos carbono-intensiva do que a dos geradores comumente encontrados no setor, as medidas de mitigação são conservadoras.

## 1. Cenário de Plano Governamental (CPG)

De acordo com o PNE 2050 (EPE, 2014a), estima-se que este setor terá participação relevante em 2030 no PIB, sobretudo devido ao aumento de renda da população e da redução das desigualdades regionais. Em longo prazo, o setor apresentará um crescimento médio acima da média do PIB nacional, aumentando sua participação no valor adicionado e direcionando-se para uma estrutura setorial

semelhante à maioria das economias desenvolvidas. Em 2030, a participação relativa deste setor no PIB será em torno de 68,0% (EPE, 2014a).

Observa-se uma janela de oportunidade para o aumento do nível de atividade do setor por conta das melhorias estruturais no segmento da educação que se espera sejam proporcionadas pelas políticas públicas. Para tanto, o País deverá investir 10% do PIB em educação, conforme o Plano Nacional de Educação, contanto o setor com 75% dos *royalties* da exploração de petróleo e gás natural da região do Pré-Sal, através do instrumento legal nº 12.351 de 2010. Em 2010, a porcentagem destinada do PIB para o ensino público no país foi de 6,1% (INEP, 2011).

Uma mão-de-obra mais qualificada deverá, certamente, beneficiar a competitividade das atividades no setor de serviços, com reflexos nos subsetores, tais como, instituições financeiras, telecomunicações, serviços jurídicos e de auditoria, aumentando seu nível de atividade com o crescimento da competitividade e, conseqüentemente a demanda por energia.

## 1.1. Premissas Utilizadas na Modelagem

A demanda por combustíveis no setor de serviços é aquela obtida no PNE 2050 (EPE, 2014a). No que se refere à energia elétrica, a unidade básica para cálculo de demanda é a área bruta alocada (Januzzi, 1997). Considerou-se que a evolução da demanda por energia elétrica neste setor está fortemente associada à evolução da superfície dos estabelecimentos, a qual, por sua vez, varia conforme a expansão/retração do setor.

## 1.2. Medidas de Mitigação já Incluídas no CPG

Para o Cenário de Plano Governamental (CPG), diversas medidas para a redução do consumo de energia já vêm sendo implementadas, em especial, para o uso final de iluminação através dos programas de eficiência energética. Estes programas estão aderentes às diretrizes estabelecidas no Plano Nacional de Mudanças Climáticas e os instrumentos legais decorrentes. Para o subsetor público, em específico, diversos mecanismos regulatórios perfazem as ações para a redução do consumo de energia elétrica, a saber:

- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica em Prédios Públicos (PROCEL);
- Programa Brasileiro de Etiquetagem;
- PROCEL em Saneamento Ambiental (SANEAR); e
- Programas Municipais de Modernização do Sistema de Iluminação Pública.

Neste estudo, considerou-se que no CPG, a penetração dos sistemas eficientes de iluminação no setor de serviços seria de 88% em 2030, considerando que o setor já apresenta a tendência por este tipo de lâmpadas (Eletrobrás, 2008).

A eficiência de uma lâmpada é caracterizada pela capacidade da fonte em converter eletricidade em luminosidade, medida em lumens/watt, sendo que, quanto maior é essa relação, maior é a eficiência da lâmpada. Desta forma, quanto maior a eficiência de uma lâmpada, menor será a quantidade de lâmpadas para promover a iluminação desejada e, assim, torna-se mais econômico o sistema adotado em termos operacionais.

As lâmpadas fluorescentes tubulares são as mais recomendadas para ambientes internos para as atividades normalmente executadas no setor de serviços, uma vez que proporcionam a luminosidade adequada para a atividade fim, conforme recomendação da Norma ABNT 5413 (Guilliod *et al.*, 2010).

A substituição do número de lâmpadas fluorescentes tubulares em cada luminária<sup>2</sup> será reduzida de 4 para 2. Além disso, o sistema será mais eficiente, uma vez que a substituição será de uma lâmpada de 40 watts – acionada por um reator eletromagnético de 11 watts – para uma lâmpada de 32 watts – acionada por um reator eletrônico de 3 watts, devido ao emprego de luminárias reflexivas. Tais luminárias dispensam uma grande quantidade de lâmpadas, mantendo ou até melhorando a luminosidade adequada para a atividade fim do ambiente. As informações técnicas dessa medida foram retiradas do estudo do Banco Mundial 2010 (Gouvello *et al.* 2009).

