

Os *White Papers* do Instituto Acende Brasil consolidam análises e recomendações aprofundadas sobre temas do Setor Elétrico Brasileiro e visam à promoção de discussões qualificadas sobre as seguintes dimensões setoriais: Agência Reguladora, Governança Corporativa, Impostos e Encargos, Leilões de Energia e Transmissão, Meio Ambiente e Sociedade, Oferta de Energia, Rentabilidade, Tarifa e Regulação.

Para saber mais sobre o Instituto Acende Brasil acesse www.acendebrasil.com.br

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Alguns estudos desenvolvidos pela comunidade científica têm indicado que há correlação entre o aumento da concentração na atmosfera de gases de efeito estufa (GEEs) e alterações no clima da Terra.

Por sua relevância, a questão climática tem engajado *stakeholders* em todo o mundo e despertado inúmeras iniciativas voltadas à redução das emissões de GEEs com o objetivo de evitar eventos climáticos extremos e suas consequências negativas.

No entanto, o esforço para redução das emissões de GEEs precisa ser baseado em diagnósticos contextualizados que apontem os reais responsáveis pelas emissões e que produzam recomendações objetivas que considerem os custos e benefícios das possíveis ações de adaptação ou de mitigação. É com base nos princípios acima que este *White Paper* foi desenvolvido.

O documento inicialmente aponta os desafios relacionados às mudanças climáticas que os países precisarão enfrentar e mapeia os marcos históricos, legais, regulatórios e institucionais que nos conduziram ao atual cenário.

Uma vez cumprida esta etapa, são detalhadas as lógicas de planejamento e expansão do Setor Elétrico Brasileiro, a realidade e a posição comparativa brasileira de emissões de GEEs *vis a vis* outros países, e as diversas políticas públicas relacionadas ao tema: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima; a Política Nacional sobre Mudança do Clima; o Plano

Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas; e Políticas Estaduais sobre Mudança do Clima.

Apesar de o Brasil ser o terceiro maior emissor de GEEs global, atrás apenas de China e E.U.A., os setores nacionais responsáveis por esta posição nacional são muito diferentes do perfil típico mundial.

Enquanto na média mundial a geração de eletricidade responde por 28,8% do total das emissões, o Setor Elétrico Brasileiro totaliza apenas 1,2% das emissões nacionais. Por outro lado, os maiores emissores brasileiros são os setores “Mudanças no Uso da Terra” (desmatamento, agricultura e pecuária), com 79,6%; “Transportes”, com 6,1%; e “Processos Industriais”, com 3,6%.

Isso significa que as políticas públicas que desconsiderarem a realidade acima não endereçarão os reais responsáveis e produzirão resultados pouco eficientes para a redução das emissões de GEEs.

Um conjunto de propostas para redução das emissões de GEEs é apresentado com base no reconhecimento de que, quando se dispõe de recursos limitados, o esforço deve ser concentrado nos setores onde, com o menor investimento, é possível obter os melhores resultados.

“When solving problems, dig at the roots instead of just hacking at the leaves.”
“Na resolução de problemas, não se limite a podar a árvore: verifique as raízes da questão.” (Anthony J. D’Angelo)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2	4.1 Plano Nacional sobre Mudança do Clima	15
2.0 CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	3	4.2 Política Nacional sobre Mudança do Clima	17
2.1 Mudança global do clima	3	4.3 Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas	18
2.2 Consequências e desafios	4	4.4 Políticas Estaduais sobre Mudança do Clima	20
2.3 Marcos históricos	5	5.0 SETOR ELÉTRICO E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	22
2.4 Protocolo de Quioto	6	5.1 Perspectivas para redução de emissões de gases de efeitos estufa	24
3.0 CONTEXTO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	8	6. PROPOSTAS PARA REDUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA	26
3.1 Balanço elétrico brasileiro e global	8	7. CONCLUSÃO	27
3.2 Planos nacionais de energia	9	REFERÊNCIAS	28
3.3 Leilões de energia	12		
4.0 BRASIL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	14		

1. INTRODUÇÃO

Estudos científicos têm defendido a hipótese de que alterações no clima da Terra têm ocorrido devido ao aumento da concentração na atmosfera de gases de efeito estufa (GEEs).

Desta forma, a concentração atual de CO₂ na atmosfera é de 380 ppm e o desafio consiste em não ultrapassar o nível de 450 ppm para evitar consequências mais sérias que envolvam o aumento da intensidade e da frequência de eventos climáticos extremos.

Nos últimos 20 anos a economia nos países em desenvolvimento cresceu e tal crescimento foi acompanhado do aumento das emissões globais de GEEs em 18,8%. Entre tais países, o Brasil já é o terceiro maior emissor de gases de efeito estufa, ficando atrás somente da China e dos Estados Unidos da América. Nosso país, portanto, será chamado a contribuir para a redução das emissões de GEEs e para a manutenção das condições climáticas do planeta.

No entanto, a contribuição brasileira precisa ser muito bem contextualizada e para se compreender de forma correta o desafio de reduzir as emissões de GEEs é preciso haver uma visão ampla das emissões atuais e futuras para cada um dos países e dos setores da economia. Não basta utilizar modelos aplicados em países e setores com características e potenciais diferentes de redução de GEEs. É preciso avaliar os impactos sobre o meio ambiente e a sociedade e os custos das medidas de redução de emissões de GEEs.

Este *White Paper* busca proporcionar um entendimento do contexto mundial e brasileiro das emissões de GEEs, avaliar as emissões setoriais do país e propor alternativas para a redução das emissões de GEEs. O documento está organizado em seis seções.

Após esta introdução, na segunda seção é apresentado o contexto no qual o tema “mudanças climáticas” está inserido. São discutidas as evidências das mudanças climáticas, os desafios para conter as consequências das mudanças climáticas e os marcos históricos ligados às mudanças do clima.

A terceira seção discute a dinâmica de planejamento e expansão do Setor Elétrico Brasileiro e as correlações entre o planejamento e as emissões de gases de efeito estufa.

Na quarta seção são examinadas as emissões de gases de efeito estufa no Brasil e no Mundo, em quais setores elas ocorrem, e as políticas, planos e instrumentos propostos para o Brasil reduzir suas emissões de gases de efeito estufa.

Na quinta seção são analisadas as emissões atuais e futuras, os setores que mais emitem e os cenários que possibilitam apresentar, na sexta seção, propostas para a redução de gases de efeito estufa no Brasil.

2.0 CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Para se entender a contribuição do Setor Elétrico Brasileiro para as mudanças climáticas é importante entender o contexto no qual está inserido o tema: as evidências das mudanças climáticas, os desafios para conter as consequências das mudanças climáticas e os marcos históricos ligados às mudanças do clima.

2.1 MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA

A mudança global do clima é um dos mais sérios desafios do século XXI: nos últimos 100 anos houve um aumento de aproximadamente 0,7 graus Celsius na temperatura média da superfície da Terra. Há estudos que correlacionam tal aumento ao incremento da concentração de determinados gases na atmosfera, dentre os quais se destacam o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), conhecidos como gases de efeito estufa (GEEs)¹.

Além do aumento da temperatura média da superfície da Terra, foram observadas alterações no comportamento do nível médio do mar e da cobertura de neve no hemisfério norte, conforme apresentado na Figura 1 (IPCC, 2008).

Numa análise global, a intensificação do efeito estufa (devido ao aumento de concentração dos chamados gases de efeito estufa na atmosfera) provocada por atividades antrópicas (atividades realizadas pelo homem) decorre principalmente do desmatamento e da queima de combustíveis fósseis como carvão mineral, derivados de petróleo e gás natural. Quando se detalha, ainda sob a ótica global, a queima de combustíveis fósseis, é possível verificar que ela ocorre nos usos doméstico e comercial, nas atividades de transporte, na geração de energia, na indústria e na agricultura.

Além das emissões originadas pela combustão, existem outras fontes de emissão de GEEs: processos industriais, atividades agropecuárias, disposição de lixo e desmatamento (FRON-DIZI, 2009).

Outra indicação da dimensão do problema climático global é a variação na concentração desses gases na atmosfera, medida em toneladas de CO₂ equivalente². Na Figura 1 é possível notar que, segundo o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima³ (IPCC, 2008), a concentração de dióxido de carbono (CO₂) de 280 partes por milhão em volume (unidade de concentração de gases na atmosfera) no período que antecede a Revolução Industrial passou para cerca de 380 partes por milhão em volume em 2005.

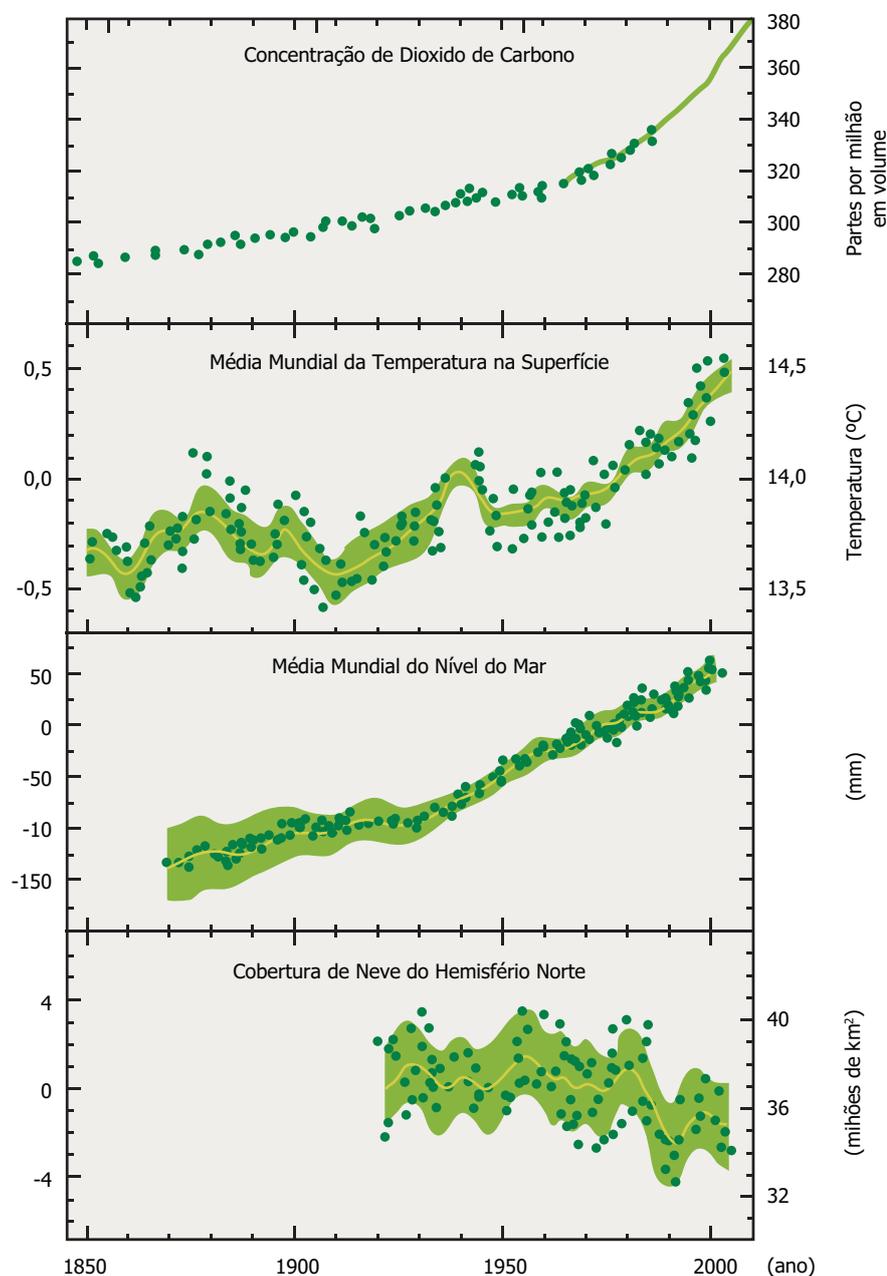
Neste relatório, o IPCC afirma que o aquecimento observado nos últimos 50 anos se deve a um aumento nas concentrações de gases de efeito estufa lançados na atmosfera pelo ser humano.

