



matriz energética e emissão
de gases de efeito estufa

FATOS SOBRE O BRASIL



Matriz energética e emissão de gases de efeito estufa

Fatos sobre o Brasil

EDIÇÃO REVISADA



Brasília, 2008

Nota técnica

Os gráficos desta cartilha foram elaborados a partir de informações obtidas em publicações da Agência Internacional de Energia, em razão de coerência e homogeneidade de critérios no tratamento das estatísticas dos diferentes países e regiões do mundo. Em casos específicos do Brasil se utilizou como principal referência o Balanço Energético Nacional.

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

BEN – Balanço Energético Nacional

CO₂ – Dióxido de carbono

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

GW - Gigawatt

IEA – Agência Internacional de Energia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

km² – Quilômetro quadrado

kV – Quilovolt

m³ – Metro cúbico

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MW – Megawatt

OECD – Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento

t – Tonelada (métrica)

tep – Tonelada equivalente de petróleo

TWh – Terawatt-hora

GEE - Gases de Efeito Estufa

Apresentação	
Sumário executivo	9
Matriz energética brasileira: sustentabilidade	10
Matriz energética brasileira: eficiência	12
Matriz elétrica brasileira: baseada em hidroeletricidade	14
Matriz elétrica brasileira: histórico de sustentabilidade	16
Etanol: Brasil na vanguarda	18
Brasil: consumo de energia	20
Indústria: consumo de energia	22
Emissão de GEE: participação do Brasil	24
Emissão de GEE: distribuição por tipos de atividade	26
Contribuições para mitigar o efeito estufa	28
Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	30

A mudança climática global causada pela concentração de gases de efeito estufa é uma preocupação para a indústria mundial.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) contribui para o tema apresentando informações sobre as emissões de gases de efeito estufa e sua relação com a matriz energética brasileira.

O Brasil se destaca mundialmente pela sustentabilidade de sua matriz energética, com forte participação de fontes renováveis de energia. Entre essas, destacam-se a biomassa – extraída da cana-de-açúcar e de florestas plantadas para fins energéticos – e a hidroeletricidade.

Em termos de produção de energia, a matriz energética brasileira confere ao País uma posição de destaque se comparado às nações mais desenvolvidas devido aos recursos naturais e ao amplo uso de etanol para o transporte em veículos leves.

Apenas 9% das emissões de gás carbônico são relacionadas à atividade industrial no Brasil. O uso e a mudança do uso do solo respondem pela maior parte das emissões de gases de efeito estufa.

O Brasil é o terceiro país no volume de emissões reduzidas a partir da aplicação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Dentre os projetos de MDL registrados no mundo, o País contribuirá com 8% das emissões a serem evitadas.

Com as informações apresentadas nas páginas a seguir, a CNI contribui para a divulgação de fatos sobre o Brasil e para um melhor conhecimento do tema, fundamental para o desenvolvimento sustentável do planeta.

A matriz energética no Brasil é caracterizada, em boa medida, por fontes renováveis. 46% da energia no Brasil é produzida por fontes renováveis, percentual quatro vezes maior que a média mundial.

A matriz elétrica no Brasil é limpa. 85% da energia elétrica produzida é de fonte hidráulica. Essa peculiaridade torna a matriz **eficiente**, uma vez que esta geração de energia tem perdas reduzidas, ao contrário dos processos térmicos baseados na queima de combustíveis fósseis.

No Brasil, a **oferta de energia cresceu 6,1% ao ano nos últimos 35 anos.** Trata-se de um crescimento duas vezes maior que a média mundial. Vale destacar que esse ritmo não alterou o perfil limpo da matriz energética do País.

Mesmo diante do crescimento da oferta de energia, essencial para o desenvolvimento sustentável, a matriz energética deverá permanecer com baixos níveis de emissão, tendo em conta a continuidade do amplo uso de bionergia dos **70% do potencial hidroelétrico do Brasil, ainda não foi utilizado.**

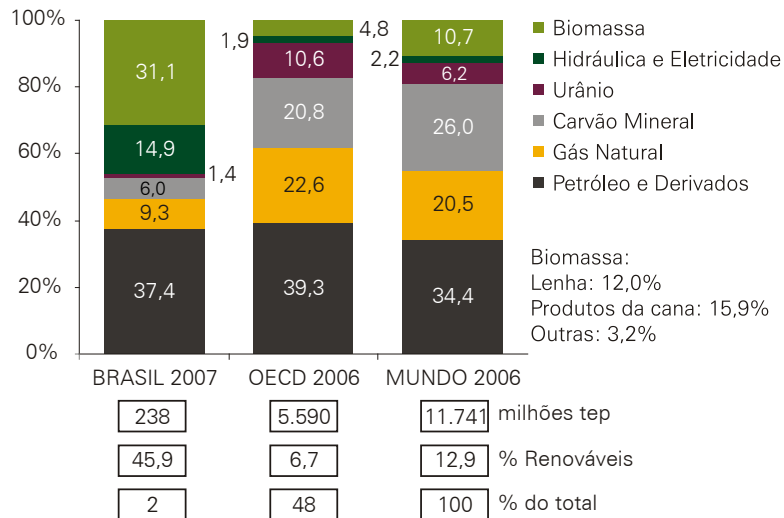
Proporcionalmente às necessidades energéticas nacionais, a emissão de gases de efeito estufa advindas do setor energético no Brasil é baixa. Em se tratando de um país que produz 2,0% da energia mundial, a participação na emissão de GEE é significativamente menor (1,1% das emissões globais).