### 1.3. Resultados Finais do CPG

A Tabela 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**abaixo, sintetiza os principais resultados para CPG no que se refere à demanda de energia.

**Tabela 1.** Estimativas do consumo de energia (ktep) do Setor de Serviços por fonte energética (CPG) – 1990-2030

Fonte Energética/Ano	1990	2000	2005	2010	2020	2030
Gás natural	3	76	282	262	380	627
Lenha	117	75	73	89	117	137
Óleo diesel	122	186	139	47	14	14
Óleo combustível	342	588	176	28	33	36
GLP	354	586	750	679	920	1.254
Querosene	1	0	0	0	0	0
Gás canalizado	8	0	0	0	0	0

<sup>2</sup> O sistema de iluminação compreende a tríade lâmpada-luminária-reator.

Fonte Energética/Ano	1990	2000	2005	2010	2020	2030
Eletricidade	3.607	6.594	7.415	9.176	14.260	21.808
Carvão Vegetal	56	63	67	86	104	106
Gás de Cidade e de Coqueria	55	21	0	0	0	0
Outros Derivados de Petróleo	7	21	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>4.671</b>	<b>8.210</b>	<b>8.902</b>	<b>10.366</b>	<b>15.829</b>	<b>23.982</b>
Número Índice	1	1,8	1,9	2,2	3,4	5,1

Fonte: EPE (2014).

No que se refere às emissões de GEE, os valores deste cenário podem ser observados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Evolução das emissões de GEE (MtCO<sub>2</sub>e) no Cenário de Plano Governamental (CPG)

	1990	2000	2010	2020	2030
Combustíveis (emissões diretas)	2,52	4,27	2,74	3,70	5,10
Eletricidade (emissões indiretas)	1,50	5,19	7,55	9,40	24,40
<b>TOTAL</b>	<b>4,02</b>	<b>9,46</b>	<b>10,29</b>	<b>13,10</b>	<b>29,50</b>

Fonte: EPE (2014).

**Nota:** as emissões da eletricidade estão apresentadas neste capítulo, mas contabilizadas no setor de oferta de energia.

## 2. Cenário de Mitigação Adicional (MA)

Os cenários de mitigação MA1 e MA2 diferem no que se refere ao nível de atividade do setor de serviços em relação ao CPG, conforme modelagem macroeconômica (modelo IMACLIM<sup>3</sup>) que forneceu níveis distintos para o PIB do setor.

**Tabela 3.** Nível de atividade nos Cenários de Mitigação Adicional (MA1 e MA2), em relação ao CPG.

Cenário /Ano	2005	2010	2020	2025	2030
MA 1 (%)	100,0	100,2	100,3	100,4	100,4
MA 2 (%)	100,0	100,7	101,5	101,7	101,8

Fonte: IES-Brasil (2015).

Em relação às medidas de mitigação no setor, para ambos os cenários de mitigação adicional (MA1 e MA2), simulou-se uma maior penetração dos sistemas de iluminação eficientes, a partir de 2015. No cenário de mitigação adicional, prevê-se que em 2030, 100% dos sistemas de iluminação serão eficientes. Ou seja, em 2030, 100% dos estabelecimentos que realizam atividades no setor de serviços terão lâmpadas fluorescentes tubulares de 32 watts (Tabela 4), variando a demanda por lâmpadas conforme varia o PIB.

**Tabela 4.** Número de sistemas eficientes de iluminação em operação por cenário.

Cenário/ano	2015	2030
MA 1	8.422.403	16.347.882
MA 2	8.461.244	16.439.511

Fonte: IES-Brasil (2015).

### 2.1. Medidas sugeridas pelo CEC mas não modeladas

- Condicionamento Ambiental: adoção de equipamentos de refrigeração de alimentos e de equipamentos de condicionamento ambiental que possuem padrões mínimos de eficiência de reconhecimento internacional (MEPS)<sup>4</sup> ou de consumo mínimo de equipamentos sem especificar detalhes de engenharia ou tecnologia de cada produto.
- Motores elétricos: esta medida consiste na penetração de motores elétricos para uso final de força motriz. Estes equipamentos apresentariam uma taxa de crescimento de

<sup>3</sup> Ver capítulo sobre macroeconomia.

<sup>4</sup> Minimum Energy Performance Standards

eficiência 5% a.a., enquanto que no Plano Governamental a taxa anual de crescimento da eficiência destes motores seria de 1,5%.

