

III Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento

20 a 22 de outubro de 2014

CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIAL

MCH0398

AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E SUA PARTICIPAÇÃO NO PDE 2021 - PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA

OSWALDO MACERON FILHO

maceron@terra.com.br

MESTRADO - GESTÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

ORIENTADOR(A)
PAULO CESAR RIBEIRO QUINTAIROS
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E SUA PARTICIPAÇÃO NO PDE 2021 - PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA

Oswaldo Maceron Filho¹

Paulo César Ribeiro Quintairos²

Resumo:

O Objetivo deste artigo é demonstrar que o Brasil possui disponibilidade de recursos renováveis e de baixo impacto ambiental, aliado a capacidade técnica e capitais disponíveis para investimentos em novas fontes de energia, onde ao longo do trabalho serão mostradas as perspectivas destas novas fontes alternativas e sua mobilização para a matriz energética brasileira, que através do Ministério de Minas e Energia e das empresas participantes do setor, se utilizam de forte articulação e interesse para a implantação de energias alternativas; adotou-se o método qualitativo e exploratório de fontes bibliográficas e da internet através de sites oficiais, ligando as energias renováveis aos objetivos contidos no Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 que norteia o caminho a ser trilhado pelo setor; espera-se que os resultados obtidos sirvam de base ou apoio para futuras pesquisas, ampliando a discussão em relação ao setor energético, apontando vários caminhos para o seu futuro, vista tratar-se de tema sempre presente na sustentabilidade ambiental e economia global, resultando na confirmação do uso e do crescimento de sua participação na matriz energética nacional.

Palavras-Chave: Renováveis; Energia; Ambiental; Fontes

RENEWABLE ENERGY AND THEIR PARTICIPATION IN PDE 2021TEN YEAR EXPANSION PLAN POWER

Abstract:

The objective of this article is to demonstrate that Brazil has availability of renewable resources and low environmental impact. Its technical ability coupled with the capital available for investment becomes viable to invest new energy sources. Throughout the study will be shown the prospects of these new energy sources and their mobilization for the Brazilian energy matrix. Through the Ministry of Mines and Energy and the participating companies in the industry, strong coordination and common interest for the implementation of alternative energy sources are used. Qualitative and exploratory method of bibliographic sources and the internet through public sources and has been adopted official sites, connecting renewables to the objectives contained in the Ten-Year Plan for Energy Expansion 2021. It is expected that the results provide a basis or support for future research, extending the discussion regarding new sources of energy, pointing multiple paths to their future. Treating this always present theme in environmental sustainability and the global economy, resulting in the confirmation of the use and growth of their participation in the national energy matrix.

Keywords: Renewable, Energy, Environmental; Sources

INTRODUÇÃO

Para FAPESP (2010) as fontes renováveis de energia; a solar, biomassa, eólica, hidrelétrica, geotérmica e oceânica, supriram a humanidade por séculos. As novas tecnologias podem contribuir para o avanço das metas de sustentabilidade em razão dos benefícios ambientais e de saúde pública devido às emissões mais baixas ou nulas de poluentes, e no tratamento dos resíduos.

O IPCC (2011) informa que o crescimento socioeconômico, tecnológico e a qualidade de vida, estão ligados à questão da demanda de energia. A sociedade busca serviços de energia para atender as necessidades básicas como cozinhar, mobilidade, iluminação, comunicação e conforto. A partir de aproximadamente 1850, o uso de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) para gerar energia, levou ao forte aumento do dióxido de carbono (CO2) na atmosfera.

¹ Aluno do Curso de Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento Regional da UNITAU – Turma XVII – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. E-mail maceron@terra.com.br

² Professor Doutor do Programa de Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional da UNITAU. Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. E-mail paulo.quintairos@unitau.com.br

As necessidades sempre demandaram uma fonte de energia com múltiplas aplicações, facilidade de manuseio, alta mobilidade e principalmente baixos preços. A partir do final do século XIX, inicia-se a exploração do petróleo em escala de produção industrial pelos Estados Unidos que fez dele sua principal mola propulsora voltada para a busca do progresso tecnológico e a evolução social.