1 Gases de Efeito Estufa (GEEs) são substâncias gasosas que absorvem parte da radiação infravermelha e dificultam sua liberação para o espaço. Neste *White Paper*, as referências a gases de efeito estufa são alinhadas ao critério do Anexo A do Protocolo de Quioto: (i) dióxido de carbono (CO₂); (ii) metano (CH₄); (iii) óxido nitroso (N₂O); (iv) hexafluoreto de enxofre (SF₆); (v) família dos hidrofluorcarbonos (HFCs); e (vi) família dos perfluorcarbonos (PFCs). Contribuem também para o efeito estufa outros gases não cobertos pelo Protocolo de Quioto, tratados pelo Protocolo de Montreal, os quais não são tratados neste *White Paper*.

2 Medida utilizada para comparar os diferentes gases de efeito estufa. No Protocolo de Quioto, para o primeiro período de compromisso (2008 – 2012), foi adotado o Global Warming Potential (GWP), índice estimado pela literatura científica e relatado pelo IPCC em suas avaliações periódicas e utilizado para uniformizar as quantidades dos diversos GEEs em termos de dióxido de carbono equivalente, possibilitando que as reduções de diferentes gases sejam somadas.

3 Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), painel das Nações Unidas constituído por cientistas de diversos países e áreas de conhecimento, com o objetivo de avaliar a literatura científica produzida sobre mudança global do clima. É o responsável pelos Relatórios de Avaliação (já foram publicados quatro Relatórios de Avaliação).

Figura 1: Concentração de Dióxido de Carbono, Mudanças na Temperatura, no Nível do Mar e na Cobertura de Neve do Hemisfério Norte



Fonte: IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2008

2.2 CONSEQUÊNCIAS E DESAFIOS

Conforme descrito na Seção 2.1, estudos apontam para a hipótese segundo a qual as atividades humanas já alteraram a atmosfera e suas propriedades.

Embora existam incertezas sobre a previsão do aumento da temperatura – seja pelas limitações dos modelos de previsão de temperatura, seja pelas hipóteses utilizadas –, a forma mais robusta para a contenção do aquecimento global envolve a redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades humanas e a estabilização das concentrações destes gases na atmosfera em níveis que permitam evitar interferências perigosas sobre o sistema climático global.

Os cientistas que investigam as mudanças climáticas consideram que, para evitar as consequências das interferências sobre o clima, é necessário que o aumento de temperatura da Terra em relação aos níveis pré-revolução industrial se mantenha abaixo dos 2°C.

Assim, como nos últimos 30 anos a temperatura média na superfície da Terra aumentou rápida e continuamente – passando de 13,5°C para 14,2°C, em 2005 – o desafio é impedir que a temperatura média da superfície terrestre chegue a 15,5°C e isto só será possível se a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera não ultrapassar 450 partes por milhão (ppm).

A definição baseada no aumento de 2°C na temperatura média da Terra não é aleatória. Ela define um limite a partir do qual há risco de aumento da intensidade e da frequência de eventos climáticos extremos (secas, furacões, tempestades, enchentes, ondas de calor e incêndios florestais) com impactos sociais, ambientais e econômicos significativos. O aumento de 2°C na temperatura média da Terra ampliará o derretimento das geleiras, que elevará o nível do mar, que por sua vez provocará deslocamentos das populações etc.

Embora nenhuma região esteja livre das mudanças do clima, as suas consequências terão maiores impactos em países em desenvolvimento devido à sua exposição geográfica, falta de recursos para enfrentar emergências, baixa renda da população e maior dependência econômica de atividades sensíveis às mudanças, como a agricultura e a pecuária.

2.3 MARCOS HISTÓRICOS

A alteração global do clima vem sendo debatida bem antes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 1992.

- Já no final do século XVII foi traçada a primeira concepção científica sobre o risco de mudanças climáticas induzidas por atividades humanas, marco conhecido como “teoria do dessecamento”, que correlacionava a destruição da vegetação nativa à redução da umidade, das chuvas e dos mananciais de água. O estabelecimento de bases mais sólidas deu-se no início do século XVIII, por meio das investigações realizadas em Cambridge por John Wood e Stephen Hales. Após os primórdios das preocupações com risco de mudanças climáticas antropogênicas, muitos cientistas começaram intensificar os estudos meteorológicos.
- Em 1827, na França, foi postulado o efeito estufa (gases na atmosfera aprisionam o calor do planeta em vez de deixá-lo escapar para o espaço). No mesmo século, em 1896, na Suécia, o efeito estufa foi correlacionado ao CO₂ proveniente da queima de petróleo e carvão mineral, cuja utilização começou a se intensificar com o advento da Revolução Industrial em meados desse mesmo século.
- Em março de 1977, especialistas de 32 países se reúnem em Washington e estabelecem o “Plano Mundial de Ação sobre a Camada de Ozônio”, o primeiro acordo internacional sobre o tema, juntamente com medidas de alguns países para controlar CFCs, ou clorofluorcarbonos, correlacionados à destruição da camada de ozônio.
- Em 1979, o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) e a OMM (Organização Mundial de Meteorologia) copatrocinam a primeira Conferência Mundial sobre o Clima, criando, ao mesmo tempo, o Programa Mundial sobre o Clima. Ainda em 1979, a Academia Nacional de Ciências americana publica relatório que vincula o efeito estufa à mudança climática.
- Em 1988 realizou-se em Toronto a 1ª Conferência Climatológica Mundial, quando houve consenso ao redor do seguinte conceito: as emissões de gases de efeito estufa deveriam ser neutralizadas consideravelmente. Foi criado, então, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, grupo de trabalho encarregado de preparar negociações de um tratado mundial para enfrentar o problema do aquecimento global e realizar as reuniões mundiais sobre o clima.

- Em 1992, é criada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática (UNFCCC), um tratado assinado por 192 países que define metas e regras para confrontar as mudanças no clima.
- Em 1997, países da Convenção Quadro assinam o Protocolo de Quioto, que exige que os países industrializados reduzam as emissões de gases de efeito estufa em 5,2% entre 2008 e 2012.
- Em 2001, relatório do IPCC prevê aumento entre 9 e 88 centímetros do nível médio do mar e entre 1,4 e 5,8 graus Celsius da temperatura em 2100 (IPCC, 2001).
- Em 2005, com a ratificação pela Rússia, o Protocolo de Quioto entra em vigor.
- Em 2007, o IPCC conclui que o aquecimento global foi causado pela ação humana, e que a temperatura média da Terra aumentará entre 1,8 e 4 graus Celsius até o final do século XXI (IPCC, 2008).
- Em 2009, ocorreu a décima quinta Conferência das Partes⁴ ou COP-15, em Copenhague, que discutiu a prorrogação e a ampliação do Protocolo de Quioto.

2.4 PROTOCOLO DE QUIOTO

Na primeira Conferência das Partes da Convenção sobre Mudança do Clima, em Berlim, em 1995, chegou-se à conclusão de que a maioria dos países desenvolvidos não conseguiria retornar suas emissões aos níveis de 1990 por volta do ano 2000, conforme compromissos firmados no âmbito da Convenção-Quadro⁵. Foi, assim, necessário estabelecer uma Resolução, denominada Mandato de Berlim, com o objetivo de rever tais compromissos.

O Mandato de Berlim estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam, com base no princípio das “responsabilidades comuns, mas diferenciadas”:

- estabelecer, num Protocolo ou em outro instrumento legal, metas quantitativas de redução de emissão; e
- descrever as políticas e medidas que seriam necessárias para alcançar essas metas, com um prazo até a 3ª Conferência das Partes (COP-3), que seria realizada em 1997.

Na COP-3, realizada em Quioto, Japão, em dezembro de 1997, foi adotado um Protocolo à Convenção sobre Mudança do Clima, chamado de Protocolo de Quioto, que estabeleceu compromissos quantificados para os países industrializados voltados à redução ou limitação das emissões antrópicas de gases de efeito estufa.

Destaca-se que o compromisso de redução ou limitação assumido por cada país industrializado no âmbito do Protocolo de Quioto decorreu da disposição política de cada país. Não foi obtido, naquele momento, consenso sobre um critério norteador da alocação do ônus para se mitigar a mudança global do clima de acordo com as responsabilidades históricas de cada nação pela concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Registre-se também que o Protocolo de Quioto não estabelece compromissos para os países em desenvolvimento.

O Protocolo de Quioto define metas de emissões juridicamente vinculantes para as Partes no Anexo I⁶ e estabelece mecanismos para atendimento dessas metas. É importante observar que em 1990 os países do Anexo I eram responsáveis por 60% das emissões antrópicas de GEEs e que nos últimos 5 anos os maiores emissores de GEEs são os países que não fazem parte do Anexo I (chamados de Não-Anexo I). Em outras palavras, a situação se inverteu conforme demonstra a Figura 7.

4 As Conferências das Partes, ou COPs, são reuniões anuais para a tomada de decisões sobre o tema “Mudanças Climáticas”. Desde 1995 a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática (UNFCCC) organiza reuniões anuais para discutir este tema.

5 A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima – CQNUMC (do original em inglês United Nations Framework Convention on Climate Change) é um tratado internacional que foi resultado da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992. Este tratado foi firmado por quase todos os países do mundo e tem como objetivo a estabilização da concentração de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera em níveis tais que evitem a interferência perigosa com o sistema climático.

6 Os países do Anexo I possuem metas obrigatórias de redução de GEEs (países-membros da OECD e países em transição para economia de mercado).

O Protocolo de Quioto adotado na COP-3 só entrou em vigor no âmbito internacional em 16 de fevereiro de 2005, após a ratificação pela Federação Russa no final de 2004.

As metas estabelecidas no artigo 3.1 do Protocolo estipulam que as Partes no Anexo I não podem exceder limites estabelecidos e que, em conjunto, as metas representam uma redução de pelo menos 5% em relação aos níveis verificados no ano de 1990. Essas metas deverão ser atingidas no período compreendido entre 2008 e 2012, conhecido como “primeiro período de compromisso”. Portanto, no dia 1º de janeiro de 2008 iniciou-se a fase de reconhecimento e contabilização das reduções alcançadas pelas Partes no Anexo I. As metas citadas foram atribuídas exclusivamente às Partes incluídas no Anexo I, e caberá a elas liderar o processo, dando início ao combate à mudança global do clima e a seus efeitos, conforme definido na Convenção e no Protocolo de Quioto.

Figura 2: O Protocolo de Quioto e os 25 maiores emissores de Gases de Efeito Estufa



Fonte: WRI (World Resources Institute), 2005

3.0 CONTEXTO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Esta seção visa a proporcionar uma visão sobre como o Setor Elétrico Brasileiro planeja sua expansão e as consequências desta expansão para as emissões de gases de efeito estufa.