Estas duas medidas não foram analisadas pela equipe por não terem sido obtidos os dados de custos para o Setor de Serviços.

## 2.2. Cenário de Mitigação Adicional 1 (MA1)

Os custos associados à implementação desta medida são negativos, tomando-se como base uma análise de longo prazo, conforme se observa na Tabela 5. A implementação desta medida resultará em conservação de energia elétrica para a iluminação e, desta forma, reduz-se o custo de operação.

**Tabela 5.** Síntese dos custos no Cenário de Mitigação Adicional 1 (MA1)

Cenário	MA1
Custo unitário de abatimento (US\$/tCO <sub>2e</sub> )	-676,17
Custo do investimento associado em relação ao CPG (10 <sup>6</sup> US\$/ano)	58,93
Custo total por unidade de energia elétrica consumida em 2030 em relação ao CPG (US\$/MWh)	-23,46
Consumo de energia elétrica evitado 2010 – 2030 (GWh)	57,55

Fonte: IES-Brasil (2015).

### 2.2.1. Novas medidas de mitigação

Não foram incluídas novas medidas.

### 2.2.2. Resultados do MA1

Descontando-se do CPG as emissões devidas à geração de energia do *grid*, nota-se que a implementação de sistemas de iluminação eficiente reduziu para 21.279 ktep o consumo total de energia elétrica em 2030, uma redução de 2,44% em relação ao CPG em 2030 (Tabela 6).

**Tabela 6.** Estimativas do consumo de energia (ktep) do Setor de Serviços por fonte energética (MA1) – 1990-2030

Fonte Energética/Ano	1990	2000	2005	2010	2020	2030
----------------------	------	------	------	------	------	------

Gás Natural	3	76	282	262	380	627
Lenha	117	75	73	89	117	137
Óleo diesel	122	186	139	47	14	14
Óleo combustível	342	588	176	28	33	36
GLP	354	586	750	679	920	1.254
Querosene	1	0	0	0	0	0
Gás Canalizado	8	0	0	0	0	0
Eletricidade	3.607	6.594	7.415	9.176	14.045	21.279
Carvão Vegetal	56	63	67	86	104	106
Gás de Cidade e de Coqueria	55	21	0	0	0	0
Outros Derivados de Petróleo	7	21	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>4.671</b>	<b>8.210</b>	<b>8.902</b>	<b>10.366</b>	<b>15.614</b>	<b>23.453</b>
Número Índice	1	1,8	1,9	2,2	3,3	5,0

Fonte: IES – Brasil (2015).

**Tabela 7.** Emissões totais (MtCO<sub>2</sub>e) do Setor de Serviços (MA1)

Fonte/ano	1990	2000	2010	2020	2030
Combustíveis (emissões diretas)	2,52	4,27	2,74	3,70	5,12
Eletricidade (emissões indiretas)	1,50	5,19	7,55	9,30	23,80
<b>TOTAL</b>	<b>4,02</b>	<b>9,46</b>	<b>10,29</b>	<b>13,00</b>	<b>28,92</b>

Fonte: IES – Brasil (2015).

**Nota:** as emissões da eletricidade estão apresentadas neste capítulo, mas contabilizadas no setor de oferta de energia

**Tabela 8.** Resultados do Cenário de Mitigação Adicional 1 (MA1)

Setor de Serviços	2005	CPG	MA 1
		2030	
Nível de atividade (PIB preços constantes 10 <sup>6</sup> R\$ de 2005)	985.325	3.948.188	4.106.115
Nível de atividade (número índice)	1	4,00	4,17
Emissões totais <sup>1</sup> (MtCO <sub>2</sub> e)	9,3	29,5	28,92
Emissões (número índice)	1,00	3,17	3,11
Intensidade de emissões (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	0,065	0,096	0,096

Fonte: IES – Brasil (2015).

<sup>1</sup> Emissões diretas e indiretas (eletricidade)

**Nota:** as emissões da eletricidade estão apresentadas neste capítulo, mas contabilizadas no setor de oferta de energia

## 2.3. Cenário de Mitigação Adicional 2 (MA2)

Para o MA2, assumiram-se os mesmos pressupostos daqueles utilizados no MA 1; a diferença entre o MA1 e o MA2 é no nível de atividade (Tabela 3) e, portanto, o número de sistemas de eficientes de iluminação (Tabela 4).