Destaca Black (2012) que vários objetivos foram alcançados, como a obtenção de iluminação das residências através do querosene destilado do petróleo, que foi o inicialmente o grande mercado. A partir daí ocorre o desenvolvimento de vários subprodutos como, óleos e graxas utilizados na lubrificar máquinas industriais. Encontraram também campo nas atividades artesanais, domésticas, e na manutenção dos apetrechos agrícolas. A evolução fez com que os derivados do petróleo levassem ao surgimento da indústria petroquímica. Quanto aos vários derivados líquidos, estes encontraram larga aplicação na movimentação dos novos motores a combustão interna, utilizados nos navios, trens e na iniciante indústria automobilística.

Informa o mesmo autor que a indústria automobilística viu no uso e na facilidade logística da gasolina, grande oportunidade de crescimento para as vendas de automóveis e caminhões. Os tratores e as máquinas agrícolas viriam a revolucionar num primeiro instante a produção agrícola dos Estados Unidos, e em seguida, do mundo. Na época o petróleo passou a ser encontrado em vários países, com boa capacidade de produção. O excesso da oferta manteve os preços em baixa, levando sua utilização a espalhar-se rapidamente pelo restante do mundo. Na geração da energia elétrica, encontrou forte aplicação, devido a alta mobilidade do combustível que propiciou a instalação de usinas térmicas próximas às cidades. Todo este cenário manteve o petróleo como principal fonte mundial de energia até sua primeira crise em 1973, seguida da segunda crise do petróleo de 1979.

Aponta Baer (2009) que o choque do petróleo ocorrido em novembro de 1973 quadruplicou os preços do produto. Destaca o mesmo autor que no choque do petróleo de 1979 além do aumento dos preços, ocorreu violento aumento dos juros das taxas internacionais.

Estas duas crises elevaram em muito os preços do petróleo, desestabilizando a economia mundial, e mostrando que a situação não mudaria muito para o futuro, devido a forte demanda e sua concentração de produção em poucas áreas, principalmente no oriente médio. A partir daí contatou-se que além da instabilidade dos preços, era também uma fonte de energia não renovável, finita em poucas décadas, e altamente poluidora.

A partir dos choques do petróleo inicia-se a busca de novas alternativas como fontes de energias renováveis, tornando-se vital a diversificação e o encontro destas novas fontes.

Segundo McNamee (2008) as pessoas e governos estão cada vez mais conscientes dos efeitos sobre o meio ambiente. Dentre eles destacam-se o aquecimento global, a escassez de água, a extinção em massa de espécies animais e vegetais, aliadas a oferta cada vez menor de combustíveis fósseis.

O desenvolvimento e utilização das fontes de energias renováveis vêm crescendo em importância como alternativas a substituição dos combustíveis fósseis No Brasil, todo o esforço para a implantação das novas fontes de energia, depende fundamentalmente dos planos do governo federal, através do Ministério de Minas e Energia. As decisões quanto ao direcionamento dos investimentos atuais e futuros nos diversos segmentos, são refletidas no "Plano Decenal de Expansão de Energia 2021", sobre o qual será avaliado o potencial a as perspectivas para o cenário brasileiro das energias renováveis.

Dentre as principais fontes energéticas, a elétrica apresenta importante demanda e diversificada aplicação, responsável pela qualidade de vida e de tudo que compõe e movimenta as pessoas, as cidades e suas respectivas atividades. O crescimento do consumo de energia elétrica apresenta a necessidade de constantes investimentos, exigindo planejamento de médio e longo prazo com foco nas matrizes energéticas em uso, e pesquisa de novas fontes alternativas.

Em energia elétrica, nos próximos cinco anos, o governo acena com R\$ 150 bilhões em leilões de transmissão e geração, onde serão contratados cerca de 10 mil MW. Podem ser direcionados para projetos de energia eólica, pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) e biomassa. No setor sucroalcoleiro, as primeiras usinas de etanol de segunda geração começam a sair do papel, o que poderá abrir um novo ciclo para o segmento (Valor Setorial, 2013).

O artigoem pauta estuda o ano de 2013, com dados finais relativos ao ano de 2012, e tem por objetivo discutir as energias renováveis e suas perspectivas em relação ao Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2021 sob a responsabilidadedo Ministério de Minas e Energia.