75% da emissão de gases de efeito estufa no Brasil deve-se ao uso e à mudança do uso da solo. A indústria contribui com apenas 9% das emissões.

Em função das alterações da estrutura industrial mundial e do Brasil, **a Intensidade Energética da Indústria brasileira vem crescendo.**

46% da energia no Brasil é renovável.
No mundo é de 13%.

Estrutura da Matriz Energética – Brasil e Mundo



Fontes: BEN e IEA

A participação das fontes renováveis na geração de energia é quatro vezes maior no Brasil do que a média mundial

A oferta de energia no Brasil alcançou 238,8 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) em 2007, o que corresponde a 2% da energia mundial.

No Brasil, 45,9% da energia é proveniente de fontes renováveis. Trata-se de uma matriz energética que difere do padrão mundial, sobretudo das economias da OECD (composta, em sua maioria por economias desenvolvidas). No mundo, a média de participação de fontes renováveis na geração de energia é de 12,9%, enquanto que nos países da OECD a média é de 6,7%.

O uso da biomassa é o grande destaque da matriz energética brasileira. Essa fonte de energia renovável, extraída, sobretudo, da cana-de-açúcar e das florestas plantadas com fins energéticos, é responsável por quase um terço da energia gerada no Brasil.

A porcentagem do uso da biomassa na matriz energética brasileira é seis vezes maior que em países da OECD e três vezes maior que a média mundial. A contribuição da cana-de-açúcar, seja pelo etanol, seja pelo uso do bagaço

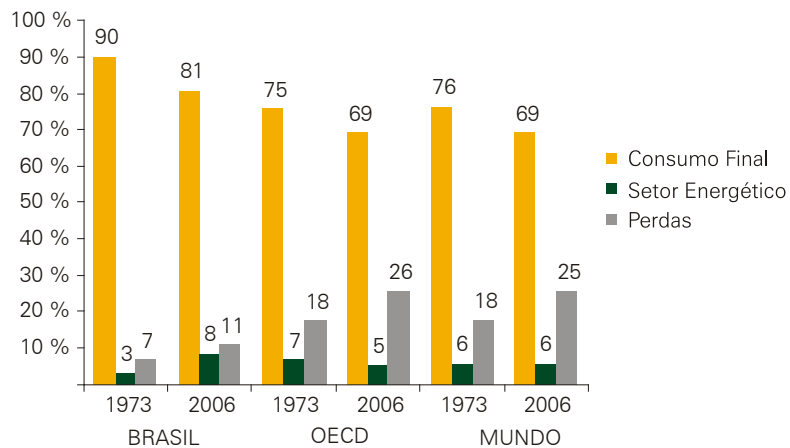
para fins energéticos, supera a participação da hidroeletricidade na oferta de energia.

Em 2007, as hidroelétricas representaram 14,9% da energia produzida no Brasil. A participação da energia hidráulica no Brasil é quase sete vezes maior que a observada no mundo.

No Brasil, a participação do petróleo e derivados na produção de energia é próxima à dos países da OECD e à média mundial. Pouco mais de um terço da energia produzida no mundo é proveniente de petróleo e derivados. No Brasil, esse percentual alcança 37,4%.

Diferente do Brasil, parcela expressiva da energia produzida no mundo é resultante do gás natural, carvão mineral e urânio. No mundo – e também entre os países da OECD – a participação dessas fontes de energia não-renováveis na matriz energética é superior a 50%. No Brasil, a participação conjunta dessas três fontes não-renováveis é de 16,7%, o que equivale a pouco mais da metade da geração de energia por biomassa.

O Brasil produz energia com menos perdas do que no mundo



Fonte: IEA

81% da oferta de energia no Brasil se destina ao consumo final. No mundo esse percentual é de 69%

A cada 100 unidades de energia geradas no Brasil em 2006, 8 foram gastas no próprio processo de geração de energia e 11 se perderam entre a produção e o consumo final. Ou seja, apenas 19% da oferta de energia foram perdidas e consumidas na produção da energia.

No mundo, essa relação foi bem menos eficiente: 6% da energia produzida foi gasta na sua própria produção e 25% da energia se perdeu entre o processo de geração e o consumo final.

Essas perdas podem ocorrer de três formas:

- Na transformação de energia, como acontece nos geradores das centrais termoelétricas
- No transporte de energia, como nas redes de transmissão de eletricidade

- Nas instalações de armazenamento, como nos vazamentos e evaporação de derivados de petróleo.

Países que possuem matriz com forte presença de combustíveis fósseis apresentam maior índice de perdas de energia.