O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) elabora um planejamento voltado à definição de cenários de crescimento da oferta de energia que pode ser dividido em quatro etapas:

- diagnóstico;
- elaboração de diretrizes e políticas;
- implementação; e
- monitoramento.

Estas etapas se apoiam em estudos e pesquisas. No campo do diagnóstico estão os estudos e levantamentos que identificam os potenciais energéticos, a forma e os custos para seu desenvolvimento. Incluem-se aí o levantamento e a avaliação dos potenciais energéticos, que consideram as perspectivas do desenvolvimento tecnológico e as condições de sustentabilidade socioambiental. Nesta categoria incluem-se os estudos de inventário hidrelétrico de uma bacia hidrográfica e os estudos dos potenciais eólico e solar.

Os resultados desses estudos e pesquisas são utilizados na elaboração de diretrizes e políticas que constituem os Planos de Energia. O Brasil elabora dois Planos de Energia, um de longo e outro de curto prazo. O plano de longo prazo leva em consideração um horizonte de 25 anos e o de curto prazo um horizonte de dez anos. Os planos avaliam alternativas para atendimento dos serviços energéticos do país, sendo que o de curto prazo se concentra no elenco de projetos e as ações necessárias para a viabilização da expansão da oferta de energia.

A implementação dos Planos se dá por intermédio de leilões regulados de energia. É a partir dos leilões de geração de energia coordenados pelo governo que se realiza a concessão de novas usinas e se fecham contratos para atender à demanda do setor elétrico. Nos leilões são definidos os preços do fornecimento de energia e a participação das fontes utilizadas na geração. Os leilões influenciam ainda o valor das tarifas pagas pelos consumidores e a qualidade ambiental da matriz elétrica do país.

Já o monitoramento é feito pelo Balanço Energético Nacional e pela Matriz Energética Nacional. O primeiro tem uma característica estatística e retrospectiva. Os estudos da Matriz, em complemento, apresentam uma visão prospectiva.

Nas próximas subseções serão discutidas cada uma das etapas do planejamento do Setor Elétrico Brasileiro.

3.1 BALANÇO ELÉTRICO BRASILEIRO E GLOBAL

Em 2010, o Brasil produziu 509,2 TWh de energia elétrica (EPE, 2011a), volume que representou 2,5% do total da produção mundial de eletricidade (IEA, 2011). Para produzir esta energia o Brasil possui: 956 usinas hidrelétricas (incluindo as pequenas centrais hidrelétricas), 1.060 termelétricas a combustíveis fósseis, 2 termelétricas nucleares e 481 eólicas e termelétricas a biomassa (ANEEL, 2011).

Tabela 1: Capacidade Instalada em 11/11/2011 no Sistema Interligado Nacional e Geração de Energia em 2010

FONTE DE ENERGIA	# USINAS	POTÊNCIA		ENERGIA (c)	
		[MW]	[%]	[TWh]	[%]
Hidráulica (a)	956	82.132	67,1	403,3	74,0
Térmica	1.060	22.119	18,1	58,2	10,7
Nuclear	2	2.007	1,6	14,5	2,7
Fontes Complementares	481	9.867	8,1	33,3	6,1
Total Doméstico	2.499	116.125	94,8	509,2	93,5
Importação Contratada (b)		6.365	5,2	35,7	6,5
Doméstico + Importação		122.490	100,0	544,9	100,0

Fonte: ANEEL, 2011 e EPE, 2011a

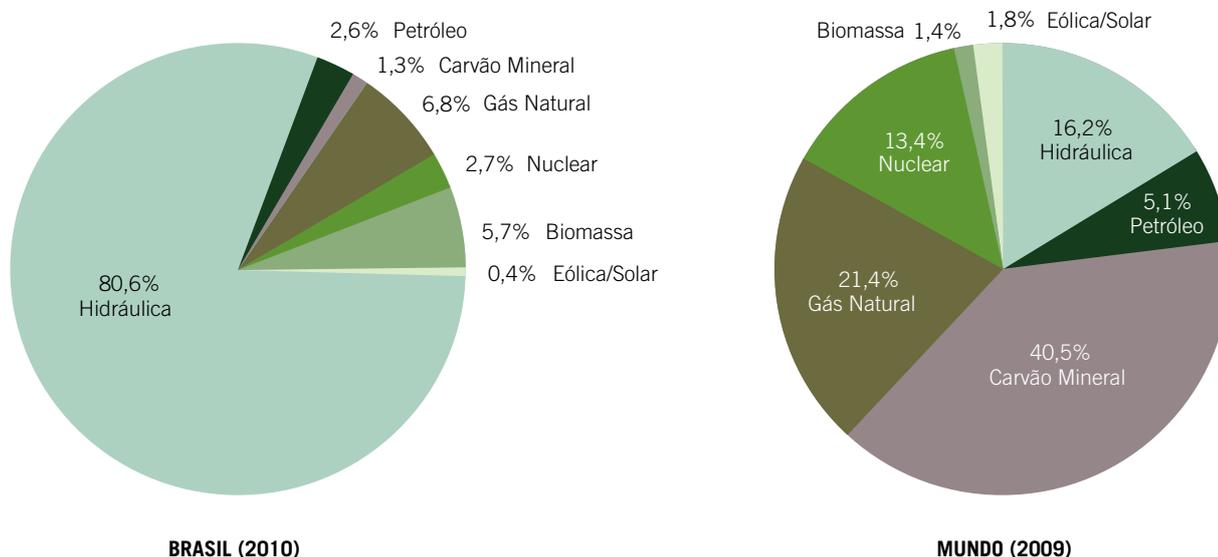
(a) Inclui a parte brasileira da UHE Itaipu (7.000 MW).

(b) Importação da UHE Itaipu não consumida pelo sistema elétrico Paraguai.

(c) Inclui autoprodução.

A geração de eletricidade no Brasil é predominantemente renovável: 86,6% da energia gerada é proveniente de fonte hídrica, eólica ou biomassa e 10,7% é produzida a partir de combustíveis fósseis. Diferentemente do Brasil, dados agregados de todos os países mostram que 19,5% da energia elétrica global provêm de fontes renováveis e 67,1% são obtidos a partir de geração termelétrica com carvão mineral, derivados de petróleo ou gás natural (IEA, 2011), conforme a Figura 3.

Figura 3: Geração de energia elétrica por fonte no Brasil e no mundo em 2010 e 2009, respectivamente



Fontes: EPE, 2011a e IEA, 2011

3.2 PLANOS NACIONAIS DE ENERGIA

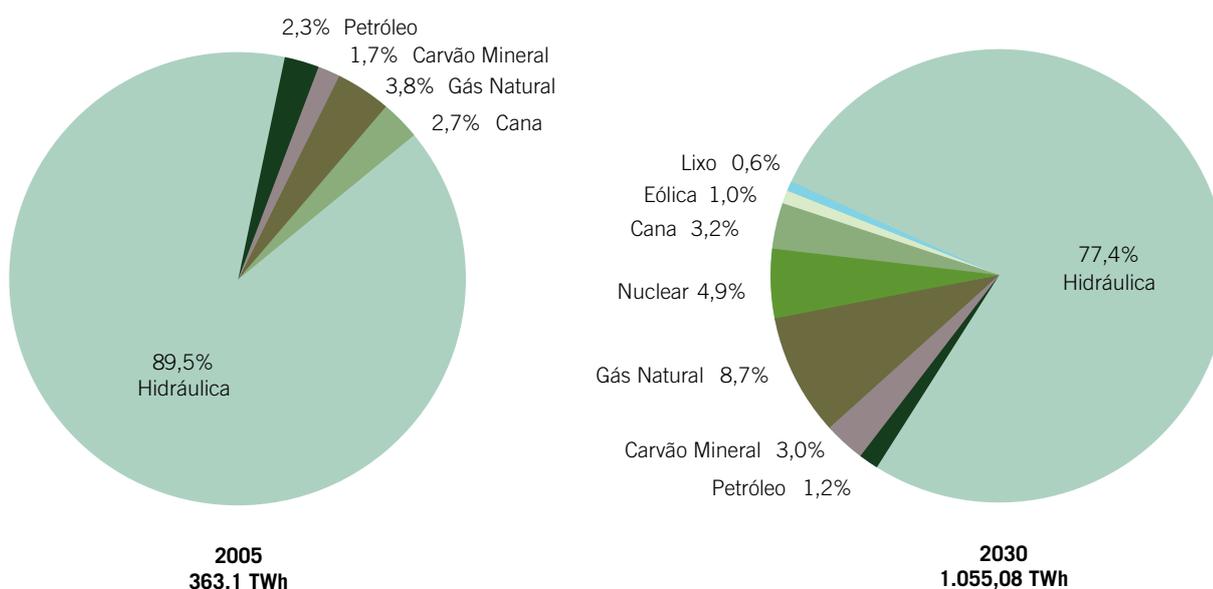
Atualmente são elaborados no Brasil dois planos de energia, um de longo e outro de curto prazo. O plano de longo prazo leva em consideração um horizonte de 25 anos. O último Plano Nacional de Energia (PNE) analisou o crescimento da demanda e a necessidade de oferta de energia até 2030. No curto prazo, o Plano Decenal de Energia avalia a demanda e a oferta de energia para o período de dez anos a partir do ano seguinte ao da sua publicação.

3.2.1 PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030

O objetivo do Plano Nacional de Energia é formular a estratégia para a expansão da oferta de energia para o atendimento de diferentes cenários de evolução da demanda. O último Plano Nacional de Energia foi elaborado para o horizonte 2030 e, além da demanda de energia, foram avaliados os efeitos dos cenários de expansão da oferta sobre as emissões de gases de efeito estufa.

Segundo o PNE 2030, em 2030 o Brasil requererá o triplo da energia elétrica demandada em 2005, ano utilizado como referência, e a participação de fontes renováveis será de 81,4% (Figura 4). Apesar de a geração de eletricidade por fonte hidráulica cair em termos relativos, aumentarão as participações de outras fontes renováveis como a geração eólica e a geração termelétrica a biomassa com uso de bagaço de cana. No mesmo período, é esperado o aumento da participação de combustíveis fósseis na matriz elétrica, que passarão de 7,8% para 12,9% (EPE, 2007), sendo que a geração termelétrica a gás natural será a maior responsável por esse aumento.

Figura 4: Geração de energia elétrica por fonte no Brasil em 2005 e 2030



Fontes: EPE, 2007

Quanto às emissões de GEEs, o setor elétrico deverá triplicar suas emissões, passando de 26,1 MtCO₂ em 2005 (BRASIL, 2010) para 90,0 MtCO₂ (EPE, 2007). Em termos relativos, a participação do setor elétrico passa de 1,2% para 3,2% do total das emissões de GEEs do Brasil em 2030.

