

A POLÍTICA ENERGÉTICA SUSTENTÁVEL REQUERIDA PARA O BRASIL

Fernando Alcoforado¹

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar o setor de energia no Brasil e as políticas governamentais recentes para o desenvolvimento de energia a partir da perspectiva do desenvolvimento sustentável. Os resultados deste estudo apontam para a necessidade da adoção de uma nova política energética sustentável para o Brasil baseado em grande parte em energias renováveis nos setores elétrico, de petróleo e gás natural.

Palavras-chave: Matriz energética do Brasil. Energia sustentável no Brasil. Política energética.

Abstract

This article aims to analyze the energy sector in Brazil and recent government policies for energy development from the perspective of sustainable development. The results of this study point to the need to adopt a new sustainable energy policy for Brazil heavily based on renewable energy in the electrical, oil and natural gas sectors.

¹ Doutor em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Regional pela Universidade de Barcelona, Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Professor Universitário e Consultor. E-mail: falcoforado@uol.com.br

Keywords: Brazil's energy matrix. Sustainable energy in Brazil. Energy policy.

Introdução

Este estudo teve por objetivo analisar o setor de energia do Brasil e as políticas governamentais recentes de desenvolvimento energético sob a ótica do desenvolvimento sustentável. Neste sentido, foram pesquisados os setores elétrico e de petróleo e gás natural do Brasil para avaliar seu desempenho no período recente e seus cenários para 2030 e 2050. A pesquisa realizada contemplou a análise de várias publicações citadas nas referências, destacando-se, entre elas, o *Plano Nacional de Energia (PNE 2030)* elaborado pelo Ministério de Minas e Energia e três trabalhos desenvolvidos pelo Greenpeace: *[R]evolução energética – Perspectivas para uma energia global sustentável*, *[R]evolução energética – A caminho do desenvolvimento limpo* e *Investimento em energias renováveis pode gerar economia de US\$ 180 bilhões por ano*. O referencial analítico utilizado foi o modelo de desenvolvimento sustentável que aplicado ao setor de energia teria por objetivo suprir a demanda de energia sem comprometer a natureza e sem exaurir seus recursos naturais, para legá-los às gerações futuras.

O setor de energia do Brasil se defronta no momento com dois gigantes problemas. O primeiro está relacionado com a necessidade de diminuir o consumo de derivados de petróleo para reduzir as emissões de CO₂ e contribuir no combate ao aquecimento global para evitar suas consequências catastróficas. O segundo diz respeito ao suprimento de energia elétrica do país, que pode implicar na construção de várias grandes hidrelétricas na Amazônia com seus impactos ambientais sobre a floresta amazônica e as comunidades indígenas lá residentes, na implantação de quatro centrais nucleares com todos os problemas associados à segurança e a disposição final do lixo atômico e a implantação de termelétricas convencionais com o uso de carvão, derivados de petróleo e gás natural das quais resultarão mais emissões de CO₂ para a atmosfera com consequências danosas do ponto de vista das mudanças climáticas globais. A solução desses problemas requer a busca de substitutos para o carvão, derivados de petróleo, gás natural, hidrelétricas de grande porte da Amazônia, centrais nucleares e termelétricas convencionais.

Para evitar os problemas acima apontados e promover o desenvolvimento sustentável do setor de energia no Brasil, os resultados deste estudo apontam para a necessidade da adoção de uma nova política energética fortemente baseada em energias renováveis. Esta proposta de nova política

energética está apoiada nos estudos do *Greenpeace*: *[R]evolução energética – Perspectivas para uma energia global sustentável* para o setor elétrico do Brasil e em estudos do próprio autor deste estudo abrangendo todos os setores de energia (elétrico, petróleo e gás natural) do Brasil.

O setor de energia no Brasil

O Brasil é o 10º maior consumidor de energia do mundo, sendo o maior da América do Sul. Os órgãos governamentais responsáveis pela questão energética no Brasil são: 1) Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que tem a atribuição de propor ao Presidente da República políticas nacionais e medidas para o setor; 2) Ministério de Minas e Energia que cria normas acompanha e avalia programas federais e implanta políticas para o setor energético; 3) Secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético, de Energia Elétrica, de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; 4) Empresa de Pesquisa Energética (EPE) que tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético.

O governo brasileiro tem como agências reguladoras a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), além de contar com a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). O setor de energia conta também com a Petrobrás, empresa de economia mista, que é uma sociedade anônima de capital aberto, com atividades em 30 países e em todos os continentes, líder do setor petrolífero no Brasil, ocupando a terceira posição no mercado mundial das companhias de energia, e a Eletrobrás que é uma empresa de economia mista de capital aberto, que atua nos mercados de energia elétrica e dá suporte a programas estratégicos do governo, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica (Luz para Todos) e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel).

Setor elétrico no Brasil

Durante muitos anos, notadamente, anteriores à década de 1990, o Estado teve no Brasil o que se pode chamar de monopólio do setor elétrico. Isto é, competia-lhe com exclusividade, praticamente, a produção, transmissão e distribuição da energia elétrica. Todavia, a partir do início da década de 1990, houve substancial transformação com a política de privatização

do setor elétrico. Esse processo de privatização teve seu início durante o governo de Fernando Collor, mas se estendeu pelos governos subsequentes, Itamar Franco, Fernando Henrique Cardoso e Luiz Inácio Lula da Silva. Tal processo se deu através das diretrizes traçadas pelo Plano Nacional de Desestatização (PND) que tencionava transferir ao setor privado o gerenciamento das atividades que o setor público não atuava com eficiência.

Passados quase 20 anos desde o início das privatizações das distribuidoras de energia elétrica, o balanço do que foi prometido e daquilo que realmente está ocorrendo no país, permite constatar a existência de muitas falhas no fornecimento de energia elétrica em diversas regiões do Brasil. Desde então, a distribuição de eletricidade é operada pela iniciativa privada. As distribuidoras gerenciam as áreas de concessão com a obrigação de manutenção, expansão e provimento de infraestrutura adequada, tendo sua receita advinda da cobrança de tarifas dos seus clientes. As promessas de que o setor privado traria a melhoria da qualidade dos serviços e a adoção de tarifas acessíveis para todos os cidadãos foram promessas enganosas.