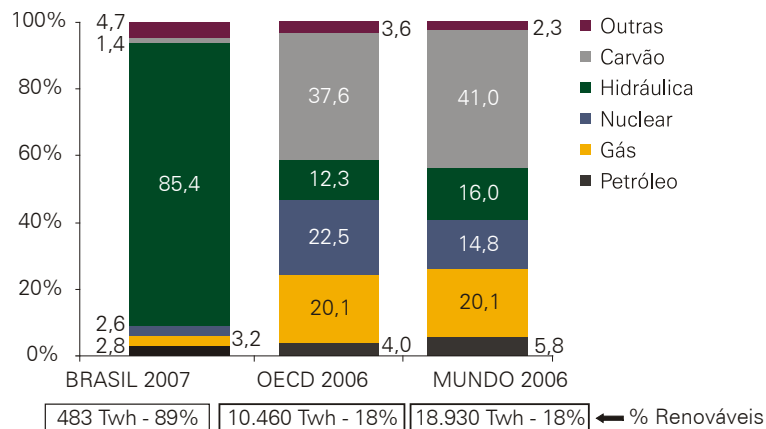
Isso se deve não apenas à necessidade de consumo elevado de energia para refinar o petróleo, mas também às perdas substanciais no processo de transformação, transporte e armazenamento.

A presença expressiva de hidroelétricas na matriz energética brasileira é um dos responsáveis pela maior eficiência do Brasil.

As hidroelétricas são bem mais eficientes na geração de eletricidade que os processos que consomem combustíveis fósseis.

Hidroelétricas fornecem 85% da energia elétrica no Brasil

Matriz de oferta de energia elétrica – Brasil e Mundo



Fontes: BEN e IEA

A composição da matriz elétrica brasileira, baseada em fontes renováveis, é praticamente o inverso do observado no mundo, que apresenta 82% de fontes fósseis.

O Sistema Interligado Nacional (SIN) possui 88 mil km de linhas em alta tensão, o que viabiliza o aproveitamento das diversidades hidrológicas regionais.

Na contramão do cenário mundial, 89% da energia elétrica no Brasil é baseada em fontes renováveis

A oferta total de energia elétrica no Brasil foi de 483,4 TWh em 2007, montante correspondente a cerca de 2,5% da oferta mundial.

A matriz de oferta de energia elétrica brasileira é baseada em fontes renováveis: 85,4% de origem hidráulica (sendo 8% importada do Paraguai

da Itaipu Binacional); e 3,7% de participação de biomassa.

É uma matriz que se diferencia da média mundial. No mundo, a energia elétrica é gerada, sobretudo, a partir de combustíveis fósseis, que respondem por 82% da matriz elétrica mundial.

Sistema de transmissão de energia elétrica no Brasil é de tamanho similar ao da Europa

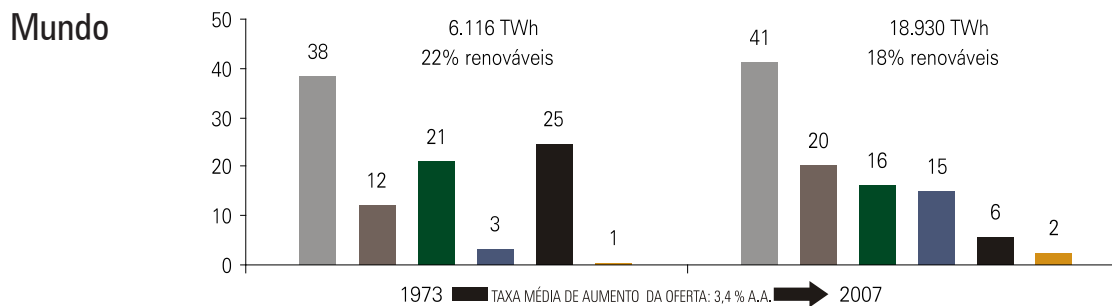
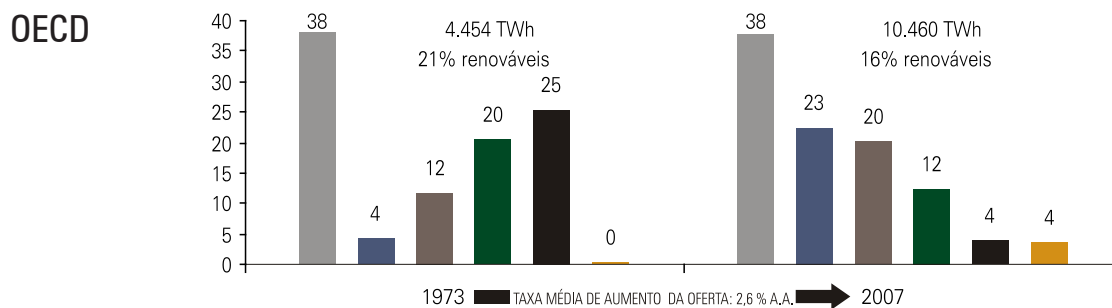
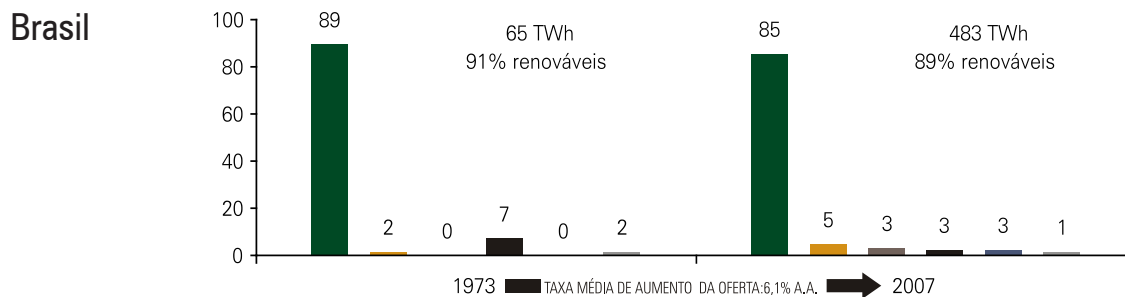
O sistema elétrico interligado brasileiro é responsável pelo suprimento de cerca de 97% da demanda interna.