A Tabela 9 mostra os custos associados ao MA2, em que o investimento necessário é maior que no MA1.

**Tabela 9.** Síntese dos custos no Cenário de Mitigação Adicional 2 (MA2)

Cenário	MA2
Custo unitário de abatimento (US\$/tCO <sub>2</sub> e)	-676,78
Custo do investimento associado em relação ao CPG (10 <sup>6</sup> US\$/ano)	60,22
Custo total por unidade de energia elétrica consumida em 2030 em relação ao CPG (US\$/MWh)	-23,46
Consumo de energia elétrica evitado 2010 – 2030 (GWh)	57,83

Fonte: IES – Brasil (2015).

### 2.3.1. Medidas de mitigação já previstas no MA1 cujo alcance foi ampliado.

Não há medidas de mitigação ampliadas no MA2

### 2.3.2. Novas medidas de mitigação

Não foram incluídas novas medidas de mitigação.

### 2.3.3. Resultados do MA2

Neste cenário, o consumo total de energia elétrica reduziu para 21.276 ktep em 2030 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**); 2,44% inferior ao CPG. A Tabela 11 indica as emissões totais para o MA2.

**Tabela 10.** Estimativas do consumo de energia (ktep) do Setor de Serviços por fonte energética (MA2) – 1990-2030

Fonte Energética/Ano	1990	2000	2005	2010	2020	2030
Gás Natural	3	76	282	262	380	627
Lenha	117	75	73	89	117	137
Óleo diesel	122	186	139	47	14	14
Óleo combustível	342	588	176	28	33	36
GLP	354	586	750	679	920	1.254
Querosene	1	0	0	0	0	0
Gás Canalizado	8	0	0	0	0	0
Eletricidade	3.607	6.594	7.415	9.176	14.045	21.276

Fonte Energética/Ano	1990	2000	2005	2010	2020	2030
Carvão Vegetal	56	63	67	86	104	106
Gás de Cidade e de Coqueria	55	21	0	0	0	0
Outros Derivados de Petróleo	7	21	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>4.671</b>	<b>8.210</b>	<b>8.902</b>	<b>10.366</b>	<b>15.614</b>	<b>23.450</b>
Número Índice	1	1,8	1,9	2,2	3,4	4,4

Fonte: IES – Brasil (2015).

**Tabela 11.** Emissões totais (MtCO<sub>2</sub>e) do Setor de Serviços (MA2)

Fonte/ano	1990	2000	2010	2020	2030
Combustíveis (emissões diretas)	2,52	4,27	2,74	3,70	5,12
Eletricidade (emissões indiretas)	1,5	5,19	7,55	9,29	23,79
<b>TOTAL</b>	<b>4,02</b>	<b>9,46</b>	<b>10,29</b>	<b>12,99</b>	<b>28,91</b>

Fonte: IES – Brasil (2015).

Nota: as emissões da eletricidade estão apresentadas neste capítulo, mas contabilizadas no setor de oferta de energia

**Tabela 12.** Resultados do Cenário de Mitigação Adicional 2 (MA2)

Setor de Serviços	2005	CPG	MA 2
		2030	
Emissões totais <sup>1</sup> (MtCO <sub>2</sub> e)	9,3	29,5	28,91
Emissões (número índice)	1,00	3,17	3,11
Intensidade de emissões (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	0,065	0,096	0,096

Fonte: IES – Brasil (2015).

<sup>1</sup> Emissões diretas e indiretas (eletricidade)