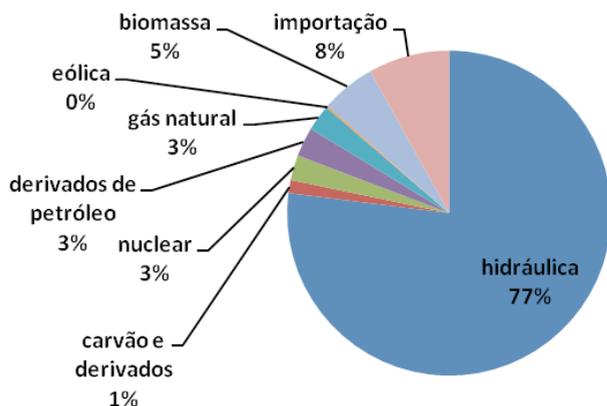
A prática não demonstrou que a gestão do setor elétrico por empresas privadas seja sempre superior à das empresas públicas. Desde 2006 verifica-se, na maioria das empresas do setor, uma tendência declinante dos indicadores de qualidade dos serviços devido à sua deterioração, refletindo negativamente para o consumidor. Os recentes blecautes do sistema elétrico brasileiro podem ser atribuídos a quatro fatores: 1) falta de adequada coordenação do sistema de proteção que não foi capaz de isolar o problema na área afetada impedindo a propagação dos blecautes nas três regiões do País; 2) falta de sistema de proteção dupla em áreas críticas que possam ser acionados na ocorrência de falhas no sistema elétrico; 3) falta de adequado serviço de manutenção que minimizem a ocorrência de falhas no sistema elétrico, e 4) inexistência de sistemas de suprimento de energia de emergência em áreas críticas que possam ser acionados quando o blecaute acontece no sistema elétrico interligado do Brasil.

O Plano Nacional de Energia 2030 (BRASIL, 2007), primeiro estudo de planejamento integrado dos recursos energéticos realizado no âmbito do governo brasileiro, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia do Brasil (MME) prevê a expansão do setor elétrico com a utilização até 2030 das fontes de energia descritas a seguir: 1) Energias renováveis – 191,35 GW (92 GW existiam em 2010); 2) Termelétricas convencionais – 21,5 GW (16 GW existiam em 2010); e, 3) Nucleares – 8GW (2 GW existiam em 2010). 1 GW = 1 *Gigawatt* = 1.000.000 de KW de potência. As energias renováveis são aquelas provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na Terra

e, por isso, são praticamente inesgotáveis tais como as fontes de energia hidráulica, solar, eólica e biomassa, ao contrário das fontes de energia não renovável como o petróleo, carvão, gás natural e nuclear.

A oferta de energia elétrica por fonte em 2009 está indicada na Gráfico 1. A análise deste gráfico permite constatar que 82% da oferta de energia elétrica era de origem hidráulica e biomassa, enquanto as fontes não renováveis de energia correspondia a 18% do total.

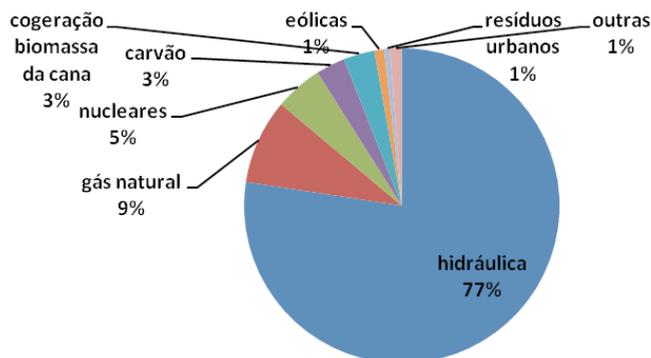
Gráfico 1 – Oferta interna de energia elétrica por fonte em 2009 (%)



Fonte: (BRASIL, 2007).

A Gráfico 2 mostra que em 2030, o *Plano nacional de Energia 2030* considera o uso de novas fontes de energia (eólicas, cogeração com biomassa da cana e resíduos urbanos), além do incremento de fontes nucleares e de carvão, em relação à situação existente em 2009. A participação das usinas hidrelétricas continua a mesma de 2009.

Gráfico 2 – Oferta interna de energia elétrica por fonte em 2030 (%)



Fonte: (BRASIL, 2007).

Pelo exposto, as grandes hidroelétricas continuarão a ser o carro-chefe da expansão do setor elétrico representando 77% da capacidade total a ser instalada até 2030. A prioridade dada às grandes hidroelétricas no Brasil segue a tradição adotada a partir da implantação do sistema elétrico interligado na década de 1960 de privilegiar a utilização de usinas hidroelétricas de grande porte para obter menor custo de geração devido à economia de escala que se obtém, além de atender os interesses das empreiteiras de grandes obras do País, grande beneficiária da execução dessas obras.

Com relação à hidroeletricidade, seu potencial não explorado no Brasil corresponde a 185,5 GW sendo 101,5 GW localizados no Norte do Brasil, em especial na região amazônica. Foi planejada para os próximos 20 anos, a instalação na Amazônia de 60 grandes usinas hidroelétricas com um potencial de geração entre 60 e 70 GW destacando-se entre elas a de Belo Monte, Jirau, Santo Antônio, Estreito entre outras as quais representam grande ameaça aos numerosos povos indígenas da Amazônia e à preservação da floresta amazônica que exerce um papel fundamental no combate ao aquecimento global ao atuar como sumidouro de carbono.

Apesar de o Brasil dispor de um potencial hidroelétrico de 83 GW fora da região Norte que poderia ser aproveitado sem afetar a floresta amazônica, o governo brasileiro planeja e está implantando, em desobediência às restrições do ponto de vista social e ambiental, grandes empreendimentos hidroelétricos na região amazônica. Outra irracionalidade flagrante no planejamento do setor elétrico do Brasil reside no fato de o País dispor de um potencial de 143,5 GW de potência em energia eólica e planeja a utilização de apenas 3,3 GW em 2030 apesar de ter um custo de geração competitivo com o das usinas hidroelétricas. Ressalte-se que as usinas eólicas podem operar em complementação com as usinas hidroelétricas possibilitando acumular água em seus reservatórios.