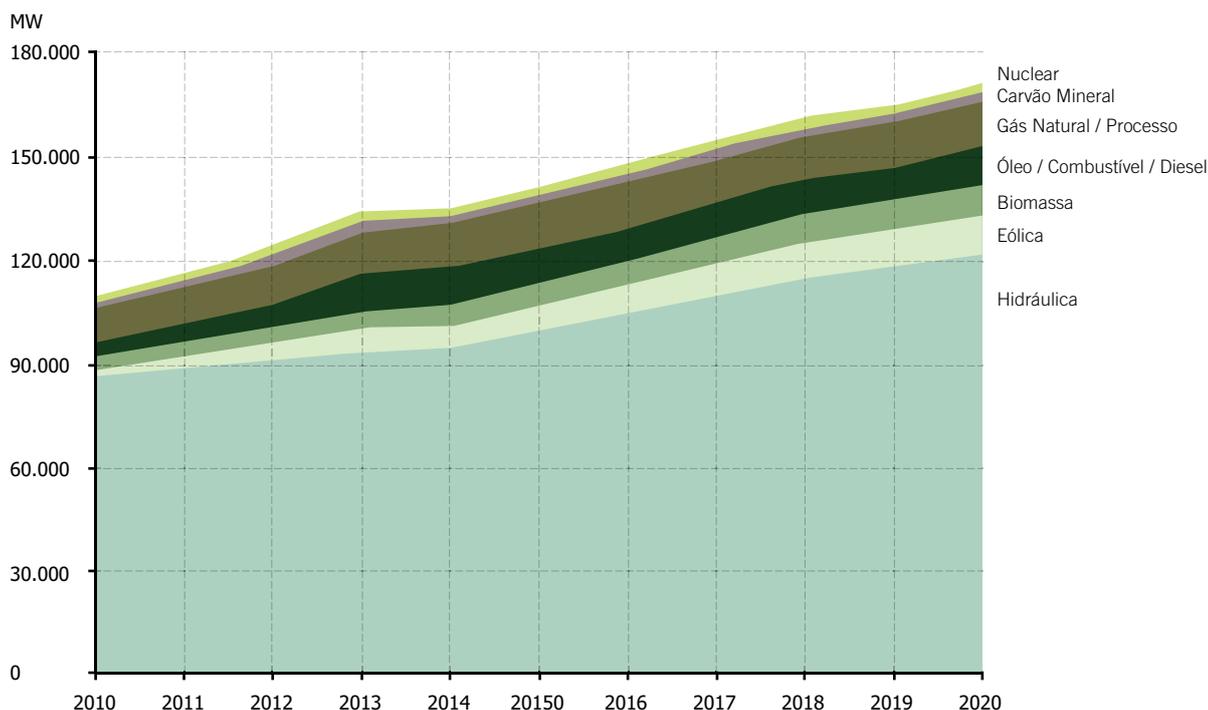
3.2.2 PLANO DECENAL DE ENERGIA 2011 – 2020

No Setor Elétrico Brasileiro, o planejamento decenal tem a função de:

- orientar e subsidiar a realização dos leilões de compra de energia de novos empreendimentos de geração e de transmissão;
- definir quais estudos de expansão da transmissão devem ser priorizados;
- definir quais estudos de viabilidade técnico econômica e socioambiental de novas usinas geradoras serão realizados e, ainda;
- definir quais estudos de inventários deverão ser feitos ou atualizados.

O Plano Decenal 2011 - 2020 prevê que nos próximos dez anos a capacidade instalada para geração de energia elétrica aumentará em 56,2%. A capacidade instalada de fontes complementares (Pequenas Centrais Hidrelétricas ou PCHs, usinas eólicas e termelétricas a biomassa) praticamente triplicará, passando dos atuais 9.133 MW para 27.142 MW. Para o mesmo horizonte, a capacidade instalada a partir de combustíveis fósseis aumentará 64,3%, reflexo dos leilões de energia nova no período entre 2005 e 2008 (Figura 5).

Figura 5: Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica 2011 – 2020, em MW



Fonte: EPE, (2011b)

Notas:

(a) Inclui a estimativa de importação da UHE Itaipu não consumida pelo sistema elétrico paraguaio.

(b) Não considera a autoprodução, que, para os estudos energéticos, é representada como abatimento de carga.

O impacto nas emissões de GEEs produzido pelo aumento da capacidade instalada de termelétricas no setor elétrico não pode ser calculado de forma direta porque tal impacto, na prática, dependerá da disponibilidade de água nos reservatórios e do regime de chuvas (para hidrelétricas) e de ventos (para eólicas), uma vez que são estes eventos que determinarão a frequência de operação das termelétricas. No período do Plano Decenal, entre 2011 e 2020, quando as usinas que foram leiloadas entre 2005 e 2008 começam a entrar em operação, as emissões do setor elétrico poderão passar de 27 em 2010 para 50 MtCO₂e em 2020, caso sejam efetivamente despachadas (colocadas em funcionamento) pelo Operador Nacional do Sistema (ONS).

Portanto, prevê-se para o final do período de planejamento um aumento orgânico das emissões de GEEs do setor elétrico, aumento este associado ao crescimento econômico e populacional do país.

Convém ressaltar que o cenário apresentado pelo Plano Decenal já inclui as medidas de mitigação previstas para o horizonte decenal, não sendo, portanto, o cenário tendencial (*Business as Usual* - BAU) projetado para 2020. Fazem parte das medidas de redução de emissões de gases de efeito estufa no PDE:

- a) o estímulo à eficiência energética; e
- b) a manutenção da participação de fontes renováveis na produção de energia elétrica.

3.3 LEILÕES DE ENERGIA

Para atender ao crescimento da demanda de energia elétrica no Brasil são realizados leilões de geração de energia regulados pelo governo. É a partir de tais certames que se realiza a concessão de novas usinas e são fechados contratos de suprimento para atender à demanda futura das distribuidoras de eletricidade⁷.

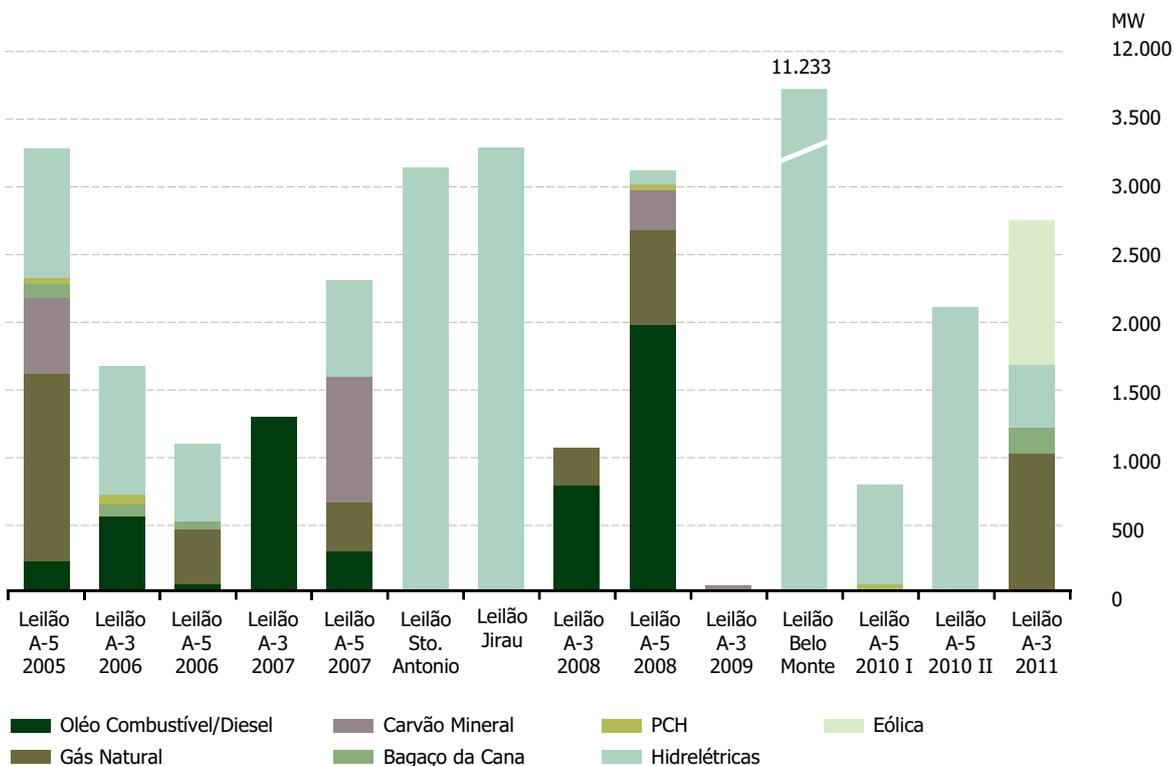
Ao definir o preço dos contratos de suprimento e a participação das fontes de energia utilizadas na geração, os leilões influenciam ainda o valor das tarifas pagas pelos consumidores e a intensidade das emissões de gases de efeito estufa da matriz elétrica do país.

A participação de fontes de alta emissão de gases de efeito estufa foi expressiva nos leilões de energia nova no período entre 2005 e 2008: a participação de usinas termelétricas a combustíveis fósseis neste período foi em média de 50%, principalmente de termelétricas a óleo diesel e a óleo combustível. Em um dos leilões, 100% da energia vendida será produzida por termelétricas a óleo diesel ou óleo combustível, conforme indica a Figura 6 (CCEE, 2011).

Das usinas que participaram dos leilões no período entre 2005 e 2011 e utilizam combustíveis fósseis (óleo, carvão mineral e gás natural), 47,5% utilizam óleo combustível ou óleo diesel, 15,6% carvão mineral, e 36,9% gás natural.

Conforme comentado na seção 3.2.2, o efeito combinado dos resultados acima é um potencial aumento das emissões de gases de efeito estufa por geração de energia elétrica caso tais termelétricas sejam efetivamente despachadas pelo Operador Nacional do Sistema.

Figura 6: Potência vendida nos últimos leilões de energia nova, em MW



Fonte: CCEE, 2011
 Análise: Instituto Acende Brasil

⁷ Para maiores informações sobre a dinâmica dos leilões regulados de energia, consulte www.acendebrazil.com.br/cursos

Tabela 2: Capacidade instalada de geração elétrica no sistema interligado nacional por fonte, em GW

	2010	2020	INCREMENTO NO PERÍODO 2011 - 2020		PARTICIPAÇÃO [%]	
			[GW]	[%]	2010	2020
Total (a)	109,6	171,1	61,6	56,2%	100,0%	100,0%
Hidráulica (b)	82,9	115,1	32,2	38,8%	75,7%	67,3%
Nuclear	2,0	3,4	1,4	70,0%	1,8%	2,0%
Térmica (c)	15,5	25,5	10,0	64,3% (d)	14,1%	14,9%
PCH+Biomassa+Eólica	9,1	27,1	18,0	197,2%	8,3%	15,9%

Fonte: EPE, 2011b

Notas:

(a) Não abrange as instalações dos sistemas isolados e autoprodução.

(b) Inclui as parcelas nacional e importada da geração da UHE Itaipu.

(c) Contempla a geração a gás natural, carvão mineral, óleo combustível, óleo diesel e gás industrial.

(d) O incremento concentra-se no primeiro quinquênio, decorrente da entrada em operação de usinas já autorizadas, entre elas as usinas com contratos assinados nos leilões de energia nova. O incremento no segundo quinquênio é nulo.

A previsão após os resultados dos leilões é de um incremento, em 2020, de 56,2% na capacidade instalada de geração elétrica no sistema interligado nacional em relação a 2010. A participação de energia hidráulica passará de 75,7% para 67,3%, enquanto as outras renováveis passarão de 8,3% para 15,9%. A participação de termelétricas a combustíveis fósseis passará de 14,1% para 14,9%, sendo que o aumento da participação de termelétricas concentra-se no período entre 2011 e 2015, decorrente da entrada em operação de usinas já autorizadas, entre elas as usinas com contratos assinados nos leilões de energia nova. O incremento no período entre 2016 e 2020 é nulo (Tabela 2).