A rede básica de transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN) possui 88 mil km de linhas em extra alta tensão (igual ou superior a

230 kV). Esse sistema interligado propicia ganhos energéticos, ao viabilizar o aproveitamento das diversidades hidrológicas regionais.

Como base de comparação, as linhas de transmissão no Brasil cobrem uma área comparável à da Europa menos Rússia.

Oferta de energia elétrica no Brasil cresceu 6,1% ao ano nos últimos 35 anos. Essa taxa é quase o dobro da média mundial



Carvão Gás Hidráulica Nuclear Petróleo Outras

O perfil limpo da matriz brasileira manteve-se praticamente estável mesmo com o alto crescimento da oferta de energia elétrica

O ritmo de crescimento da oferta de energia elétrica no Brasil foi de 6,1% ao ano nos últimos 35 anos. Nesse mesmo período, a taxa de expansão da oferta de energia elétrica no mundo foi bastante inferior: média de 3,4% ao ano.

Esse expressivo crescimento da oferta de energia não alterou a característica principal da matriz elétrica brasileira: a sustentabilidade. A matriz elétrica no Brasil manteve-se limpa, mesmo num contexto de forte expansão da oferta de energia.

Nos últimos 35 anos, a participação das hidroelétricas no fornecimento de energia elétrica manteve-se acima de 85%, o que resulta em baixos índices de emissões de gases de efeito estufa.

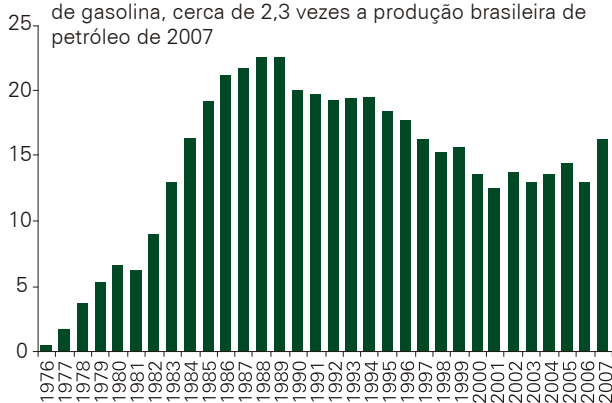
As perspectivas para a sustentabilidade do crescimento da oferta de energia limpa no Brasil continuam positivas para as próximas décadas, dado que 70% do potencial hídrico no Brasil mantém-se inexplorado.

O Brasil tem um potencial hídrico estimado em 260 GW, sendo que apenas 30% é explorado.

86% dos veículos licenciados no Brasil são *flex-fuel*

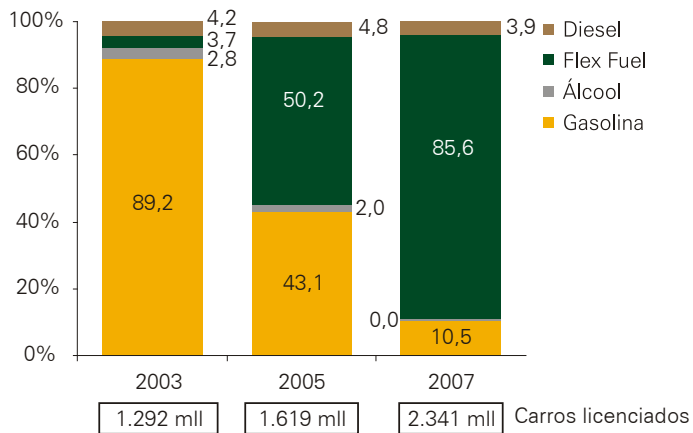
Evolução da participação do etanol no consumo rodoviário de energia do Brasil (%)

Produção acumulada no período equivalente a 230 milhões m³ de gasolina, cerca de 2,3 vezes a produção brasileira de petróleo de 2007



Fonte: BEN

Estrutura de veículos leves licenciados no Brasil (%)



Fonte: ANFAVEA

Desenvolvimento de tecnologia de motores *flex-fuel* estimula o consumo de etanol

A posição de vanguarda do Brasil no uso de etanol como combustível está associada aos seguintes fatores:

1. **À capacidade produtiva.** O Brasil possui mais de 75 milhões de hectares ocupados por agricultura. Aproximadamente 10% desse total são utilizados para plantio de cana-de-açúcar. Cada hectare de cana-de-açúcar produz em média 7 mil litros de etanol. Para a próxima safra (2008/2009) está prevista uma produção de mais de 27 bilhões de litros de etanol (anidro e hidratado).