Grande irracionalidade reside, também, no fato de o *Plano Nacional de Energia 2030* não prever a utilização do grande potencial de energia solar existente no Brasil com o uso de painéis fotovoltaicos, que deveriam ser amplamente disseminados em comunidades isoladas na zona rural onde o custo do suprimento de eletricidade em rede é mais elevado e, também, de painéis termossolares que deveriam ser utilizados no aquecimento de água em domicílios, hospitais, hotéis etc. nas cidades. Além disso, não foi devidamente considerado pelo *Plano Nacional de Energia 2030* o grande potencial de biomassa existente no Brasil, cuja produção de energia elétrica da biomassa é estimada em cerca de 10 TWh/ano (10.000 GWh/ano), ao prever a utilização em 2030 de apenas 4,75 GW que corresponde a 2,1% da potência a ser instalada até 2030.

Foi planejada pelo *Plano Nacional de Energia 2030*, a utilização de uma potência de 1,3 GW em termelétricas com o uso de resíduos urbanos que corresponde a 0,6% da capacidade total planejada para 2030, o que é muito pouco porque o Brasil produz 195 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (lixo) por dia que se fossem totalmente aproveitados seria suficiente para abastecer em 30% a demanda de energia elétrica atual do Brasil. Lamentavelmente, o *Plano Nacional de Energia 2030* prevê a capacidade de 8 GW em energia nuclear em 2030, indo contra a tendência mundial de banir o uso de centrais nucleares especialmente após o acidente de Fukushima no Japão. Além disso, serão instaladas irracionalmente 2 unidades nas margens do rio São Francisco atentando contra a lógica que indicaria sua melhor localização próxima dos mercados a serem supridos.

Sector de petróleo e gás natural no Brasil

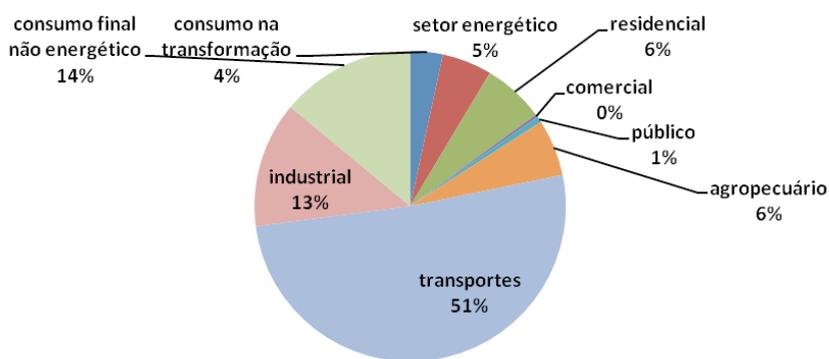
Em 1997, a lei de investimentos petrolíferos foi aprovada com a liberalização da produção de petróleo estabelecendo um quadro legal e de regulação do setor petrolífero. Os principais objetivos da lei foram criação do CNPE e da ANP, aumento do uso do gás natural, aumento da concorrência no mercado da energia, e os investimentos em geração de energia. O monopólio estatal da exploração de petróleo e gás chegou ao fim e os subsídios à energia foram reduzidos. No entanto, o governo manteve o controle do monopólio de complexos de energia, além de administrar o preço de determinados produtos de energia. O Brasil é o 15º maior produtor de petróleo do mundo. Até 1997, a Petrobrás exerceu o monopólio da exploração, refino e transporte de petróleo no Brasil. Com o fim do monopólio, muitas companhias privadas de petróleo estão envolvidas na exploração de petróleo.

A Petrobrás é um grande produtor mundial de petróleo com a produção de mais de 2 milhões de barris de óleo equivalente por dia. É também uma grande distribuidora de produtos petrolíferos além de possuir refinarias de petróleo e navios petroleiros. Em 2006, o Brasil tinha 11,2 bilhões de barris e a segunda maior reserva provada de petróleo na América do Sul depois da Venezuela. A grande maioria das reservas provadas estão localizados em bacias de Campos e Santos, ao largo da costa sudeste do Brasil. Em novembro de 2007, a Petrobrás anunciou a descoberta de petróleo na camada pré-sal que acredita ter entre 5 e 8 bilhões de barris de óleo leve recuperável e os campos vizinhos podem até conter ainda mais, o que poderia resultar no Brasil, se tornando um dos os maiores produtores de petróleo do mundo.

No final de 2005, as reservas provadas de gás natural no Brasil foram 306 bilhões de m³ e, como possíveis reservas, deverão ser 15 vezes maiores. Até recentemente, o gás natural foi produzido como um subproduto da indústria do petróleo. As principais reservas em uso estão localizados nas bacias de Campos e Santos. A Petrobrás controla mais de 90% das reservas de gás natural do Brasil. No interior do Brasil os sistemas de gasodutos são operados pela Transpetro, subsidiária da Petrobras.

O *Plano Nacional de Energia 2030* do governo federal apresenta o consumo de petróleo por setor em 2009 conforme está indicada na Gráfico 3, onde se percebe que a maior parte dos derivados de petróleo foi destinada aos setores industrial e de transporte, totalizando 64% do total.

Gráfico 3 – Consumo de petróleo por setor em 2009- %



Fonte: (BRASL, 2007)

O Quadro 1 mostra a demanda dos combustíveis líquidos por setor no Brasil.