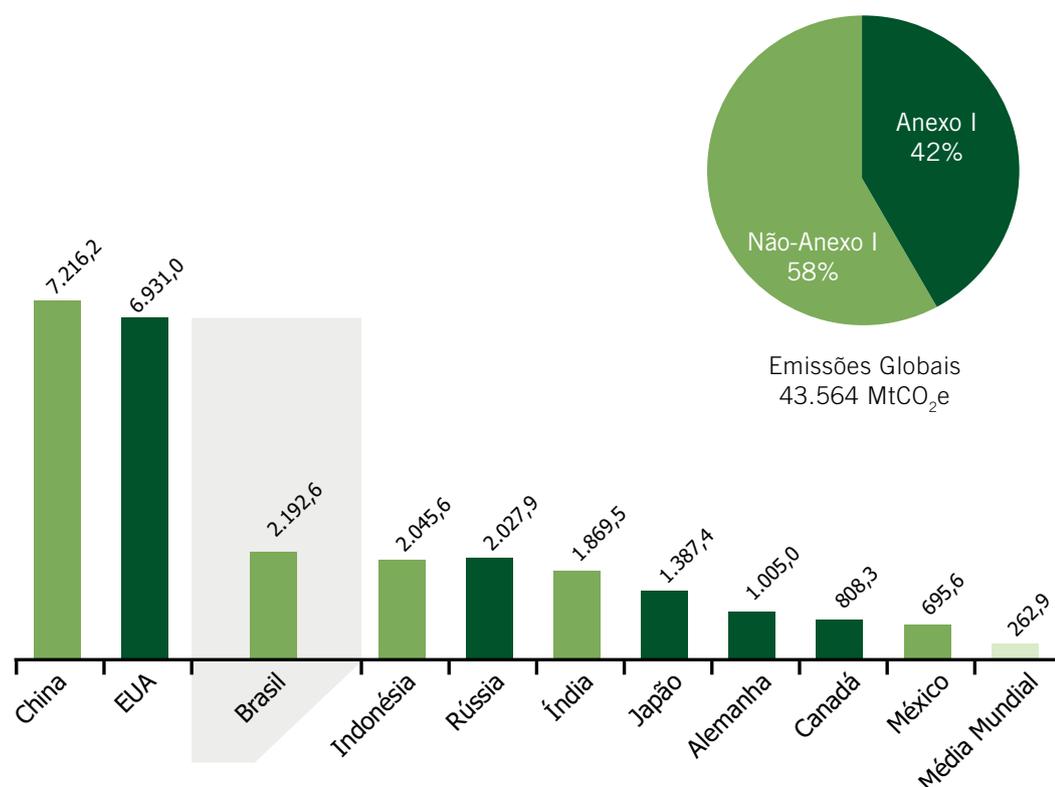
4.0 BRASIL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

De 1990 a 2005, as emissões globais aumentaram 18,8%, passando de 36,7 para 43,6 bilhões de tCO₂e (WRI, 2011).

Em 2005, os países em desenvolvimento, também chamados Não-Anexo I, foram responsáveis por 58% das emissões globais (WRI, 2011), conforme Figura 7.

O Brasil é o terceiro maior emissor de gases de efeito estufa do mundo, com a emissão de 2,2 bilhões de tCO₂e, volume que representa 5,0% das emissões globais.

Figura 7: Dez maiores emissores de GEEs em 2005, em MtCO₂e



Fonte: WRI, 2011

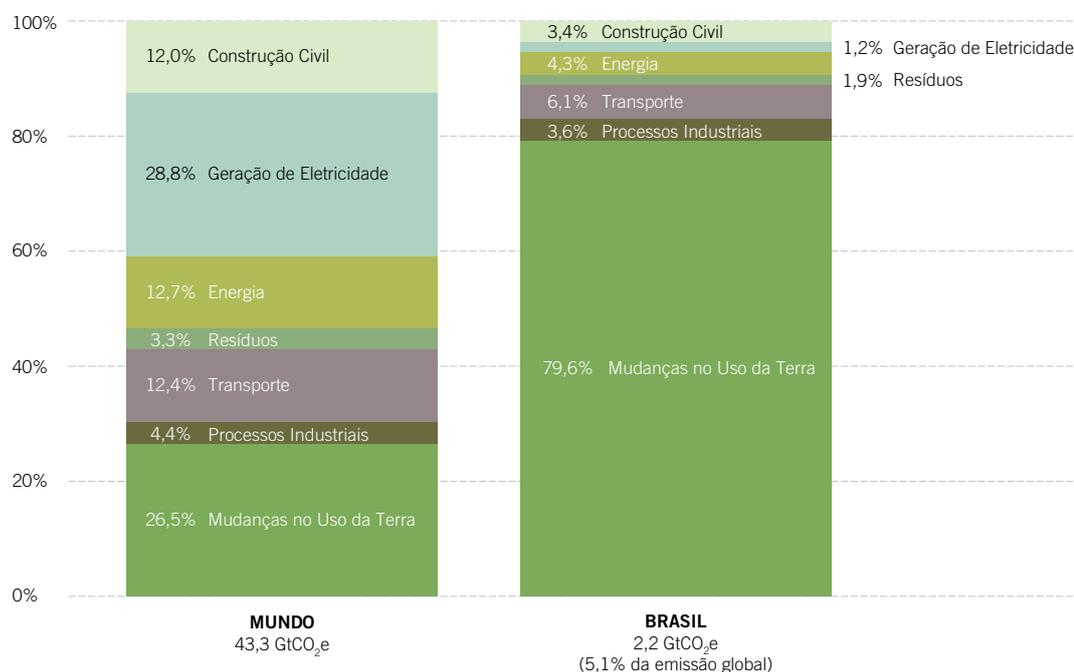
Numa visão consolidada global, o setor que mais emite GEEs é a geração de energia elétrica. Com a aceleração da economia mundial em 2005, o setor elétrico foi responsável por 28,5 bilhões de tCO₂e, o que representa 28,8% das emissões totais de gases de efeito estufa (WRI, 2011), conforme Figura 8.

Já no Brasil, a participação da geração de energia elétrica na emissão de GEEs é muito menor do que a média mundial: 1,2%, característica que coloca o Brasil em posição diferenciada em relação ao resto do mundo e que é consequência direta da matriz elétrica altamente renovável.

A rubrica “Mudanças no Uso da Terra” (que compreende o desmatamento, a agricultura e a pecuária) é o segundo componente/setor que mais emite gases de efeito estufa no mundo, respondendo por 26,5% do total (WRI, 2011), Figura 8.

No Brasil, as “Mudanças no Uso da Terra” são responsáveis por 79,6% das emissões de gases de efeito estufa, conforme Figura 8 (BRASIL, 2010).

Figura 8: Participação por setor produtivo nas emissões de GEEs globais e brasileiras em 2005



Fontes: WRI, 2011 e BRASIL, 2010

Nota: O setor "Energia" reúne as emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis em residências, no comércio e em indústrias.

Ao contrastar os dados de emissões de gases de efeito estufa no Brasil com dados socioeconômicos (como a população e o PIB) e comparando-os com dados de outros países, nota-se que o nível de emissões no Brasil é bastante inferior aos dos países que mais contribuem com o aquecimento global. Um cidadão norte-americano emite cerca de 10 vezes mais GEEs (20,5 tCO₂/habitante) que um cidadão brasileiro (2,0 tCO₂/habitante). Em termos de intensidade da economia, para produzir 1 milhão de USD (dólares americanos) de PIB, excluindo as emissões devido ao desmatamento, a China emite 1.052 tCO₂, os Estados Unidos emitem 473 tCO₂, e o Brasil emite 220 tCO₂ (EPE, 2011b).

No período entre 2008 e 2010, o Brasil avançou muito no que se refere às mudanças climáticas:

- definiu, em 2008, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (descrito em mais detalhes na Seção 4.1); e
- aprovou, em 2009, e regulamentou, em 2010, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Seção 4.2).

4.1 PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima foi elaborado pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, grupo que reúne 15 Ministérios e o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, todos coordenados pela Casa Civil e pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

Elaborado em 2008 e apresentado na COP-14 em Poznan na Polônia, o objetivo do plano é identificar, planejar e coordenar as ações e medidas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa geradas no Brasil, bem como aquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima.

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2008) possui sete objetivos específicos:

- a) Fomentar aumentos de eficiência no desempenho dos setores da economia na busca constante do alcance das melhores práticas;

- b) Buscar manter elevada a participação de energia renovável na matriz elétrica, preservando posição de destaque que o Brasil sempre ocupou no cenário internacional;
- c) Fomentar o aumento sustentável da participação de biocombustíveis na matriz de transportes nacional e, ainda, atuar com vistas à estruturação de um mercado internacional de biocombustíveis sustentáveis;
- d) Buscar a redução sustentada das taxas de desmatamento, em sua média quadrienal, em todos os biomas brasileiros, até que se atinja o desmatamento ilegal zero;
- e) Eliminar a perda líquida da área de cobertura florestal no Brasil, até 2015;
- f) Fortalecer ações intersetoriais voltadas para redução das vulnerabilidades das populações; e
- g) Procurar identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma estratégia que minimize os custos socioeconômicos de adaptação do país.

Como aspectos positivos do Plano Nacional sobre Mudança do Clima podem ser listados:

- O Brasil tem um Plano com ações para redução de emissões de GEEs, mesmo sem compromissos obrigatórios;
- O Plano define metas quantitativas para as ações que resultarão na redução de emissões de GEEs.

Como pontos para aprimoramento podem ser citados:

- É preciso definir “como” as metas estabelecidas para as ações serão atingidas (planos de ação setoriais);
- É importante definir uma estimativa dos custos para realizar as ações que levarão ao cumprimento das metas (para que haja priorização das ações segundo um critério de custo-benefício);
- As ações definidas não consideram o potencial de redução de emissões por setor: atribuí-se poucas ações para setores que possuem participação maior nas emissões e muitas ações para setores que emitem menos. Em outras palavras, são previstas muitas ações para o setor elétrico (setor de baixa emissão relativa, com 1,2% do total) e não há análises detalhadas para os setores “Transportes”, “Processos Industriais” e “Resíduos”, responsáveis por 6,1%; 3,6% e 1,9% do total das emissões brasileiras, respectivamente.

Para atingir os objetivos definidos no Plano Nacional sobre Mudança do Clima foram estabelecidas ações, por setor, divididas nas categorias “Adaptação” e “Mitigação”:

- as Ações de Adaptação preparam o país para as consequências das mudanças climáticas; e
- as Ações de Mitigação visam a reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

No Plano Nacional sobre Mudança do Clima estão previstas Ações de Adaptação para o setor elétrico, dentre as quais já foram realizadas as seguintes:

- Elaborar estudo sobre “Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil” (SCHAEFFER et al., 2008). Este estudo fez uma análise dos possíveis efeitos da mudança do clima sobre a oferta e a demanda de energia para o período 2071-2100 e apontou medidas de política energética que poderão ser adotadas para aliviar os impactos da mudança do clima sobre o setor elétrico;
- Elaborar estudo sobre “Economia das Mudanças Climáticas no Brasil” (MARGULIS e DUBEUX, 2010). O estudo, desenvolvido por um consórcio de instituições públicas e privadas do país, teve como objetivo identificar as principais vulnerabilidades da economia e da sociedade brasileira em relação às mudanças climáticas.