REFERENCIAL TEÓRICO

Fontes de Energias Renováveis

Segundo FAPESP (2010) atingir a segurança energética com baixos custos, combinada com redução dos riscos advindos das mudanças climáticas, e reduzir o consumo dos combustíveis fósseis, é o desafio atual

e futuro da humanidade. Como se tornou bem conhecido em nossos dias, a produção de energia tende, na maior parte dos casos, a criar emissão de gás carbônico e a contribuir para o efeito estufa que altera o clima global. O desenvolvimento econômico e social tende sempre a criar demanda por mais energia. A aplicação e desenvolvimento da energia sustentável exige participação ampla da sociedade, empresas e instituições, buscando estratégias de longo prazo e esforços conjuntos para o desenvolvimento de novas tecnologias com vistas a aumentar a eficiência energética. A utilização das energias renováveis deve ser acelerada, buscando-se mitigar os efeitos poluidores das matrizes energéticas em uso na maior parte dos países industrializados. As energias renováveis com maior destaque são a Solar, Eólica, Hidráulica, Biomassa, Geotérmica, das Marés e dos Oceanos são abundantes, inesgotáveis e facilmente encontradas na natureza, causando baixo impacto ambiental ealta capacidade de regeneração (FAPESP, 2010). A inclusão das energias renováveis busca num primeiro instante a complementação no quadro de fornecimento primário, objetivando gradativamente uma maior participação de suas matrizes. No Brasil há predominância na utilização de energia sustentável com 83,5% de capacidade total instalada da matriz elétrica Brasileira.

As Principais Matrizes Energéticas do Brasil

O Brasil dispõe de várias fontes de energia, sendo a maior delas a Hídrica. Esta energia apesar de limpa e renovável, provoca alto impacto socioambiental devido à formação do lago artificial. Este reservatório é necessário para garantir a movimentação das turbinas geradoras de energia, principalmente durante os períodos de estiagem. O reservatório necessita de grandes áreas, que são alagadas, na maioria das vezes obrigando a transferência de cidades e áreas rurais para outros lugares. Devido a decisão do governo federal, as novas autorizações para usinas hidrelétricas serão somente dadaspara as operações a "fio d'água", onde a geração irá variar de acordo com o volume de água dos rios.

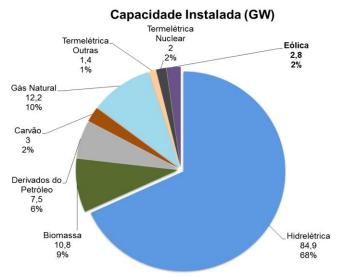


Figura 1.Matriz Elétrica Brasileira Fonte: Aneel/ABEEólica – 2012

Nota-se ano gráfico a predomínio de fontes renováveis e limpas, com utilização correspondete a 83,5% do total da matriz. Dotado com amplo potencial de fontes renováveis, com baixo custo de oportunidade, o país pode ampliar competitivamente a parcela dessas fontes em sua matriz energética. Aponta Veiga (2012) que no caso do sitema elétrico, seu principal mérito é a centralização da expansão do parque gerador elétrico em fontes renováveis de energia. Porém a maior parcela da expansão proposta seria realizada com a construção de centrais hideletricas na amazônia, onde é forte a controvésia quanto a seus impactos ambientais. A diversificação das fontes de energia busca a confiabilidade e a manutenção do equilíbrio do setor, vista que a maior ou menor utilização de uma determinada fonte depende da disponibilidade e custo dos insumos. As fontes hidrica e eólica são fontes de energia limpa e renovável que se complementam, podendo haver uma maior utilização de energia eólica quando da baixa dos reservatórios, ou do nivel dos rios das hidrelétricas. Isso ocorre durante o período de situação hidrológica desfavorável. As energias vindas das termeletricas; gas natural, carvão e derivados de petróleo, são caras e poluidoras, sendo a nuclear considerada de alto risco para o ser humano.

As termelétricas são importantes para a gestão energática do governo, que vê nesta matriz a solução para a manutençao da segurança do sistema devido a sua previsibilidade. Com o crescimento econômico e populacional previsto, são evidentes os desafios do setor energético.