Quadro 1 – Estrutura da demanda de combustíveis líquidos por setor

COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	DESTINO DO COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	%
Querosene	Transporte (aeronaves)	98
Álcool	Transporte (automóveis)	95
Gasolina	Transporte (automóveis/ caminhões)	100
Óleo diesel	Transporte (automóveis/ caminhões)	78
	Setor Agropecuário	14
	Geração de energia elétrica	6
Óleo combustível	Transporte (navios)	11
	Indústria	61

	Geração de energia elétrica	10
GLP	Residências	80
	Serviços	11
Nafta	Uso não energético	100

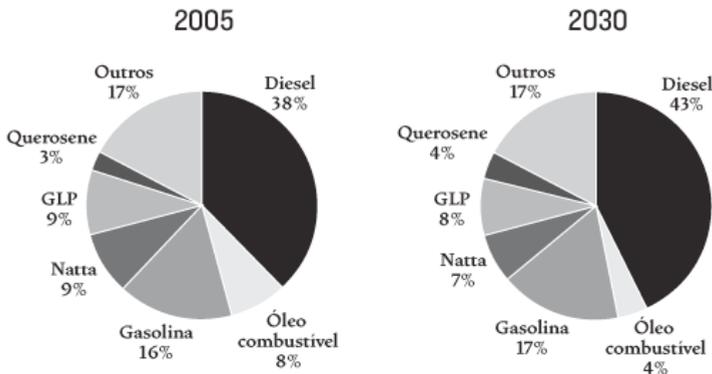
Fonte: (BRASIL, 2007).

Qualquer solução que contribua para a redução do consumo de derivados de petróleo deve levar à utilização de substitutos para a gasolina e o óleo diesel no setor de transporte e para o óleo combustível na indústria. Entre os substitutos da gasolina e do óleo diesel no setor de transporte podem ser citados o etanol e o biodiesel em curto prazo e o hidrogênio a médio e longo prazo. O substituto do óleo combustível mais apropriado na indústria e do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) nas residências e serviços seria o gás natural pelo fato de ser a fonte fóssil mais limpa entre os combustíveis fósseis.

É muito grande o potencial de produção de etanol e biodiesel no Brasil. Muitos analistas questionam a produção de etanol e biodiesel argumentando que pode comprometer a produção de alimentos. No Brasil, não haveria conflitos entre a produção de energia e a produção de alimentos desde que haja uma política agrícola e energética articuladas entre si. Esforço deve ser feito também no sentido de utilizar o hidrogênio que se apresenta como a fonte de energia do futuro.

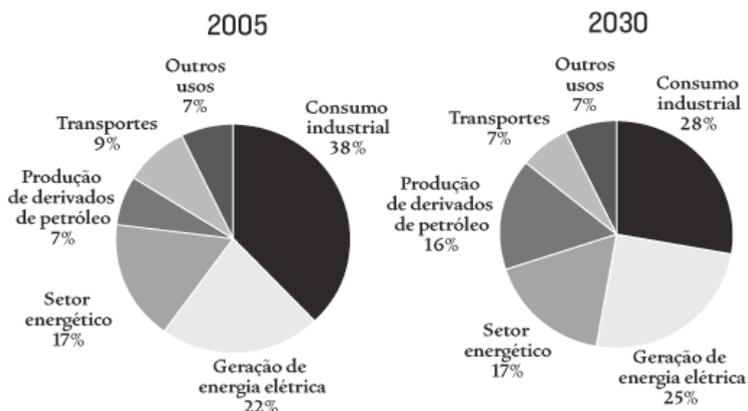
A Gráfico 4 e a Gráfico 5 apresentam, respectivamente, a estrutura de consumo de petróleo e gás natural no Brasil em 2005 e 2030.

Gráfico 4 – Estrutura de consumo de derivados de petróleo em 2005 e 2030



Fonte: (BRASIL, 2007).

Gráfico 5 – Estrutura de consumo de gás natural em 2005 e 2030



Fonte: (BRASIL, 2007).

O *Plano Nacional de Energia 2030* prevê dobrar praticamente a produção de derivados de petróleo em relação a 2010, conforme está indicada no Quadro 2.

Quadro 2 – Produção de derivados de petróleo em 2010 e 2030 (Milhões de litros)

DERIVADOS DE PETRÓLEO	2010	2030
Óleo diesel	51.243	97.876
Gasolina	19.580	42.190
GLP	13.866	24.888
Óleo combustível	8.079	9.112
Querosene	3.868	9.902
Total	96.636	183.968

Fonte: (BRASIL, 2007).

A produção de gás natural no Brasil foi de 45 milhões de m³ em 2005, 69 milhões de m³ em 2010, devendo atingir 201 milhões de m³ em 2030 (4,5 vezes a de 2005 e 2,9 vezes a de 2010), segundo projeção do *Plano Nacional de Energia 2030*. O aumento significativo da produção de petróleo e gás natural no Brasil até 2030 contribuirá para o agravamento do efeito estufa na atmosfera com suas catastróficas consequências.

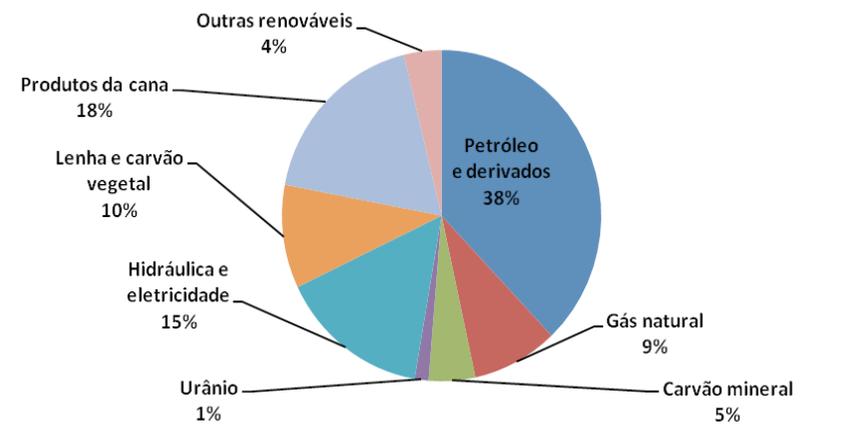
Para contribuir no sentido de impedir as mudanças climáticas catastróficas em nosso planeta, urge reduzir a produção e o consumo de petróleo e gás natural com a adoção de políticas visando a execução de programas

que contribuam para a diminuição de sua produção e consumo, bem como sua substituição por outros recursos energéticos. Neste sentido, é preciso efetuar a: 1) substituição da gasolina pelo etanol e do diesel pelo biodiesel em curto prazo no setor de transporte; 2) substituição da gasolina e do diesel pelo hidrogênio a médio e longo prazo no setor de transporte; 3) substituição do óleo combustível pelo gás natural e biomassa na indústria; 4) substituição do carvão mineral pelo gás natural na indústria; 5) substituição do diesel pela biomassa e gás natural no setor energético; 6) substituição do GLP pelo gás natural no setor residencial; 7) economia de energia na utilização de derivados de petróleo e gás natural; 8) abandono do investimento na exploração de petróleo e gás natural na camada pré-sal; e 9) produção de derivados de petróleo e gás natural exclusivamente para fins não energéticos como matéria-prima industrial.