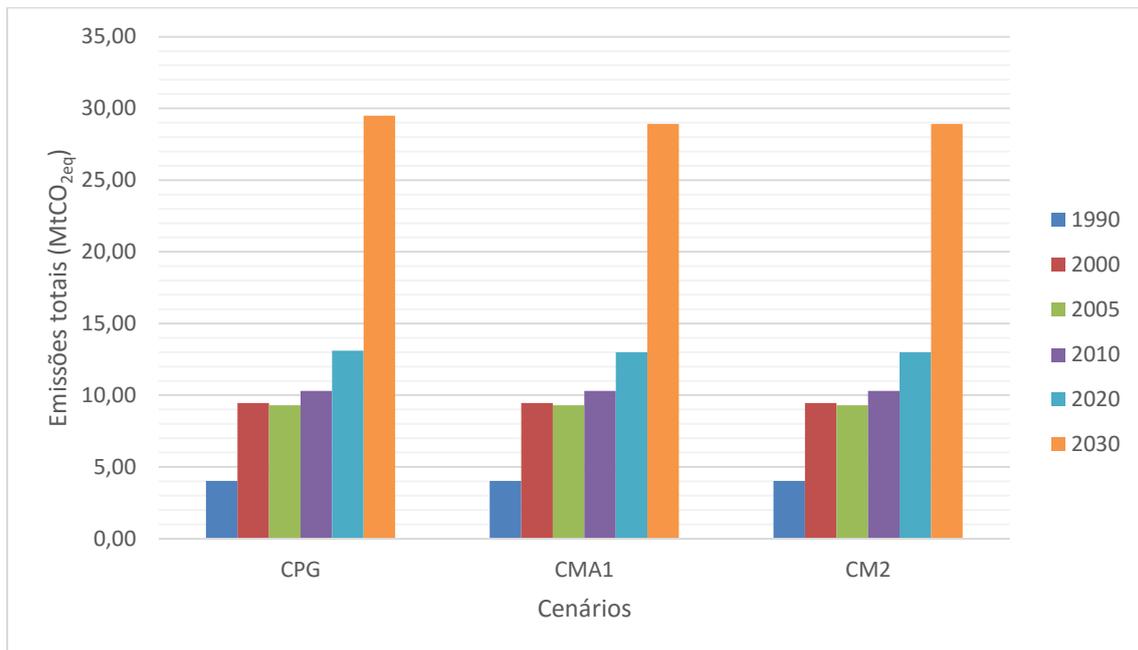
Nota: as emissões da eletricidade estão apresentadas neste capítulo, mas contabilizadas no setor de oferta de energia

### 3. Análise comparativa dos cenários CPG, MA1 e MA2

#### Potencial de mitigação

O potencial de mitigação da única opção com dados identificados para o setor – substituição de lâmpadas – representa uma redução de emissões muito pequena. No caso do MA1 em relação ao CPG, a variação é de -2,44% e no MA2 também em relação ao CPG é de -2,43%. Entretanto, os custos são negativos, representando US\$ -676,17/tCO<sub>2</sub>e abatido, o que faz desta medida uma opção a ser considerada.

A Figura 2 a seguir apresenta a evolução das emissões nos cenários analisados. Ressalte-se que estão consideradas tanto as emissões de eletricidade (indiretas) quanto as dos demais combustíveis.



Fonte: IES – Brasil (2015).

**Figura 2.** Evolução das emissões do Setor de Serviços (MtCO<sub>2</sub>e) até 2030

## 4. Aspectos Socioeconômicos

Com a expectativa do crescimento do setor, se acompanhado de constante aperfeiçoamento da mão de obra, o setor de serviços terá um papel importante no desempenho econômico do país.

O processo de modernização do setor abre uma janela de oportunidade para que os estabelecimentos incorporem em suas atividades equipamentos de maior eficiência. Infelizmente, ainda se aguarda a produção de dados que permitam uma melhor avaliação das possibilidades de mitigação e que possa considerar a totalidade das sugestões do CEC.

O País possui diversos mecanismos de comando e controle para eficiência energética, no entanto, há ainda uma falta de integração entre eles que deve ser superada (Januzzi, 2009). Um exemplo é o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE)<sup>5</sup>, que prevê a regulamentação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia, além de estabelecer metas com indicação dos níveis a serem alcançados para cada equipamento regulamentado para as edificações. Com o apoio do INMETRO, estas atribuições devem ser fiscalizadas.

<sup>5</sup> Regulamentado pelo Decreto nº 4059 de 19 de dezembro de 2001

Para que se torne possível o gerenciamento, necessita-se o pleno conhecimento dos sistemas energéticos existentes, bem como dos hábitos de utilização nos estabelecimentos. Desta forma, é essencial conhecer como a energia elétrica é consumida no setor e quais equipamentos são utilizados para converter a energia em serviços. Com esses dados em mãos, possibilita-se a análise do custo-benefício do uso ou não de determinados equipamentos conforme a necessidade de cada serviço exigido, subsidiando a tomada de decisões.

Outra vertente se encerra nos mecanismos de mercado. Dentro deste contexto, citam-se os mecanismos de licitações de contrato de compra de equipamentos/serviços no âmbito da Administração Pública Direta e Indireta, regidos pela Lei nº 8.666 de 1993, os quais privilegiam o critério de menor preço em relação ao desempenho (Januzzi *et al.*, 2010).