Nas Ações de Mitigação para o setor elétrico, a ênfase é colocada em duas frentes:

- no aumento da participação das fontes renováveis e energias limpas; e
- na redução do consumo de energia.

Para aumentar a “participação das fontes renováveis e energias limpas”, a proposta é manter a participação da hidroeletricidade na matriz elétrica e incentivar a instalação de usinas eólicas, solar e termelétricas a bagaço de cana, além de estimular fontes não convencionais de geração de eletricidade (resíduos sólidos, efluentes etc.).

Na “redução do consumo de energia”, a ideia é concentrar-se em programas de etiquetagem e conservação de energia. Os programas de conservação de energia, iniciados na década de 80, já foram responsáveis pela economia de 28,5 TWh de energia, reduzindo a demanda em aproximadamente 8.000 MW, evitando assim a emissão de 8 milhões de toneladas de CO₂e.

Além das Ações de Mitigação citadas acima, estão previstas pesquisas relacionados ao setor elétrico que podem auxiliar na identificação das causas e da intensidade da mudança do clima e ajudar no combate ao aquecimento global. São elas:

- Hidrogênio e Células de Combustível: desenvolver tecnologia para o uso comercial do hidrogênio com fins energéticos e a sua aplicação em células de combustível, turbinas a gás e motores de combustão interna.
- Captura e Estocagem de Carbono (*Carbon Capture and Storage*, ou CCS): avaliar técnicas para a captura e a estocagem de dióxido de carbono em formações geológicas. Esta técnica poderá contribuir para a mitigação da mudança do clima global, permitindo a estocagem de CO₂ de usinas termelétricas que utilizam combustíveis fósseis.
- Elaborar estudo sobre “Emissões Antrópicas de GEEs dos Reservatórios de Hidrelétricas”: o setor elétrico financia estudos sobre emissões de GEEs por reservatórios de hidrelétricas desde a década de 1990. Esses estudos apresentaram importantes conclusões:
 - há grande variabilidade na intensidade das emissões de GEEs entre os diferentes reservatórios estudados;
 - existe baixa correlação entre as emissões e a idade do reservatório, indicando que as emissões estão associadas à quantidade de matéria orgânica vegetal afogada e à matéria orgânica proveniente de outras fontes da bacia de drenagem; e
 - foi constatada a dificuldade de separação entre emissões antrópicas decorrentes do alagamento produzido pelos reservatórios e as emissões naturais existentes nos rios e lagos.
- Elaborar estudo sobre “Oportunidades do MDL no Setor Energético”: 49% dos projetos de MDL submetidos no Brasil são da indústria de energia e envolvem a geração de energia elétrica por fonte renovável. Ainda há no Brasil um grande potencial inexplorado de outros projetos de MDL relacionados ao setor de energia: estima-se que 67% das metodologias aprovadas relacionadas ao setor energético não tenham sido usadas ainda no Brasil, e 24% delas foram aplicadas apenas uma vez.

4.2 POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

A Política Nacional sobre Mudança do Clima foi estabelecida pela Lei nº 12.187 (aprovada pelo Congresso Nacional em 2009) e define o compromisso voluntário do Brasil de reduzir suas emissões projetadas até 2020 entre 36,1% e 38,9% (BRASIL, 2009).

A projeção das emissões de gases de efeito estufa para 2020 e o detalhamento das ações para alcançar as metas foram dispostos pelo Decreto nº 7.390 de dezembro de 2010, a partir do segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de GEEs (BRASIL, 2010). A projeção das emissões nacionais de gases do efeito estufa para o ano de 2020 é de 3.236 milhões tCO₂e.

Além de definir o compromisso de redução de emissão de gases de efeito estufa, a Política Nacional sobre Mudança do Clima define como principais instrumentos para cumpri-lo:

- a) o Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
- b) o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;
- c) as medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa, incluindo alíquotas diferenciadas, isenções, compensações e incentivos, a serem estabelecidos em lei específica;
- d) a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima;
- e) os mecanismos financeiros e econômicos referentes à mitigação da mudança do clima e à adaptação aos efeitos da mudança do clima que existam no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto;
- f) os mecanismos financeiros e econômicos, no âmbito nacional, referentes à mitigação e à adaptação à mudança do clima;
- g) as medidas existentes, ou a serem criadas, que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias que contribuam para a redução de emissões e remoções de gases de efeito estufa, bem como para medidas de adaptação;
- h) os registros, inventários, estimativas, avaliações e quaisquer outros estudos de emissões de gases de efeito estufa e de suas fontes, elaborados com base em informações e dados fornecidos por entidades públicas e privadas; e
- i) o estabelecimento de padrões ambientais e de metas, quantificáveis e verificáveis, para a redução de emissões antrópicas por fontes e para as remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima define a elaboração de planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono e cria também o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões – MBRE, que será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários - CVM, onde se dará a negociação de títulos mobiliários representativos de emissões certificadas de gases de efeito estufa evitadas.

4.3 PLANO SETORIAL DE MITIGAÇÃO E DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas foram definidos na regulamentação da Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) no Decreto nº 7.390 de novembro de 2010.

Na regulamentação da Política Nacional sobre Mudanças do Clima, o Plano Decenal de Energia (PDE) passa a ser considerado como o plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas, ultrapassando sua atribuição inicial de funcionar como o plano de expansão do setor elétrico.

Assim, o PDE precisa ser aprimorado para incorporar os seguintes componentes previstos no art. 4 do decreto:

- a) a meta de redução de emissões em 2020, incluindo metas gradativas com intervalo máximo de três anos;
- b) as ações a serem implementadas;
- c) os indicadores para o monitoramento e avaliação de sua efetividade;
- d) a proposta de instrumentos de regulação e incentivo para implementação do respectivo plano; e

e) os estudos setoriais de competitividade com estimativa de custos e impactos.

O decreto prevê que a elaboração dos planos setoriais deverá contar com amplo processo de consulta pública aos setores interessados, com especial atenção à representação das atividades econômicas diretamente afetadas.

4.3.1 PLANO SETORIAL DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO SETOR DE ENERGIA

O Plano Setorial de Energia não é um plano exclusivo para o setor elétrico. O Plano Setorial de Energia inclui geração de energia elétrica, transportes, exploração de petróleo, emissões fugitivas, consumo de energia na indústria, comércio e residências (EPE, 2010).

Os valores de emissão que constam do Plano Setorial de Energia não são os do cenário tendencial ou *business-as-usual* (BAU). Os valores projetados consideram um cenário de mitigação ou intervenção.

A previsão para o Setor de Energia é que as emissões cresçam no cenário tendencial 154,4% entre 2005 e 2020. Para o Setor Elétrico a previsão de crescimento é de 585,8%. Já com a implementação das ações de mitigação no período entre 2011 e 2020, a expectativa é de que as emissões do Setor Elétrico cresçam 110,7% (Tabela 4).

Tabela 4: Emissões de GEEs do Setor de Energia

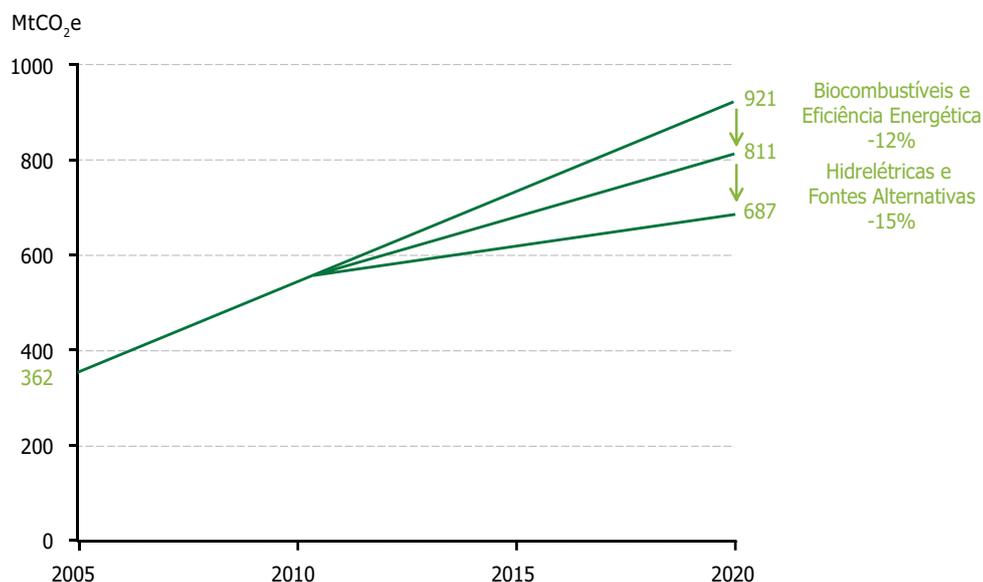
EMISSÕES DE GEEs	MtCO ₂ e			AUMENTO [%]	
	2005	2020	2020 (BAU)	2020	2020 (BAU)
Consumo final energético (uso residencial, industrial, transportes, comercial, serviços públicos e agropecuária)	303,9	509,0	619,0	67,5%	103,7%
Consumo setor energético (exploração e produção de petróleo e refinarias)	23,7	83,0	83,0	250,2%	250,2%
Geração termelétrica (geração na rede e autoprodução)	26,1	55,0	179,0	110,7%	585,8%
Energia não aproveitada (emissões fugitivas; ex: queima de gás no “flare”)	8,3	40,0	40,0	381,9%	381,9%
Total	362,0	687,0	921,0	89,8%	154,4%

Fonte: EPE, 2010

Para alcançar esta meta de redução no setor energético serão adotadas as seguintes medidas no período 2009-2020:

- Ampliar de 54,4 bilhões de litros para 77 bilhões de litros a oferta interna de etanol, em 2020;
- Manter a proporção de 5% de biodiesel na mistura do óleo diesel ofertado no mercado doméstico, totalizando uma oferta (projetada) de 3,9 bilhões de litros de biodiesel em 2020;
- Expandir o parque hidrelétrico em 34.000 MW;
- Expandir o parque de fontes complementares em 20.000 MW, destacando-se a instalação de 10.800 MW em centrais eólicas, 6.080 MW em centrais a biomassa e 3.380 MW em PCHs;
- Intensificar as ações na área de eficiência energética, mantendo e ampliando os programas e iniciativas já existentes, de modo a obter:
 - redução de 4,4% do consumo projetado de energia elétrica para 2020, ou uma economia de geração equivalente a uma usina hidrelétrica de 7.600 MW; e
 - redução de 5,2% do consumo projetado para 2020 de combustíveis fósseis na indústria, ou uma economia equivalente a 194 mil barris de petróleo equivalente por dia.

Figura 9: Previsão de redução de emissões de GEEs no plano setorial de energia



Fonte: EPE, 2010

4.4 POLÍTICAS ESTADUAIS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

A partir da discussão e aprovação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009) surgiram legislações estaduais visando a disciplinar o assunto na esfera regional. Uma das grandes preocupações é o alinhamento das iniciativas estaduais à legislação federal.

Consideradas as especificidades de cada região e de cada estado, é preciso evitar legislações estaduais destoantes, o que poderia dificultar a atuação de empresas que exercem atividades em mais de um ponto do país.