A matriz energética do Brasil

A Gráfico 6 apresenta a participação das fontes de energia na matriz energética brasileira em 2009.

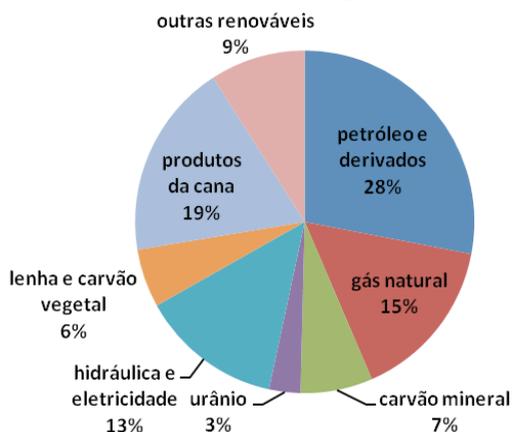
Gráfico 6 – Oferta interna de energia no Brasil em 2009- %



Fonte: (BRASIL, 2007).

A Gráfico 7 apresenta a estimativa apresentada no PNE 2030 de participação das fontes de energia na matriz energética brasileira em 2030.

Gráfico 7 – Oferta interna de energia no Brasil em 2030 - %



Fonte: (BRASIL, 2007).

O Quadro 3 mostra a participação das energias renováveis na matriz energética brasileira. Na matriz energética brasileira, as energias renováveis participaram em 2010 com 43% do consumo total, enquanto em 2030 será de 46,6%. Isto significa dizer que não haverá grande progresso no Brasil no uso de energias renováveis com o PNE 2030 apesar de seu imenso potencial.

Quadro 3 – Fontes renováveis e não renováveis na matriz energética brasileira- %

ANO	Fontes renováveis	Fontes não renováveis
2005	44,5	55,5
2010	43	57
2020	45,8	54,2
2030	46,6	53,4

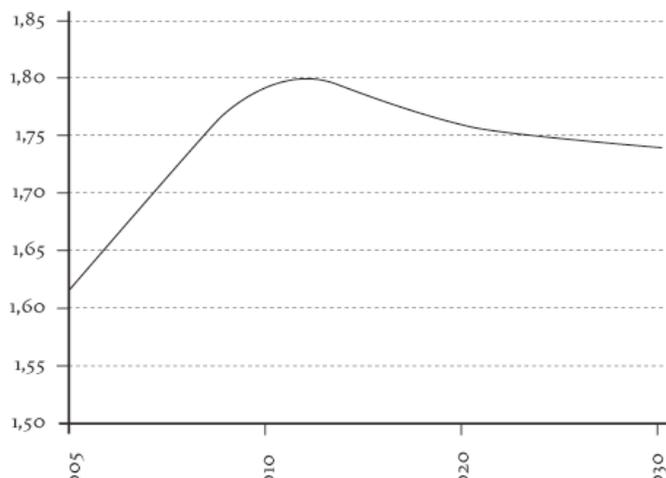
Fonte: (BRASIL, 2007).

A Gráfico 8 mostra que as emissões de CO₂ continuarão elevadas apesar da pequena queda de 2012 a 2030 configurando que o *Plano Nacional de Energia 2030* pouco contribui para mitigar as causas das mudanças climáticas no planeta.

A pequena queda na emissão de CO₂ na atmosfera é insuficiente para o Brasil contribuir no combate ao aquecimento global. Uma grande irracionalidade do governo brasileiro está relacionada com a decisão de investir US\$ 174,4 bilhões na exploração de petróleo na camada pré-sal nos próximos cinco anos indo na contramão do combate ao aquecimento global. Para contribuir no sentido de impedir as mudanças climáticas

catastróficas em nosso planeta, urge reduzir a produção e o consumo de derivados de petróleo promovendo sua substituição por fontes renováveis de energia, tais como o etanol, biodiesel, biomassa e hidrogênio.

Gráfico 8 – Evolução das emissões de CO₂



Fonte: (BRASIL, 2007).

A política energética requerida para o Brasil

O *Greenpeace* elaborou três cenários para o setor elétrico do Brasil para o ano de 2050. O primeiro é o Cenário de Referência 2050, com base em dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), órgão ligado ao Ministério de Minas e Energia, que constam do estudo *Mercado de Energia Elétrica 2006-2015*. O segundo é o Cenário Intermediário 2050, elaborado em parceria pelo Grupo de Energia do Depto. de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Universidade de São Paulo (GEPEA/USP) e o *Greenpeace*. E o terceiro é o Cenário da Revolução Energética 2050, elaborado pelo *Greenpeace*. Na produção de todos os Cenários, o GEPEA/USP foi responsável pela execução das modelagens e pela supervisão técnica do trabalho.

No Cenário Intermediário 2050 e no Cenário da Revolução Energética 2050, a geração de energia elétrica a partir de diferentes tecnologias de produção de eletricidade é complementada por esforços na conservação e uso racional de energia (eficiência energética). Os cinco princípios-chave que nortearam o Cenário da Revolução Energética proposta pelo *Greenpeace* são os seguintes: 1) Implementar soluções renováveis, especialmente

através de sistemas de energia descentralizados; 2) Respeitar os limites naturais do meio ambiente; 3) Eliminar gradualmente as fontes de energia não sustentáveis; 4) Promover a equidade na utilização dos recursos; e, 5) Desvincular o crescimento econômico do consumo de combustíveis fósseis.