Informa o MME (2012) que o SIN - Sistema Interligado Nacional, responsável pelo escoamento de toda essa energia, deverá crescer 43%, alcançando 142 mil quilômetros de linhas de transmissão. As descobertas de petróleo e gás na camada do Pré-Sal, trazem desafios para sua exploração e logística de escoamento, considerando a profundidade e distância da costa dos campos a serem explorados. As expectativas em relação ao aumento na produção de gás natural aliado ao aumento da produção do petróleo, ditam como certa a aposta do governo na expansão deste tipo de matriz energética, principalmente devido aos apagões sofridos pelo país no inicio dos anos 2000 e início dos anos 2010. A confiabilidade no fornecimento de energia é fundamental para a mantenção e crescimento do sistema.

O ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

Aponta o MME (2012) que O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é o órgão responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). O objetivo é manejar o estoque de energia de forma a garantir a segurança do suprimento contínuo em todo o País. O Operador Nacional é constituído por membros associados e membros participantes formados por empresas de geração, transmissão, distribuição e consumidores livres de grande porte. Também participam importadores e exportadores de energia, além do Ministério de Minas e Energia.

O SIN - Sistema Integrado Nacional

O SIN Sistema Integrado Nacional possui tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil, é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O Sistema Interligado Nacional é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontram-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica (ONS, 2013).

O SIN faz a distribuição da energia sem levar em consideração a matriz energética ou sua localização.

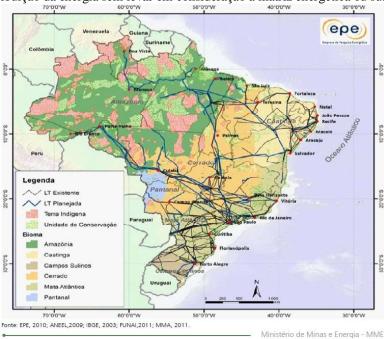


Figura 2. SIN - Sistema Integrado Nacional

Fonte: MME-2012

Cabe ao O.N.S. atuação sobre o sistema SIN, procedimentos de rede, ampliação e reforço na rede básica, avaliação das condições futuras da operação, avaliação de curto prazo da operação, resultados da

operação, análise da carga de energia e demanda, indicadores de desempenho do SIN, histórico de operações, integração de instalações do SIN e a administração dos serviços de transmissão.

As Fontes de Energias Renováveis do Brasil

A Energia Hidráulica

Uma das mais limpas e renováveis formas de geração de energia elétrica, não poluindo as águas utilizadas em seu processo, deve suaampla utilização mundial principalmente ao conhecimento pleno da tecnologia utilizada.

Segundo o International Energy Outlook dos Estados Unidos, (2007) em ternos mundiais, a geração hidroelétrica e outras fontes renováveis terão crescimento de aproximadamente 56% nos próximos 24 anos. Por volta de 19% da oferta elétrica mundial é atendida pela geração hidroelétrica, sendo a oferta de outras energias renováveis muito pequenas. A energia hidroelétrica continuará a ser uma importante fonte renovável no futuro, cotando atualmente com capacidade instalada de aproximadamente de 730 GW, significando cerca de 2700 TWh.

Estima a mesma fonte que 33% do potencial já foram explorados. Enquanto a Europa e a América do Norte já desenvolveram quase todo o seu potencial (cerca de 70%), a América do Sul teria ainda a ser explorado cerca de 70%; restando considerável potencial existente na África, e Ásia.

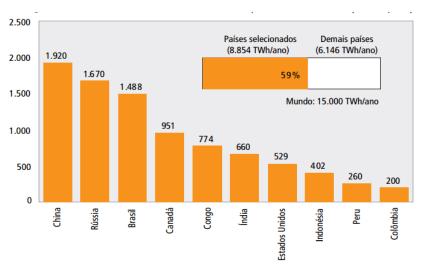


Figura 3.Potencial Hidrelétrico Tecnicamente Aproveitável no Mundo (em Twh/ano) Fonte: World Energy Council (2004) - Matriz Energética Nacional 2030

No Brasil a energia hidráulica é a principal fonte de energia, respondendo por aproximadamente 85% do potencial elétrico do país.