4.4.1 PANORAMA GERAL DAS INICIATIVAS ESTADUAIS

Os estados brasileiros se encontram em diferentes estágios:

- dez estados possuem Políticas Estaduais sobre Mudança do Clima: Amazonas, Amapá, Tocantins, Pernambuco, Alagoas, Goiás, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina;
- 12 estados têm Projetos de Lei sobre suas Políticas Estaduais sobre Mudança do Clima em trâmite na Assembleia Legislativa do Estado ou em discussão em fóruns específicos: Pará, Rio Grande do Norte, Piauí, Mato Grosso, Distrito Federal, Minas Gerais, Bahia, Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Paraíba e Sergipe; e
- 21 estados têm seus Fóruns Estaduais sobre Mudanças do Clima instituídos: Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão, Ceará, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Piauí, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

As políticas estaduais tiveram como base a Política Nacional sobre Mudança do Clima e a Política do Estado de São Paulo sobre Mudança do Clima, sendo que os princípios, definições, diretrizes e instrumentos são semelhantes aos das políticas acima mencionadas, adequando-se as especificidades locais.

Alguns aspectos das políticas estaduais merecem destaque em virtude do desafio que representam e a possibilidade de serem inócuos.

Quadro 1: Aspectos das políticas estaduais que merecem atenção

LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O estabelecimento de procedimentos mais rigorosos ou de estímulos ao empreendedor que desenvolve ações de controle de emissões de gases de efeito estufa no processo de licenciamento ambiental em nível regional pode gerar distorções na implantação de empreendimentos de geração de energia e não representam efetivamente redução das emissões de GEEs.

Exemplos: o Estado do Rio de Janeiro condiciona a expedição de Licença Ambiental à apresentação de Inventário Corporativo de Emissões de GEEs e Plano de Mitigação associado. O estado de Minas Gerais dá prioridade ao processo de licenciamento ambiental de projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

METAS DE REDUÇÃO DE GEEs

A maioria das políticas estaduais determina que metas de redução de emissão de gases de efeito estufa deverão ser estabelecidas quando da regulamentação da Política Estadual ou no Plano de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas do Estado, prevendo que tais metas poderão ser progressivas, mensuráveis, reportáveis e verificáveis, com estratégias de mitigação e adaptação por setor.

A Política do Estado de São Paulo sobre Mudança do Clima estabelece meta obrigatória de redução de 20% das emissões de CO₂e até 2020, com base nas emissões de 2005, inventariadas depois da publicação da Lei. Esse aspecto também pode gerar distorções na implantação de empreendimentos de energia e terminam por afetar a competitividade setorial.

COMPETITIVIDADE SETORIAL

Toda medida restritiva traz o risco associado de interferência negativa na competitividade entre os setores. O estabelecimento de restrição de emissão de gases de efeito estufa nos estados pode provocar:

- a) desvantagem competitiva para empresas localizadas em estados com restrição de emissões, uma vez que terão de internalizar o custo das emissões;
- b) o aumento nas emissões dos estados que não possuem restrições devido à limitação em estados com políticas mais restritivas, o chamado *carbon leakage*;
- c) o comprometimento da eficácia das medidas de redução de emissão de gases de efeito estufa em virtude da assimetria existente entre as legislações estaduais e a Política Nacional sobre Mudança do Clima.

5.0 SETOR ELÉTRICO E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Setor Elétrico é um dos setores que menos emite gases de efeito estufa no Brasil. Em 2005, foi responsável por 1,2% das emissões totais de gases de efeito estufa, conforme Figura 8 (BRASIL, 2010b). A previsão é que em 2030 esse valor chegue a 3,2% devido ao aumento de geração de energia por termelétricas (MCKINSEY, 2009b).

A taxa média de emissão do setor elétrico brasileiro é 94 tCO₂e/GWh, enquanto no mundo a média é de 580 tCO₂e/GWh, taxa 6 vezes superior ao do Brasil. Em alguns países a taxa de emissão do setor elétrico é maior que 1.000 tCO₂e/GWh (MCKINSEY, 2009b).

Tabela 5: Emissões de gases de efeito estufa por setor em 2005, em MtCO₂e

SETOR	EMISSÕES	PDE	
		2010	2020
Energia	329	381	627
Processos industriais	78	-	-
Agropecuária	416	-	-
Mudança no uso do solo e floresta	1.329	-	-
Tratamento de resíduos	41	-	-
Total	2.193		

Fonte: BRASIL, 2010b e EPE, 2011b

Tabela 6: Emissões de GEEs para fins energéticos, por setor, em MtCO₂e

SETOR (a)	2010	2015	2020
Setor Elétrico (b)	27	41	50
Setor Energético	34	54	77
Residencial	17	20	22
Comercial	2	3	3
Público	2	2	3
Agropecuário	17	21	26
Transportes	167	195	249
Industrial	98	129	156
Emissões fugitivas (c)	17	28	41
Total	381	493	627

Fonte: EPE, 2011b

Notas:

(a) De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN).

(b) Geração termelétrica no sistema interligado nacional (não inclui sistemas isolados) e autoprodução.

(c) Não incluem emissões nas minas de carvão.

Os números apresentados correspondem à estimativa de emissões devido à queima de combustíveis fósseis com finalidade de geração termelétrica, excluídos os sistemas isolados (localizados na região Norte do país).

As emissões de gases de efeito estufa do setor elétrico crescem desde os primeiros dados disponíveis. Em 1990 as emissões de GEEs do setor elétrico eram de 9 MtCO₂e por ano, e no ano 2000 as emissões praticamente triplicaram, sobretudo para atender à demanda que não foi atendida pela construção de novas hidrelétricas. Em 2008, as emissões atingem o máximo para o período, 33,8 MtCO₂e, quando foram colocadas em operação usinas termelétricas para

reduzir o risco crescente de racionamento⁸. Em 2009 e 2010, as emissões do setor elétrico caem devido aos efeitos da crise econômica dos anos de 2008 e 2009 (EPE, 2011b). O cenário do Plano Decenal de Energia resulta num aumento crescente das emissões (Figura 10) decorrente da entrada em operação das usinas termelétricas que participaram dos leilões no período entre 2005 e 2008 (Figura 6). A perspectiva para o período pós-2020 é de estabilização das emissões do setor elétrico uma vez que se considera a entrada em operação de grandes hidrelétricas e de usinas eólicas. A manutenção de um parque termelétrico sempre será necessária para dar segurança ao sistema elétrico, cada vez mais suportado por usinas hidrelétricas sem capacidade de armazenamento (usinas conhecidas como “a fio d’água”) e usinas eólicas.

Figura 10: Emissões devido à geração de energia elétrica para o período 1990 a 2020, em MtCO₂e

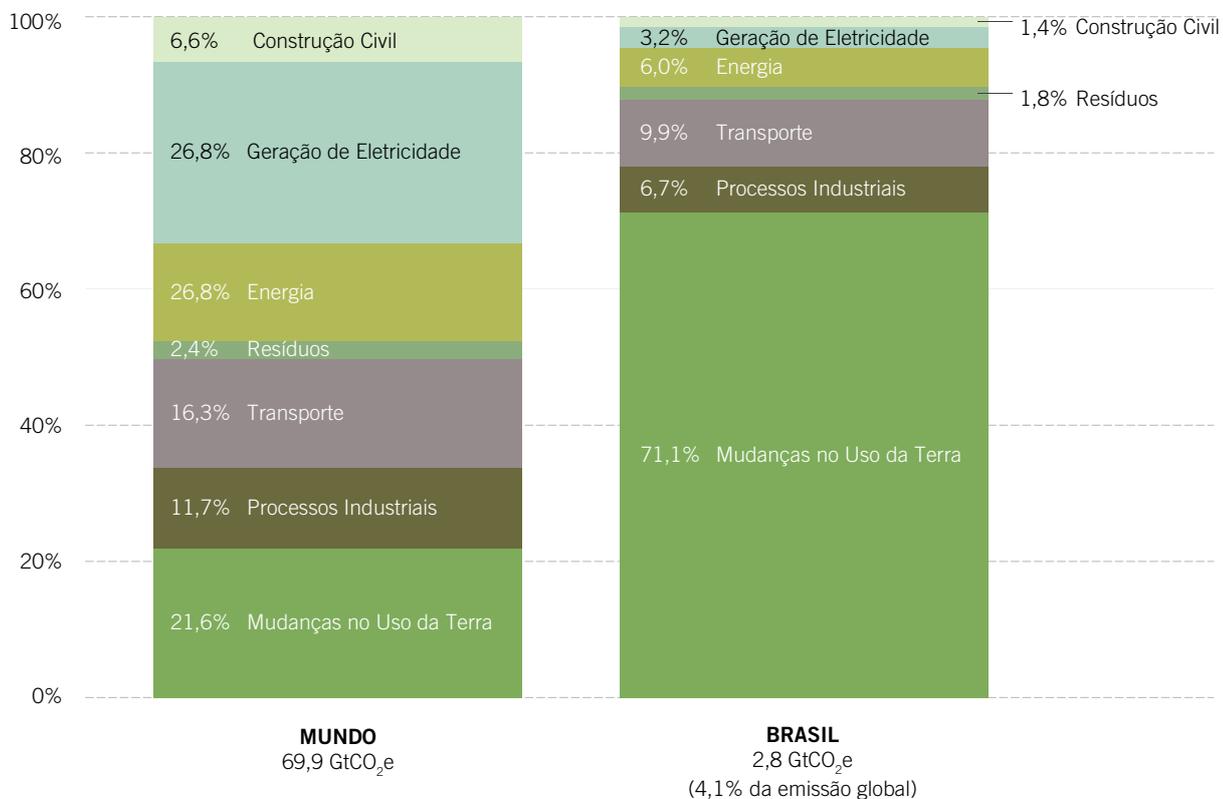


Fonte: EPE, 2011

Analisando o cenário de longo prazo para 2030, e se forem mantidas as condições atuais, as emissões de gases de efeito estufa aumentarão 61,7% no mundo e 29,7% no Brasil, conforme indica a Figura 11 (MCKINSEY, 2009a e MCKINSEY, 2009b). No entanto, é importante notar que, mesmo triplicando a participação nas emissões de gases de efeito estufa, o Setor Elétrico Brasileiro continuará mantendo um percentual baixo comparado à média mundial: 3,2% contra 26,8%, conforme a Figura 11 (MCKINSEY, 2009a e MCKINSEY, 2009b).

⁸ Vide a terceira edição do Relatório do Programa Energia Transparente, de outubro de 2007 (disponível em www.acendebrasil.com.br, seção “Estudos”).

Figura 11: Previsão de emissões de GEEs globais e brasileiras por setor produtivo em 2030 em MtCO₂e



Fontes: MCKINSEY, 2009a e MCKINSEY, 2009b

Nota: O setor "Energia" reúne as emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis em residências, no comércio e em indústrias.

5.1 PERSPECTIVAS PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITOS ESTUFA

Para evitar que a concentração de gases de efeito estufa ultrapasse as 450 partes por milhão (a concentração atual é 380 partes por milhão), é preciso analisar:

- as emissões atuais e futuras;
- os setores que mais emitem; e
- os cenários para redução de gases de efeito estufa, incluindo análises comparativas de custo-benefício.

Um ponto fundamental da análise consiste na avaliação da participação setorial no total de emissões. Essa abordagem é importante por permitir vislumbrar as tendências de aumento ou diminuição de emissões em cada setor. Tais tendências permitem uma avaliação de possíveis ações no sentido de diminuir as emissões setoriais e, como consequência, diminuir as emissões totais.

Além das contribuições setoriais é importante analisar as perspectivas para redução ou captura de gases de efeito estufa levando em consideração os custos previstos para isto.