Segundo o *Greenpeace*, aumentar consideravelmente a eficiência energética é um pré-requisito crucial para atender a demanda a partir de uma matriz energética essencialmente renovável. No Cenário da Revolução Energética 2050, o consumo final de eletricidade atinge 1009 TWh em 2050, ou cerca de 38% inferior ao consumo do Cenário de Referência 2050. Medidas de eficiência energética têm potencial para reduzir o consumo em 413 TWh/a, adiando a necessidade de aumentar a geração de eletricidade durante o período de análise. Tal redução progressiva do consumo deve ser alcançada por meio do uso de equipamentos elétricos eficientes em todos os setores. Outras medidas, como a conscientização da sociedade para economizar eletricidade e o gerenciamento da demanda elétrica a fim de deslocar picos de utilização intensa, são essenciais para atingir tal redução.

O cenário 2005 do setor elétrico

Segundo o Ministério de Minas e Energia, em 2005 o Brasil produziu 367 TWh/ano de eletricidade. (BRASIL, 2007) As energias renováveis participavam com 88% da geração total de eletricidade. Naquele ano, a matriz elétrica nacional era composta da seguinte forma:

Quadro 4 – Geração total: 367 TWh/ano

Fonte de energia	%
Hidrelétricas	84
Gás natural	4
Biomassa e resíduos	4
Eólica	0
Nuclear	3
Diesel e Óleo combustível	4
Carvão	1
Painéis fotovoltaicos	0
Total	100

Fonte: GREENPEACE, (2007).

O cenário de referência 2050 do setor elétrico

No Cenário de Referência 2050, o consumo final de eletricidade, que era de 367 TWh (terawatts hora) em 2005, chega a 1639 TWh em 2050, com um aumento de 4,5 vezes em 45 anos.

Quadro 5 – Geração total: 1639 TWh/ano; Eficiência energética: 0 TWh/ano

Fonte de energia	%
Hidrelétricas	38
Gás natural	34
Biomassa e resíduos	15
Eólica	4
Nuclear	6
Diesel e Óleo combustível	3
Carvão	0
Painéis fotovoltaicos	0
Total	100

Fonte: GREENPEACE, (2007).

No Cenário de Referência 2050, não haveria progresso na participação das energias renováveis na geração total de eletricidade que reduziria de 88% em 2005 para 57% em 2050 e a contribuição da eficiência energética seria desprezível.

O cenário intermediário 2050 do setor elétrico

No Cenário Intermediário 2050, o GEPEA/USP considerou a geração total de 1160 TWh/ano e a economia de energia, através de medidas de eficiência energética, de 413 TWh/ano, com uma geração total de eletricidade bem menor (1160 TWh/ano) quando comparado aos 1639 TWh/ano previstos no Cenário de Referência 2050. Do caminho proposto pelo GEPEA/USP, foi reduzida a geração de eletricidade com o uso de óleo combustível e diesel e considerada uma redução gradual na geração nuclear a partir de 2030. A parcela das energias renováveis na matriz elétrica brasileira chegaria a 72% que é menor do que a registrada em 2005 (88%).

Quadro 6 – Geração total: 1160 TWh/ano; Eficiência energética: 413 TWh/ano

Fonte de energia	%
Hidrelétricas	40
Gás natural	25
Biomassa e resíduos	24
Eólica	8
Nuclear	2
Diesel e Óleo combustível	1
Carvão	0
Painéis fotovoltaicos	0
Total	100

Fonte: GREENPEACE, (2007).

O cenário da revolução energética 2050 do setor elétrico

No Cenário da Revolução Energética 2050, 88% da eletricidade produzida no Brasil seria proveniente de fontes renováveis de energia, equivalente à sua participação em 2005. A geração prevista seria de 1077 TWh/ano e haveria uma economia de energia de 413 TWh/ano através de medidas de eficiência energética. O pacote da Revolução Energética exclui a geração de eletricidade a partir de óleo combustível, diesel, carvão e nuclear.

Quadro 7 – Geração total: 1077 TWh/ano; Eficiência energética: 413 TWh/ano

Fonte de energia	%
Hidrelétricas	38
Gás natural	12
Biomassa e resíduos	26
Eólica	20
Nuclear	0
Diesel e Óleo combustível	0
Carvão	0
Painéis fotovoltaicos	4
Total	100

Fonte: GREENPEACE, (2007).

O Cenário da Revolução Energética 2050 para o setor elétrico do Brasil demonstra ser possível perseguir o sonho do crescimento energético limpo, apoiado em fontes renováveis de energia. A matriz elétrica nacional

pode se tornar 88% renovável até 2050. Além disso, essa matriz ajudaria a consolidar o compromisso brasileiro de cortar, até 2020, de 36% a 39% o volume de emissões de gases de efeito estufa, com o benefício adicional de promover a economia de bilhões de reais (GREENPEACE, 2007.)

O desafio de reduzir níveis de emissão de gases do efeito estufa, permitir o crescimento econômico e atender a cerca de um milhão de pessoas sem energia no país requer a utilização de fontes limpas e sustentáveis de energia, como eólica, biomassa, solar fotovoltaica, solar térmica e hidrelétrica, entre outras. O futuro do Brasil e do planeta depende do redirecionamento dos subsídios hoje destinados a fontes convencionais e combustíveis fósseis poluentes – que se esgotarão no futuro – para fontes renováveis. O futuro exige uma revolução energética como a proposta pelo *Greenpeace* para o setor elétrico no Brasil.

No centro dessa revolução, está uma mudança no modo como a energia elétrica é gerada, distribuída e consumida. A aplicação de soluções em prol de um futuro mais limpo passa por sistemas descentralizados, eliminação gradativa das fontes de energia não sustentáveis e promoção da equidade na utilização dos recursos naturais e energéticos, desvinculando crescimento econômico do aumento do consumo de combustíveis fósseis.