Por fim, observa-se que as políticas públicas mais eficientes são aquelas que combinam diversos mecanismos (Geller *et al.*, 1994). Porém, dada à heterogeneidade deste setor, a formulação de instrumentos de redução de consumo de energia é uma tarefa nada trivial, sobretudo devido à carência de dados.

## Referência Bibliográfica

Barros Filho, F. Educação e competitividade: o desafio da melhora da qualidade do ensino. In: Bonelli, R. A Agenda de Competitividade do Brasil. Rio de Janeiro: FGV, 2011, p. 379 – 401.

EEA – European Environmental Agency. GHG trends and projections in the EU – 27. Disponível em: [www.eea.europa.eu/themes/climate/data-viewers](http://www.eea.europa.eu/themes/climate/data-viewers). Acesso em: 20 de Janeiro de 2015.

Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano base 2005. Rio de Janeiro: DAAG, 2008.

EPE – Balanço Energético Nacional, ano base 2013. Empresa de Pesquisa Energética. 2014a. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/default.aspx>. Acesso em: 10 de Setembro de 2014.

EPE – Plano Nacional de Energia 2050. Empresa de Pesquisa Energética. 2014. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PNE2050\\_Premissas%20econ%C3%B4micas%20de%20longo%20prazo.pdf](http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PNE2050_Premissas%20econ%C3%B4micas%20de%20longo%20prazo.pdf). Acesso em: 10 de Setembro de 2014.

EPE – Plano Nacional de Energia 2050. Empresa de Pesquisa Energética. 2007. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pne/forms/empreendimento.aspx>. Acesso em: 10 de Setembro de 2014.

Geller, H.,S. Nadel. 1994. Market transformation strategies to promote end-use efficiency. Annual Review of Energy and the Environment 19: 301-346.

Gouilliod, S., Cordeiro, M. L. R. Manual do Pré – Diagnóstico Energético – Autodiagnóstico na Área de Prédios Públicos. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2010.

Gouvello, C. *et al.* Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. Banco Mundial. Washington: Energy Sector Management Assistance Program, 2009.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2011. Percentual do Investimento total em relação ao PIB nacional. Disponível em: [http://portal.inep.gov.br/estatisticas-gastoseducao-indicadores\\_financeiros-p.t.i\\_nivel\\_ensino.htm](http://portal.inep.gov.br/estatisticas-gastoseducao-indicadores_financeiros-p.t.i_nivel_ensino.htm). Acesso em: 20 de Janeiro de 2015.

Januzzi, G., Gomes, R., Melo, C. Estudo de Baixo Carbono para o Brasil: Tema eficiência energética – Relatório Técnico. Banco Mundial, 2010.

Januzzi, G. Estudo 50: eficiência energética no setor público. Planejamento dos investimentos sociais no Brasil, 94 p., 2009.

Januzzi, G.; Swisher, J. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis. Campinas: Autores Associados. 1997.

MCDI – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2013. Panorama do Comércio Internacional – Serviços. Brasília: Secretária de Comércio e Serviços.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, 2014. Estatísticas. Disponível em: <http://www3.mte.gov.br/geral/estatisticas.asp>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2015.

## ANEXO METODOLÓGICO

### Premissas

No Setor de Serviços, a unidade básica para cálculo de demanda de energia é a área alocada (Januzzi, 1997). Desta forma, a variação entre a demanda por energia neste setor está fortemente associada à evolução da superfície dos estabelecimentos, a qual, por sua vez, varia conforme a expansão/retração do setor. No entanto, como não há dados específicos para o setor de serviços, assumiu-se que o número de sistemas eficientes de iluminação seria uma aproximação razoável para o cálculo das emissões decorrentes da medida de mitigação utilizada.

### Dados de entrada

O número de sistemas eficientes de iluminação é indicado na Tabela 4. Na Tabela 13 a seguir, listam-se os fatores de emissão empregados para o cálculo das emissões gases de efeito estufa (GEE) de 2015 até 2030.

**Tabela 13.** Fatores de emissão do *grid* (tCO<sub>2</sub>e/MWh) de 2015 a 2030.

Ano	2015-2019	2020-2024	2025-2029	2030
FE	0,062740	0,056910	0,064600	0,096180

Fonte: IES – Brasil (2015).