2. **Ao estímulo à substituição do consumo de derivados de petróleo pelo de biocombustíveis.** Desde 1975, com a criação do “Programa Nacional do Álcool”, o Brasil passou a utilizar o etanol como alternativa relevante no consumo de energia no transporte em veículos leves.

Atualmente, além da grande produção de etanol hidratado (previsão de mais de 17 bilhões de litros na próxima safra 08/09), toda a gasolina

vendida no Brasil possui 25% de etanol anidro em sua composição, o que absorverá uma produção de quase 10 bilhões de litros. Outros 4 bilhões de litros serão exportados (safra 08/09).

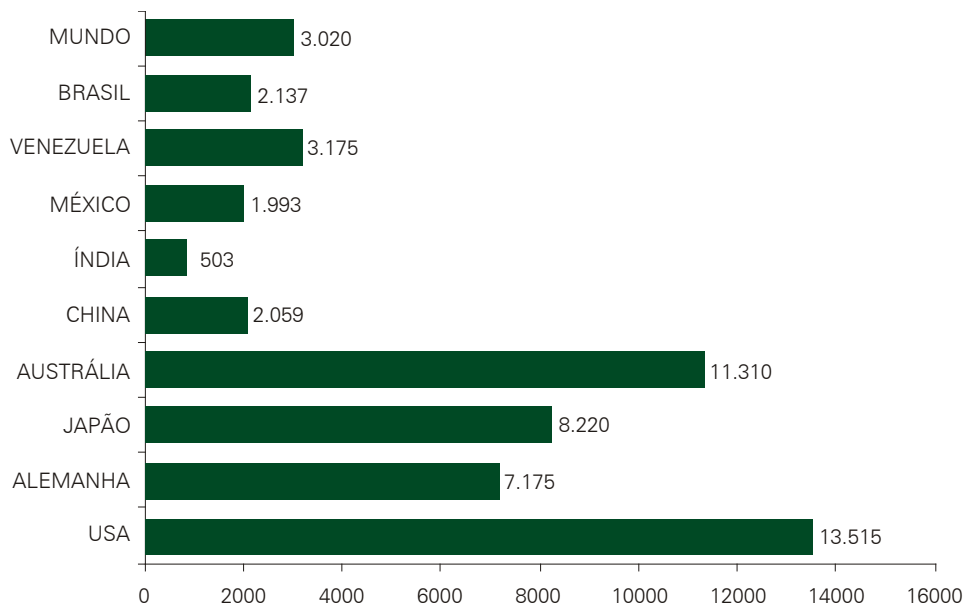
Além do etanol, o uso do biodiesel é crescente no Brasil. A legislação brasileira determina hoje a adição de 3% de biodiesel ao diesel comercializado no país. A produção desse combustível já ultrapassa 1 bilhão de litros por ano.

3. **Ao domínio pela indústria brasileira de todo o processo de produção, armazenamento e distribuição.** A partir de 2003, com a fabricação dos carros *flex fuel*, a demanda por etanol ganhou novo impulso. Com essa tecnologia, pode-se utilizar como combustível o etanol hidratado de cana-de-açúcar e a gasolina convencional, misturados em qualquer proporção.

A participação dos veículos *flex* já representa 85,6% das vendas de automóveis novos no Brasil.

Consumo per capita de energia no Brasil é muito inferior ao mundial

Consumo de eletricidade por habitante em 2006 (kWh/hab)



Fonte: IEA

Baixo consumo per capita de energia no Brasil resulta, em parte, da baixa renda

O Brasil tem baixo consumo per capita de energia elétrica, se comparado aos países desenvolvidos. O consumo per capita de eletricidade no Brasil é equivalente a um sexto do consumo médio nos Estados Unidos ou a um quarto no Japão. O consumo de eletricidade por habitante no Brasil se situa no nível de 70% da média de consumo mundial per capita.

As perspectivas são de que essa distância entre o consumo per capita do Brasil e nos países desenvolvidos se reduza, à medida que o Brasil avance em termos de desenvolvimento econômico.

O baixo consumo per capita de energia no Brasil reflete em parte a renda per capita, de aproximadamente US\$ 10 mil (ajustados pelo poder de compra). Comparativamente, esse valor é um terço mais baixo que o da renda média da Zona do Euro.

Espera-se que a renda per capita no Brasil cresça a um ritmo maior que a dos países desenvolvidos nas próximas décadas, o que deve impulsionar a demanda por mais bens e serviços e, conseqüentemente, o consumo per capita de energia.