Do espaço para redução das emissões de gases de efeito estufa globais, 18% podem ser obtidos na Mudança de Uso da Terra e 14% na geração de energia elétrica, conforme Figura 12 (MCKINSEY, 2009a). Se os investimentos fossem feitos apenas nestes dois setores, em 2030 as emissões globais de gases de efeito estufa seriam próximas aos níveis de 2005.

Na rubrica Mudança do Uso da Terra as reduções das emissões se dariam principalmente pelas seguintes ações: combate ao desmatamento ilegal, reflorestamento de áreas degradadas, restauração do solo e manejo de pastagens, com custos inferiores a EUR 10/tCO₂e.

Figura 12: Perspectivas para redução de emissões de GEEs globais e brasileiras por setor produtivo em 2030 em GtCO₂e



Fontes: MCKINSEY, 2009a e MCKINSEY, 2009b

Nota: *Com medidas de custos inferiores a EUR 60/tCO₂e

No caso do Brasil, o maior potencial de redução é na Mudança do Uso da Terra. Isso significa que é essencial priorizar o combate ao desmatamento ilegal. O custo para evitar a emissão de uma tonelada de gás carbônico equivalente decorrente de desmatamento ilegal é de EUR 8,00 (MCKINSEY, 2009b).

Se todos os investimentos do Brasil forem feitos nesta direção, em 2030 as emissões brasileiras serão reduzidas em 57%, um valor 30% menor do que o valor de 2005.

É crucial perceber que o desmatamento é o maior responsável pelas emissões de gases de efeito estufa do país e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) estipula metas para redução progressiva do desmatamento.

O potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa do setor elétrico é pequeno. Para 2030 a previsão é de 0,4%, consideradas ações que custem até EUR 60,00 por tonelada de gás carbônico equivalente evitada, um valor 7 vezes superior ao custo para evitar a emissão de uma tonelada de CO₂ decorrente de desmatamento ilegal. Esta diferença na relação custo-benefício precisa ser considerada pelos formuladores de políticas públicas.

6. PROPOSTAS PARA REDUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

O mundo mudou nos últimos 20 anos em termos de emissões de GEEs. Neste período, os países em desenvolvimento passaram a emitir mais que os países desenvolvidos.

No Brasil, as maiores emissões são decorrentes das alterações do uso da terra e do setor de transportes, enquanto em escala global os setores que mais contribuem são a geração de energia elétrica e mudança do uso da terra. As realidades de cada país e setor devem ser consideradas na definição das ações de redução de emissões de GEEs.

Considerando a situação atual, são apresentadas as seguintes propostas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e desta forma evitar as consequências das mudanças climáticas:

PROPOSTA 1: METAS OBRIGATÓRIAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEEs) PARA PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM DESENVOLVIMENTO.

As metas de redução de emissão de gases de efeito estufa devem ser diferenciadas de acordo com as emissões e respectivas capacidades de cada um dos países.

PROPOSTA 2: AS CONTRIBUIÇÕES DE CADA SETOR PRECISAM SER CONSIDERADAS NAS DEFINIÇÕES DAS METAS OBRIGATÓRIAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA.

Os setores com maior potencial e custos menores devem ter metas mais agressivas de redução de gases de efeito estufa.

PROPOSTA 3: TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Os países precisam colaborar entre si e trocar as experiências de sucesso. Se não houver colaboração entre os países não será possível evitar o aumento das emissões de gases de efeito estufa e as consequências do aquecimento global.

Nesta linha, é importante assegurar que todos os países tenham acesso a tecnologias boas para o clima com custos suportáveis, e seria desejável que os países desenvolvidos apoiassem os países em desenvolvimento. Esta iniciativa seria benéfica para todos os países.

PROPOSTA 4: DEFINIR CRITÉRIOS OBJETIVOS PARA A PARTICIPAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS NA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

Os critérios para definição da participação de fontes renováveis na matriz elétrica brasileira devem considerar fatores econômicos (preço da energia), sociais e ambientais.

PROPOSTA 5: DISCUTIR O ESTABELECIMENTO DE TETO/TAXAÇÃO PARA EMISSÕES DE CARBONO PROVENIENTES DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS EM TODOS OS SETORES.

Como o objetivo do país é reduzir as emissões de gases de efeito estufa, e não atribuir a responsabilidade a um só setor, sugere-se a discussão do estabelecimento de teto e taxa para emissões de carbono provenientes do consumo de combustíveis fósseis em todos os setores: transporte, indústria, energia, residencial e comercial.

PROPOSTA 6: A UNIÃO PRECISA INICIAR UM PROCESSO DE GOVERNANÇA SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS INTEGRADO ÀS INICIATIVAS DAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO

Considerando a autonomia dos estados como um princípio constitucional a ser garantido, o Governo Federal precisa coordenar com os estados a definição das políticas sobre o tema e evitar que sejam estabelecidas políticas e metas obrigatórias ao setor produtivo e à sociedade que sejam incoerentes com a Política Nacional.

O mesmo cuidado na definição de medidas de restrição deve ser tomado para o estabelecimento de incentivos, que devem ser estabelecidos a priori, e em harmonia com as metas.

7. CONCLUSÃO

O Brasil possui um perfil diferenciado de emissões de GEEs quando comparado aos países com elevado desenvolvimento econômico e industrial.

Embora o Brasil seja a sétima maior economia do planeta e o terceiro maior emissor, predominam por aqui emissões de GEEs decorrentes de Mudanças no Uso da Terra (desmatamento, agricultura e pecuária, que responderam por 79,6% das emissões totais em 2005), do setor de Transportes (com 6,1% das emissões) e de Processos Industriais (com 3,6% das emissões).

Além disso, diferentemente dos países industrializados, a geração de energia elétrica é responsável por apenas 1,2% das emissões de GEEs brasileiras, sendo que a previsão para 2030 é de que as emissões cresçam, mas não ultrapassem 3,2% das emissões totais.

Embora a matriz elétrica brasileira seja considerada “limpa”, na medida em que a participação de fontes renováveis é relevante, o aumento relativo das emissões do setor elétrico justifica a preocupação e a definição de ações que estabilizem as emissões, sempre considerando a segurança do sistema e os impactos sobre o meio ambiente e a sociedade. Estes devem ser objetivos permanentes do governo e dos leilões regulados de energia elétrica.

Entretanto, quando se dispõe de recursos limitados para a redução das emissões de gases de efeito estufa, o esforço deve ser concentrado nos setores onde, com o menor investimento, é possível obter os melhores resultados. No caso do Brasil, é evidente que o esforço deve ser concentrado na rubrica Mudanças no Uso da Terra, com foco no combate ao desmatamento ilegal. Se todos os investimentos do Brasil forem feitos nesta direção, em 2030 as emissões brasileiras serão reduzidas em 57%, um valor 30% menor do que o valor de 2005, ao custo de EUR 8,00 por tonelada de gás carbônico equivalente evitada (MCKINSEY, 2009b).

Outro setor que merece atenção na redução de emissões de GEEs no Brasil é o setor de Transportes. Este setor atualmente responde por 6,1% das emissões, passará a ser responsável por 9,9% do total em 2030, e as oportunidades de redução de emissões podem ser divididas em duas categorias: melhorias na tecnologia (mecânica, transmissão, aerodinâmica, peso e pneus) e aumento na participação de biocombustíveis. O investimento nestas duas áreas pode significar uma redução de 25% nas emissões previstas para 2030 ao custo médio de EUR 12,00 por tonelada de gás carbônico equivalente evitada (MCKINSEY, 2009b).

Além de desenvolver ações para reduzir as emissões de GEEs, o Governo Federal precisa coordenar com os estados a definição das políticas sobre o tema Mudanças Climáticas e evitar que sejam estabelecidas políticas e metas obrigatórias estaduais ao setor produtivo e à sociedade que sejam incoerentes com a Política Nacional.

As políticas públicas nacionais voltadas à redução das emissões de GEEs precisam evitar modelos e premissas internacionais que não se adequam à nossa realidade e ao nosso perfil de emissões. Dessa forma, a melhor contribuição que o Brasil dará para enfrentar os desafios das mudanças climáticas requer diagnósticos objetivos e que enderecem os setores que respondem pelas maiores emissões, sempre em busca das ações de melhor relação custo-benefício.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (2011). *Banco de Informações de Geração*.
- Brasil (2008). *Plano Nacional sobre Mudança do Clima*. Brasília: Casa Civil da Presidência da República.
- Brasil (2009). *Lei nº 12.187*, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília.
- Brasil (2010a). *Decreto nº 7.390*, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6o, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Brasília.
- Brasil (2010b). *Segunda Comunicação Nacional à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia.
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (2011). *Leilões de Energia Nova*.
- Empresa de Pesquisa Energética (2007). *Plano Nacional de Energia 2030*. Brasília: Ministério de Minas e Energia.
- Empresa de Pesquisa Energética (2010). *Abatimento das emissões relacionadas à produção e ao uso da energia no Brasil até 2020*. Brasília: Ministério de Minas e Energia.
- Empresa de Pesquisa Energética (2011a). *Balço Energético Nacional 2010*. Brasília: Ministério de Minas e Energia.
- Empresa de Pesquisa Energética (2011b). *Plano Decenal de Energia 2011 - 2010*. Brasília: Ministério de Minas e Energia.
- Fronzizi, Isaura (2009). *O mecanismo de desenvolvimento limpo: guia de orientação 2009*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2001). *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 pp.*
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2008). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104*
- International Energy Agency (2011). *Energy balances of non-oecd countries 2008 – 2009*. Paris: OECD.
- Margulis, Sérgio e Dubeux, Carolina Burle Schmidt (2010). *Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades*. São Paulo: IBEP Gráfica. 82 p.
- Mckinsey (2009a). *Pathways to a Low-Carbon Economy*.
- Mckinsey (2009b). *Pathways to a Low-Carbon Economy for Brazil*.
- Schaeffer, Roberto et al (2008). *Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil*. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ.
- World Resources Institute (2005). *Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy*.
- World Resources Institute (2011). *Climate Analysis Indicators Tool*.

Presidente: Claudio J. D. Sales
Diretor Executivo: Eduardo Müller Monteiro
Assuntos Econômicos e Regulatórios: Richard Lee Hochstetler
Desenvolvimento Sustentável: Alexandre Uhlig
Análise Política: Cibele Perillo
Assuntos administrativos: Eliana Marcon
Secretária executiva: Melissa Oliveira

O Instituto Acende Brasil é um Centro de Estudos que desenvolve ações e projetos para aumentar o grau de Transparência e Sustentabilidade do Setor Elétrico Brasileiro. Para alcançar este objetivo, adotamos a abordagem de Observatório do Setor Elétrico Brasileiro. Atuar como um Observatório significa pensar e analisar o setor com lentes de longo prazo, buscando oferecer à sociedade um olhar que identifique os principais vetores e pressões econômicas, políticas e institucionais que moldam as seguintes dimensões do Setor Elétrico Brasileiro:



SÃO PAULO

Rua Joaquim Floriano, 466
Ed. Corporate • Conj. 501 • Itaim Bibi
CEP 04534-004 • São Paulo • SP
Telefone: +55 (11) 3704-7733

BRASÍLIA

SCN Quadra 5 • Bloco A • sala 1210
Brasília Shopping and Towers
CEP 70715-900 • Brasília • DF • Brasil
Telefone: +55 (61) 3963-6007

contato@acendebrasil.com.br
www.acendebrasil.com.br

Projeto gráfico e diagramação: Amapola Rios