O sistema elétrico brasileiro que apresenta na atualidade inúmeras debilidades em seu planejamento ao definir ou escolher empreendimentos a serem implantados, muitos deles atentatórios ao meio ambiente, seria radicalmente modificado com as políticas energéticas implementadas com base no Cenário da Revolução Energética 2050. Neste Cenário, seriam abandonadas as políticas energéticas atuais que preveem a implantação de centrais hidrelétricas de grande porte na Amazônia que produzirão sérios impactos ambientais sobre a floresta amazônica e os povos indígenas, a implantação de centrais nucleares sujeitas a riscos de acidentes e com problemas de disposição final do lixo atômico e a implantação de termelétricas convencionais baseadas em combustíveis fósseis (carvão mineral e gás natural) geradoras da emissão de CO₂ para a atmosfera.

A política de suprimento de energia elétrica requerida para o Brasil deveria contemplar o seguinte

- Implantar PCH's (pequenas centrais hidrelétricas) ou hidrelétricas de médio porte, bem como turbinas eólicas em várias regiões do Brasil ao invés de hidrelétricas de grande porte para o suprimento de energia elétrica no Brasil, como tem sido a prática do governo federal há muitos anos.

- Implantar usinas eólicas e sistemas híbridos nas localidades mais apropriadas.
- Implantar sistemas de energia solar fotovoltaica ou termossolar onde justificar sua implantação.
- Produzir energia com o uso do biogás proveniente dos aterros sanitários.
- Produzir energia em pequena ou média escala e distribuída em mercados próximos das fontes de produção ao invés da produção concentrada de energia elétrica através de grandes centrais hidrelétricas distantes dos mercados consumidores de energia.
- Implantar termelétricas convencionais com a utilização do gás natural que é a fonte fóssil mais limpa.
- Complementar a produção de energia elétrica com o uso de termelétricas convencionais utilizando o gás natural que é a fonte fóssil mais limpa, de turbinas eólicas e sistemas de energia solar fotovoltaica ou termossolar onde justificar sua implantação.
- Produzir energia a médio e longo prazo com a utilização do hidrogênio.
- Abandonar as centrais nucleares como alternativa energética por ser de alto custo e apresentar problemas de segurança.
- Economizar energia em todos os setores da atividade do país.
- Implantar sistema de cogeração na indústria para produzir vapor e eletricidade utilizando resíduos da produção industrial e o gás natural.
- Elevar a confiabilidade na operação do sistema elétrico para minimizar os efeitos dos blecautes com o uso de sistemas de proteção duplicados em pontos críticos de suprimento, a duplicação de importantes linhas tronco de transmissão e a utilização de turbinas eólicas próximas da rede elétrica.

Política requerida para o setor de petróleo e gás natural

Qualquer solução que contribua para a redução do consumo de derivados de petróleo requer a utilização de substitutos para a gasolina e o

óleo diesel no setor de transporte e para o óleo combustível na indústria. Entre os substitutos da gasolina e do óleo diesel no setor de transporte podem ser citados o etanol e o biodiesel em curto prazo e o hidrogênio a médio e longo prazo. O substituto do óleo combustível mais apropriado na indústria seria o gás natural pelo fato de ser a fonte fóssil mais limpa entre os combustíveis fósseis.

Para contribuir no sentido de impedir as mudanças climáticas catastróficas em nosso planeta, urge reduzir o consumo de petróleo com a adoção de políticas visando a execução de programas que contribuam para sua substituição por outros recursos energéticos. Neste sentido, é preciso efetuar a: 1) substituição da gasolina pelo etanol e do diesel pelo biodiesel em curto prazo no setor de transporte; 2) substituição da gasolina e do diesel pelo hidrogênio a médio e longo prazo no setor de transporte; 3) substituição do óleo combustível pelo gás natural e biomassa na indústria; 4) substituição do carvão mineral pelo gás natural na indústria; 5) substituição do óleo diesel pela biomassa e gás natural no setor energético; e, 6) substituição do GLP pelo gás natural no setor residencial e de serviços.

Adicionalmente, é imprescindível a adoção de políticas energéticas no Brasil visando a execução de programas que contribuam para redução do consumo de petróleo através de ações de economia de energia. Estas políticas são as seguintes: 1) produzir vapor e eletricidade na indústria com o uso de sistemas de cogeração; 2) incentivar as montadoras de automóveis e caminhões no sentido de elevar a eficiência dos veículos automotores para economizar energia; 3) expandir os sistemas ferroviários e hidrovias para o transporte de carga em substituição aos caminhões; 4) expandir o sistema de transporte coletivo, sobretudo o transporte de massa de alta capacidade como o metrô ou VLT para reduzir o uso de automóveis nas cidades; 5) restringir o uso de automóveis nos centros e em outras áreas das cidades; 6) incentivar a fabricação de máquinas e equipamentos de maior eficiência para economizar energia; e, 7) utilizar derivados de petróleo para fins não energéticos, sobretudo como matéria-prima industrial.

Conclusões

Levando em conta o exposto, pode-se afirmar que as políticas energéticas sustentáveis requeridas para o Brasil deveriam contemplar o seguinte:

- 1) Colocar em prática as ações que contribuam para a viabilização do Cenário da Revolução Energética 2050 proposto pelo *Greenpeace* para o setor elétrico.