Cresce participação de eletricidade, carvão mineral e gás natural e cai participação de petróleo e derivados

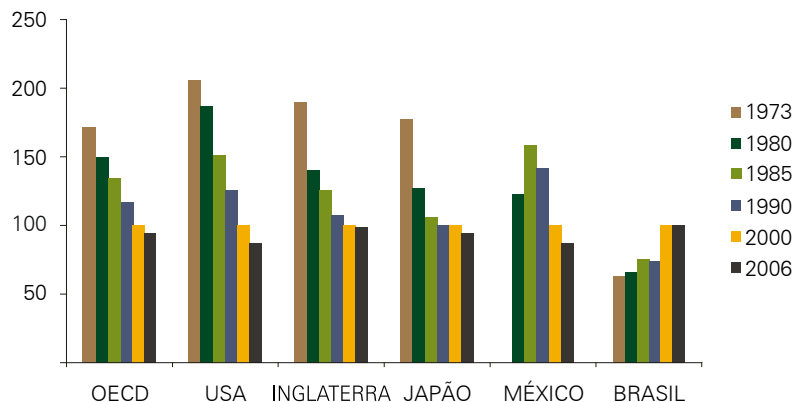
Consumo industrial de energia por fonte (%)

ESPECIFICAÇÃO	BRASIL		OECD		OUTROS (*)	
	1973	2007	1973	2006	1973	2006
DERIVADOS DE PETRÓLEO	39,3	15,7	32,6	16,6	24,3	14,0
GÁS NATURAL	0,1	9,9	26,6	28,7	20,4	14,4
CARVÃO MINERAL	7,0	14,1	18,8	13,3	33,1	34,2
ELETRICIDADE	11,1	20,2	17,7	33,4	20,0	30,1
BIOMASSA	42,4	40,1	4,4	8,0	2,3	7,2
TOTAL (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
TOTAL - milhões tep	22,8	81,9	954,6	865,6	529,9	1.241,4

Fonte: IEA

Cresce participação de indústria energo-intensiva no Brasil

Intensidade energética da indústria em função do Valor Agregado (ano base 2000=100)



Fonte: IEA

Biomassa é fonte de 40% da energia consumida pela indústria

Nas últimas quatro décadas, houve clara recomposição das fontes energéticas na indústria brasileira: de um lado, aumentou a participação de eletricidade, gás natural e carvão mineral e, de outro lado, caiu a participação dos derivados de petróleo.

O crescimento da produção de aço na indústria brasileira elevou o consumo de gás natural e de carvão mineral. O aumento do consumo de eletricidade, por sua vez, resultou, principalmente, do avanço da indústria de alumínio.

Contudo, vale lembrar que mais de 60% de toda a energia consumida na indústria brasileira origina-se de fontes renováveis: eletricidade e biomassa.

Em relação ao mundo e à OECD, a presença da biomassa na matriz industrial brasileira de energia é muito expressiva: 40% da energia utilizada pela indústria.

Os países da OECD, por sua vez, reduziram o consumo industrial de energia de 955 milhões de tep em 1973, para 866 milhões de tep em 2006, apesar de taxas positivas de crescimento econômico. Há que se considerar nesses países os avanços tecnológicos nos processos produtivos e a migração de indústrias energo-intensivas para outros países.

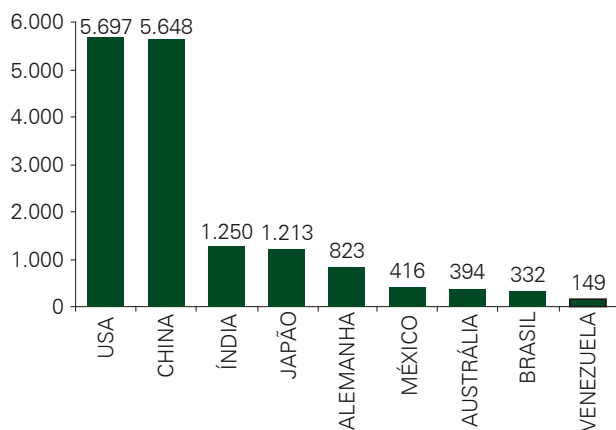
Cresce a intensidade energética da indústria brasileira

Quando se compara à evolução dos índices de intensidade energética industrial de um grupo selecionado de países, nota-se que o Brasil vem caminhando no sentido contrário ao mundial. No mundo, há redução significativa da intensidade energética da indústria, enquanto que, no Brasil, a intensidade aumenta.

Essa tendência está relacionada à crescente importância dos setores energo-intensivos na pauta de produção da indústria brasileira. São considerados setores energo-intensivos: metalurgia, papel e celulose, química, mineração e petróleo.

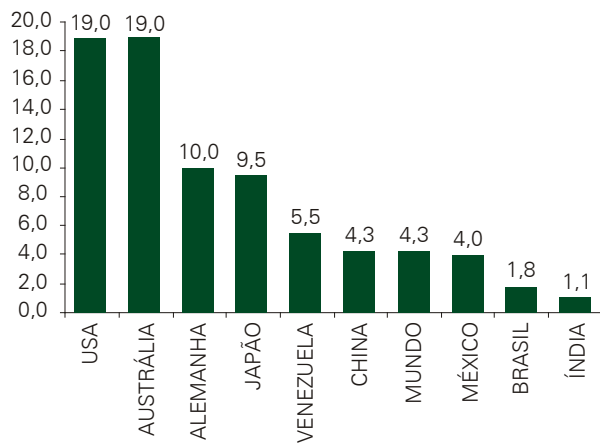
Emissão de GEE na geração e uso de energia no Brasil é baixa proporcionalmente

Emissões de GEE em países selecionados 2006 (milhões de tCO₂)



Fonte: IEA

Emissões de GEE per capita 2006 (tCO₂ / habitante)



Fonte: IEA

Brasil - Energia com pouca emissão de GEE

Com grande participação da energia hidráulica e da biomassa na matriz energética, o Brasil se configura como um país de baixo índice de emissão de GEE.