Segundo o MME (2007) as informações constantes no Plano Nacional de Energia 2030 destacam que nos últimos 30 anos, a oferta primária de energia hidráulica no mundo evoluiu concentradamente em duas regiões, na Ásia onde se destaca a China, e na América Latina, com destaque para o Brasil. Informa o Key World Energy Statistics (IEA, 2005) que em 1973 essas duas regiões respondiam por cerca de 10% da produção mundial de hidroeletricidade, proporção que se elevou para pouco mais de 31% em 2003. No Brasil, em particular, entre 1974 e 2004, conforme dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2005), a potência instalada em usinas hidrelétricas foi acrescida de 55.275 MW, evoluindo de 13.724 MW para quase 69.000 MW, entre os dois anos indicados (MME-PNE 2030, 2007).

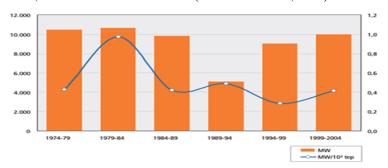


Figura 4 – A evolução da capacidade de geração hidrelétrica no Brasil nos últimos 30 anos Fonte: BEN - 2005

Segundo a Matriz Energética Nacional 2030 (2007) há grande potencial hidrelétrico a ser desenvolvido nas regiões Centro-Oeste e Norte, vista o potencial da região Sudeste e Nordeste já terem sido bastante explorados. Percentual a aproveitar de aproximadamente 70% localiza-se na região Amazônica, que apresenta grandes dificuldades de acesso e de infraestrutura. Os problemas relativos a licenças ambientais e a não autorização da construção dos lagos de reserva energética das usinas, são devidos ao relevo da região. Seriaminundadas grandes áreas de terras, gerando forte impacto ambiental negativo. Atualmente somente a construção de Usinas Hidrelétricas a fio d'água será autorizada. Isso dificultará novos investimentos devido ao alto custo e a baixa produtividade, decorrente da alteração da produção, que irá variar de acordo com o nível das águas dos rios.

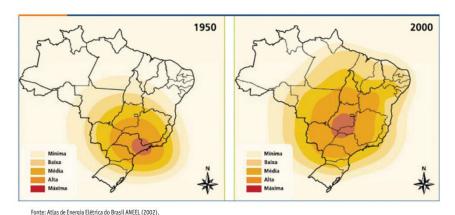


Figura 5 – Evolução Territorial do aproveitamento do Potencial hidráulico Brasileiro Fonte: ANEEL - 2002

Na evolução histórica do aproveitamento do potencial hidrelétrico brasileiro, as usinas se concentraram inicialmente na região Sudeste, bem próximas aos grandes centros de consumo (Matriz Energética Nacional 2030).

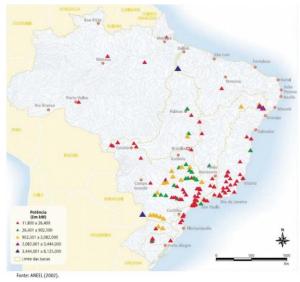


Figura 6. Localização das Usinas Hidrelétricas Brasileiras

Fonte: Matriz Energética Nacional 2030

Computando as usinas em operação, as usinas em construção e os aproveitamentos cuja concessão já foi outorgada, considera-se que cerca de 30% do potencial hidrelétrico brasileiro já foi utilizado. O desenvolvimento da transmissão possibilitou o aproveitamento de recursos mais distantes dos centros consumidores e, ainda, com a interligação, o aproveitamento das diversidades hidrológicas existentes entre as bacias, notadamente entre as do Sul e as do Sudeste. Hoje, as usinas estão distribuídas por quase todo o país, à exceção da maior parte da região Norte e Centro-Oeste, onde se concentra o potencial a desenvolver. Nessas regiões, apenas nove e 31% do potencial, respectivamente, encontram-se desenvolvidos (Matriz Energética Nacional 2030).