- 2) Adotar um planejamento energético no Brasil em bases racionais e sistêmicas.
- 3) Assegurar a participação dos estados e municípios no planejamento energético do Brasil a fim de que as demandas de desenvolvimento regional e local do setor de energia sejam consideradas.
- 4) Superar as barreiras para a penetração das renováveis de natureza política, de cunho legal, financeiro, fiscal, de capacitação tecnológica, de informação, educação e treinamento.
- 5) Criar uma apropriada estrutura legal para apoiar o desenvolvimento das fontes renováveis no Brasil.
- 6) Oferecer financiamento aos investidores de energia renovável para eliminar sua aversão ao risco representada pelo alto custo de produção, o mercado ainda não estar bem consolidado, a tecnologia não estar bem difundida e a escala de produção ser reduzida.
- 7) Promover a desoneração fiscal total ou parcial das energias renováveis.
- 8) Garantir o acesso à rede de transmissão e distribuição de energia elétrica aos pequenos produtores independentes.
- 9) Apropriar os custos sociais e ambientais na comparação entre as tecnologias convencionais e as tecnologias renováveis.
- 10) Impor taxas sobre emissões de carbono e outros poluentes na operação de empreendimentos energéticos.
- 11) Superar os obstáculos existentes em pesquisa, desenvolvimento e demonstração no Brasil reforçando os centros de P&D existentes e criando novos.
- 12) Preparar o aparato industrial para dar suporte aos objetivos traçados para fontes renováveis.
- 13) Conscientizar os governantes e a população dos benefícios não energéticos, tais como o incremento da renda ou a geração de empregos locais propiciadas pelas energias renováveis.
- 14) Incrementar o apoio do governo federal aos programas de energias renováveis.

- 15) Desenvolver um arcabouço legal, regulatório e institucional sólido, de forma a reduzir os riscos para os investidores e financiadores de energias renováveis.
- 16) Articular os bancos de varejo, os bancos de desenvolvimento regionais e as agências de fomento no sentido de promover as energias renováveis.
- 17) Reforçar o papel das ANEEL e da ANP a fim de que elas atuem com efetividade no desenvolvimento do setor de energia no Brasil.

As energias renováveis poderiam ter uma maior participação na matriz energética brasileira e a economia de energia seria maior se fosse eliminado um dos seus principais obstáculos representados pela Eletrobrás e concessionárias de energia elétrica, bem como pela Petrobrás que impedem a realização de um planejamento energético em bases racionais, sistêmicas em que prevaleçam os interesses do Brasil e não de suas corporações como ocorre na atualidade os quais privilegiam o uso de usinas hidroelétricas de grande porte e de derivados de petróleo e não envidam esforços para utilizar energias renováveis e economizar energia porque, neste último caso, reduziria o faturamento das empresas do setor de energia.

Referências

- ALCOFORADO, Fernando. Energias renováveis, a experiência do Brasil: estratégias de gestões energéticas sustentáveis. In: SEMINÁRIO OS DILEMAS DA ENERGIA E DO DESENVOLVIMENTO: TRANSIÇÕES REGIONAIS DA ENERGIA. Salvador, 2012. *Anais...* Salvador: IPS/ Integro, 2012.
- _____. *Amazônia Sustentável: para o progresso do Brasil e combate ao aquecimento global*. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2011.
- _____. O sistema mundial de energia sustentável. *Revista Politécnica*, Salvador, 10E, v. 4. 2011.
- _____. O futuro do suprimento de energia no Brasil. *Revista Politécnica*, Salvador, 12E, v. 4. 2011.
- _____. *Aquecimento global e catástrofe planetária: (o Brasil e o aquecimento global)*. Salvador: Viana, 2010.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Plano Nacional de Energia 2030*. Brasília: MME; ERECE, 2007.

COELHO, Suani et al. *Panorama do potencial de biomassa no Brasil*. Brasília: Dupligráfica, 2002. Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/panorama_biomassa.pdf >. Acesso em: 25 out. 2013.

COSTA, Ricardo C.; PRATES, Cláudia P. O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 21, p. 5-30, mar. 2005. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Energia/200503_8.html >. Acesso em: 25 out. 2013.

GELLER, Howard S. *Revolução energética: políticas para um futuro sustentável*. 2002. 338 f. Tese (Doutorado em Energia) Faculdade de Economia, Administração e Ciência Contábeis, Universidade São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: < <http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2002/Teses/Geller.pdf> >. Acesso em: 25 out. 2013.

GREENPEACE. *[R]evolução energética: perspectivas para uma energia global sustentável*. São Paulo: Greenpeace Brasil, 2007. Disponível em: < http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Documentos/greenpeacebr_070202_energia_revolucao_energetica_brasil_port_v1/ >. Acesso em: 25 out. 2013.

GREENPEACE. *[R]evolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo*. São Paulo: Greenpeace, 2010. Disponível em: < <http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2010/11/revolucaoenergeticadeslimpo.PDF> >. Acesso em: 25 out. 2013.

GREENPEACE. *Investimento em energias renováveis pode gerar economia de US\$ 180 bilhões por ano*. São Paulo, 2007. Disponível em: < <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/investimento-em-energias-renov/> >. Acesso em: 25 out. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Atlas brasileiro de energia solar*. São José dos Campos: INPE, 2006. Disponível em: < http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst/pdf/atlas_solar-reduced.pdf >. Acesso em: 25 out. 2013.

LEITE, Rogerio. *Pró-alcool: a única alternativa para o futuro*. 3. ed. São Paulo: Ed. UNICAMP, 1990. p. 21-24. Disponível em: < http://www.inovacao.unicamp.br/etanol/report/IV_Ir-rogerio_programa-nacionalalccol.pdf >. Acesso em: 25 out. 2013.

LISBOA, Alexandre H. *Financiamento de projetos e custos para produção de energia limpa*. Minas Gerais, 2009. Disponível em: < http://www.forumdeenergia.com.br/nukleo/pub/financiamwento_e_custos_eolica_apresentacao_alexandre_lisboa.pdf >. Acesso em: 25 out. 2013.

MAGALHÃES, Murilo Vill. *Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil*. 2009. 49f. Monografia (Graduação em Ciência Contábeis) – Departamento de Ciência Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: < <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia291554> >. Acesso em: 25 out. 2013.

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos estud. - CEBRAP*, São Paulo, n. 79, nov., 2007.

_____. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. *Estud. av.*, São Paulo, v. 26, n. 74, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100017> >. Acesso em: 25 out. 2013.

UM FUTURO com energia sustentável: iluminando o caminho. São Paulo: FAPESP, 2010. Disponível em: < <http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf> >. Acesso em: 25 out. 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE). *Atlas solarimétrico do Brasil* Recife: UFPE, 2000. Disponível em: < http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf >. Acesso em: 25 out. 2013.