Para os anos anteriores a introdução da medida, ou seja, de 1990 até 2014, usou-se os fatores do *grid* disponibilizados pelo do MCTI (Tabela 14).

**Tabela 14.** Fatores de emissão do *grid* (MtCO<sub>2</sub>e/ktep) de 1990 a 2010.

Fator de emissão/ Ano	1990	2000	2005	2010
MtCO <sub>2</sub> e/ktep	0,000417	0,000787	0,000754	0,000823

Fonte: MCTI (2015).

Para o cálculo dos custos associados à implementação da medida por cenário, usou-se o custo de investimento e manutenção utilizados no Estudo do Banco Mundial realizado por Gouvello e colaboradores (2009) (Tabela 15).

**Tabela 15.** Custos dos sistemas de iluminação.

Descrição		Tempo de vida útil (anos)	Custo investimento (US\$/unidade)	Custo de Manutenção (US\$/unidade)
Sistemas eficientes	Lâmpada	4	2,27	0,27
	Reator	3	20,45	
	Luminária	18	31,82	
Sistemas não eficientes	Lâmpada	3,2	1,30	0,35
	Reator	15	10,36	
	Luminária	15	9,0	

Fonte: Gouvello *et al* (2009).

As tarifas de energia elétrica utilizadas para calcular o custo de operação, bem como o custo marginal de abatimento e o potencial de mitigação, estão listadas na Tabela 16. Essas tarifas foram empregadas em todos os cenários.

**Tabela 16.** Tarifa de energia elétrica.

Ano	2010	2015	2020	2025	2030
Tarifa (US\$2005/MWh)	104,7173	121,0182	132,5273	133,3273	133,7273

Fonte: IES – Brasil (2015).

A Tabela 17 indica o valor presente (2013) associado à diferença dos custos de investimento, operação e manutenção da medida em cada cenário em relação ao CPG.

**Tabela 17.** Diferença de custos (investimento, operação e manutenção) entre os cenários de mitigação adicional e o CPG (10<sup>6</sup> US\$).

Período/Cenário	MA 1/CPG	MA 2/CPG
2015-2030	-2.540	-2.555

Fonte: IES-Brasil (2015).

Nota: A taxa de retorno do capital utilizada foi de 8% a.a.

A tabela a seguir mostra os indicadores de custo e de emissões evitadas para o MA1 em relação ao CPG na introdução, em 2015, de sistemas eficientes de iluminação.

**Tabela 18.** Indicadores de custo e de emissões evitadas para o MA1 em relação ao CPG na introdução, em 2015, de sistemas eficientes de iluminação

Medida	Potencial unitário de mitigação (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	Custo unitário de mitigação (US\$/tCO <sub>2</sub> e)	Potencial de mitigação em 2030 MtCO <sub>2</sub> e	Potencial de mitigação no período (2010-2030) MtCO <sub>2</sub> e	Custo total mitigação no período (2010-2030) 10 <sup>6</sup> US\$
Sistemas de iluminação eficiente	0,070	-676,17	0,59	3,76	-2.540

Fonte: IES – Brasil (2015).

Nota: US\$ de 2005.

A tabela a seguir mostra os indicadores de custo e de emissões evitadas para o MA2 em relação ao CPG na introdução, em 2015, de sistemas eficientes de iluminação.

**Tabela 19.** Indicadores de custo e de emissões evitadas para o MA2 em relação ao CPG na introdução, em 2015, de sistemas eficientes de iluminação

Medida	Potencial unitário de mitigação (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	Custo unitário de mitigação (US\$/tCO <sub>2</sub> e)	Potencial de mitigação em 2030 MtCO <sub>2</sub> e	Potencial de mitigação no período (2010-2030) MtCO <sub>2</sub> e	Custo total de mitigação no período (2010-2030) 10 <sup>6</sup> US\$
Sistemas de iluminação eficiente	0,065	-676,78	0,60	3,77	-2.555

Fonte: IES – Brasil (2015).

Nota: US\$ de 2005.

A tabela abaixo mostra a redução do consumo de energia elétrica (GWh) por cenário, em relação ao CPG.

**Tabela 20.** Redução do consumo de energia elétrica (GWh) por cenário, em relação ao CPG

Cenário/Ano	1990	2000	2005	2010	2020	2030
MA 1	0	0	0	0	2,48	6,16
MA 2	0	0	0	0	2,49	6,19

Fonte: IES – Brasil (2015).

Nota: US\$ de 2005.