Segundo a Agência Internacional de Energia, o Brasil emitiu 332 milhões de toneladas de GEE em 2006, o que representa 1,1% das emissões mundiais.

Em se tratando de um país responsável pela geração de 2,0% de toda a energia mundial, o Brasil se coloca em uma posição de destaque, pois consegue apresentar uma participação na emissão de GEE que é metade da sua participação na geração de energia.

Emissão de GEE por habitante no Brasil é 60% menor que a média mundial

Em termos de emissão de GEE per capita na produção e uso de energia, o Brasil está em uma situação favorável frente à média mundial.

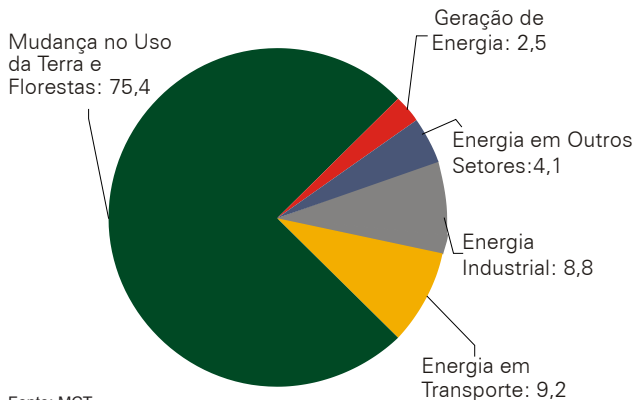
Em 2006, a média mundial de emissão foi de 4,3 toneladas de GEE equivalentes por habitante. No Brasil, a emissão média foi de 1,8 tonelada de GEE equivalente por habitante. Ou seja, a emissão de GEE equivalente por habitante é 60% menor no Brasil do que a mé-

dia mundial. Os países da OECD apresentam emissões per capita acima da média mundial (10,9 toneladas).

A principal diferença do Brasil para a média mundial está na grande utilização de hidrelétricas na geração de energia elétrica. Países de grande emissão de GEE utilizam principalmente combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica.

75% das emissões brasileiras de GEE devem-se ao uso e à mudança do uso da terra

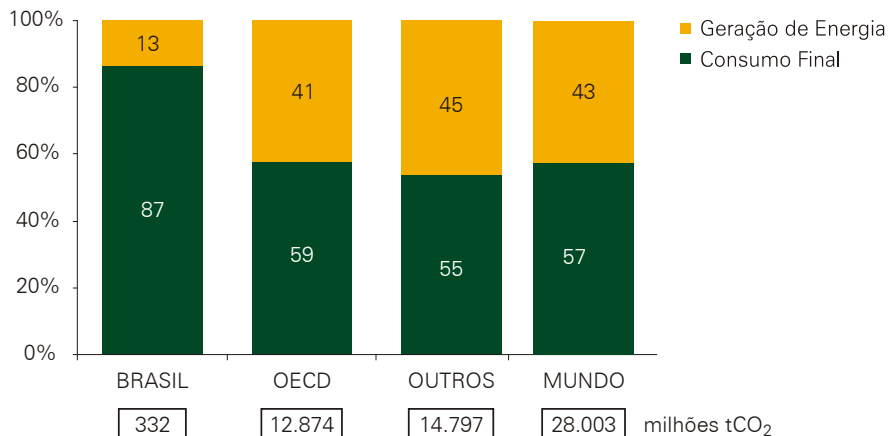
Emissão de GEE: participação por tipos de atividade (%)



Fonte: MCT

Emissões de GEE no Brasil na geração de energia é menos de um terço do observado no mundo

Distribuição das emissões de GEE na geração e uso da eletricidade – 2006 (%)



Fonte: IEA

Indústria participou com 8,8% das emissões de GEE segundo o último cálculo oficial

O último cálculo oficial do volume de emissão de gases de efeito estufa no Brasil, tem como base o ano de 1994. Segundo esse documento, a principal causa das emissões brasileiras foi o

uso da terra em suas diversas formas, com contribuição de 75% do total. Naquele ano, o total das emissões de GEE pela indústria foi de apenas 8,8% do total.

Geração responde por 13% das emissões relacionadas com energia

As emissões de GEE no Brasil decorrentes do consumo final de energia respondem por 87% das emissões relacionadas com a energia, ficando os restantes 13% das emissões por conta dos processos de produção de energia, especialmente os relacionados à geração termelétrica.

Na análise equivalente entre os países da OECD, as emissões de GEE decorrentes do consumo final de energia respondem por apenas 59% das emissões totais, o que significa que nestes países a geração de energia é responsável por grande fatia das emissões. Neles, a geração termelétrica

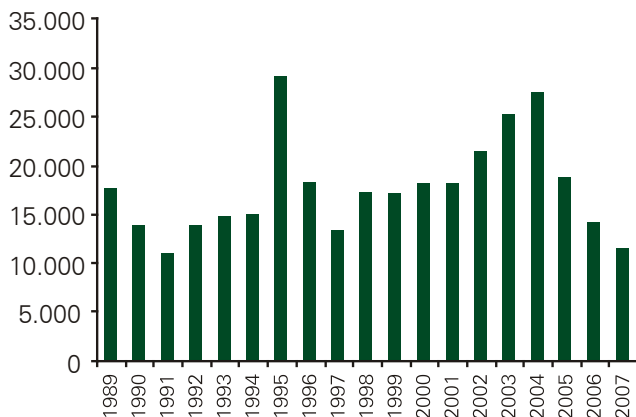
representa mais de 80% da geração total, o que eleva sobremaneira as emissões.

Assim, o Brasil é especialmente privilegiado na medida em que, para atender ao consumo final de energia dos seus setores econômicos, demanda baixo nível de emissões na produção de energia.

Nota-se no agregado “Outros” países (exclusive OECD e Brasil) que a situação é ainda pior, ficando a geração de energia com expressivos 45% das emissões totais de GEE.

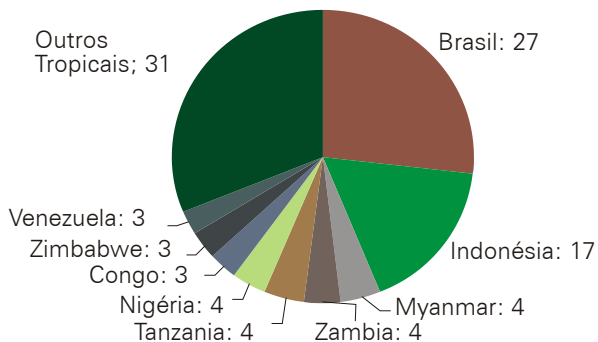
Redução do desmatamento na Amazônia: bons sinais, mas ainda há muito que avançar

Área desmatada na Amazônia em km² por ano



Fonte: INPE

Participação percentual mundial de desmatamento no período 2000 a 2005



Fonte: FAO

Desmatamento vem caindo desde 2005

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, perto de 65% das florestas do Brasil estão em terras públicas, sendo que na Amazônia este percentual sobe para 75%.

Ainda segundo o MMA, apesar de algumas dessas florestas estarem em áreas protegidas, como unidades de conservação, terras indígenas ou áreas militares, a maior parte se encontra em áreas ainda não demarcadas ou sem os devidos registros.

De uma taxa de desmatamento ascendente no período de 1997 até 2004, a situação se inverteu a partir de 2005, quando houve um recuo de 31% no desmatamento frente ao ano anterior. Em 2006, houve queda de 25% sobre 2005 e, em 2007, a taxa de decréscimo de desmatamento na Amazônia sobre 2006 foi de 18%.

O desmatamento e a queimada das florestas liberam carbono na atmosfera. Ao lado da queima dos combustíveis fósseis, a destruição da floresta está entre os grandes responsáveis pela concentração de gases de efeito estufa que vem causando o aumento na temperatura média da Terra.

No ranking mundial de emissões, segundo as Comunicações Nacionais da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o Brasil ocupou a 8ª posição entre 165 nações no ano de referência (1994). Se o Brasil não liberasse emissões com o desmatamento de florestas, ocuparia o 28º lugar.

No período de 2000 a 2005 o Brasil foi responsável por pouco mais de um quarto de todo o desmatamento observado no mundo.

MDL: Brasil contribui com 8% na redução do GEE

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo possibilita a utilização de mecanismos de mercado para que os países desenvolvidos possam atingir os objetivos de redução de gases de efeito estufa. O Brasil prioriza o MDL, por ser o único mecanismo que admite a participação voluntária de países em desenvolvimento.

O MDL permite a certificação de projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento e a posterior venda das reduções certificadas de emissão, para serem utilizadas pelos países desenvolvidos como modo suplementar para cumprirem suas metas. Esse mecanismo deve implicar em reduções de emissões adicionais àquelas

que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança do clima.

O Brasil é o terceiro país do mundo em projetos certificados quando calculados em volume total de emissões evitadas. Os projetos brasileiros de MDL contribuirão com 8% das emissões evitadas no mundo, no total dos projetos já aprovados até setembro de 2008. Em 2007 foram negociados no mundo o equivalente a US\$ 64 bilhões em créditos de carbono. A comercialização de créditos de carbono contribui para viabilizar a implantação de projetos na indústria brasileira.

Florestas plantadas no Brasil ocupam área de mais de 6.270 km²

No Brasil, as cadeias produtivas relacionadas às florestas respondem por, pelo menos, 4% do Produto Interno Bruto do Brasil, por cerca de 2 milhões de empregos e por

cerca de 7% das exportações. Em 2006, as florestas plantadas no Brasil ocupavam a área de 6.270 km², segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura.



Confederação Nacional da Indústria