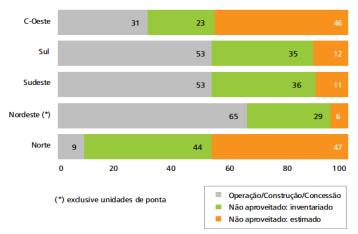


Figura 7. Aproveitamento do Potencial Hidroelétrico Brasileiro por Região (%) Fonte: PDEE (20076-2015). MME/EPE (20067 SIPOT). Eletrobrás (2005)

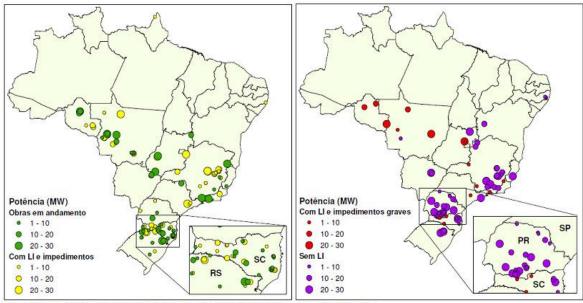
As dificuldades para implantação de novas usinas hidrelétricas podem desestimular novos investimentos, levando o país no primeiro instante a optar pelas termoelétricas, trocando a energia limpa e renovável, pela poluidora e finita.

PCH - Pequena Central Hidrelétrica

Conforme Resolução nº 394 da ANEEL - Agencia Nacional de Energia Elétrica (2001), PCH é toda usina hidrelétrica de pequeno porte com capacidade instalada superior a 1 MW e inferior a 30 MW. A área de seu reservatório deverá ser inferior a 3 Km². As PCHs típicas, normalmente operam a fio d'água, não permitindo regularização do fluxo de água que alimenta as turbinas, sofrendo queda de produção durante os períodos de estiagem. Em relação às Hidrelétricas de maior porte, possuem um ciclo de construção mais curto, são mais automatizados, seus custos de implantação e manutenção são mais baratos e causam menor impacto ambiental. Sua construção pode ser feita em rios menores e de menor vazão, contribuindo para a descentralização da produção elétrica.

Em desvantagem, apresenta o custo de geração de energia mais caro pela falta contínua do fluxo de água durante as estiagens. Em leilões ocorridos desde 2009, vem perdendo competitividade diante das significativas reduções do preço da energia eólica, sendo comuns, problemas relacionados ao processo de licenciamento ambiental em relação aos seus projetos.

De acordo com levantamento da ANEEL (2012), em junho do mesmo ano, apresentavam a seguinte situação: 563 MW de obras com andamento adequado, 983 MW de projetos com impedimentos de diversas naturezas e 991 MW de projetos que sequer dispunham de licença de instalação.



Fonte: EPE. Adaptado de SIGEL/ANEEL e Relatório de Fiscalização da SFG/ANEEL (junho/2012)

Figura 8. Situação das PCH com outorga da ANEEL

Fonte: EPE 2012

A Energia Eólica

Para o GWEC (2013) a demanda mundial por energia é crescente, porém esta tendência está acompanhada pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa. O cenário mostra a necessidade da correção deste curso atual, e a energia eólica oferece um grande potencial para enfrentar este enorme desafio.

Informa o IPCC (2011) que por milênios a energia eólica foi utilizada em várias aplicações. Sua finalidade comercial para geração de energia elétrica ocorre na década de 70 devido aos avanços técnicos e apoio dos governos e a crise do petróleo. A geração da energia eólica que cresce mundialmente nos últimos anos, é o resultado da busca de energia limpa e renovável, com baixos custos de manutenção. O domínio do modo de produção com maior desenvolvimento tecnológico e redução de custos dos equipamentos pelo ganho de escala, justificam o crescimento da capacidade mundial instalada que no final de 2011 alcançava 3% da geração elétrica mundial (CGEE, 2012).

Para o IPCC (2011) existe amplo potencial de energia eólica distribuído nas regiões do mundo. O recurso não é encontrado de maneira uniforme, e nem tampouco perto dos grandes centros ou da maioria da população. Este não é fator impeditivo que reduza o impacto do potencial global para a implantação da energia eólica. Há um número de diferentes tecnologias aplicadas à energia eólica. O melhor aproveitamento vem das turbinas eólicas de maiores dimensões, conectadas à rede, implantadas em terra ('onshore'), ou no mar, ou água doce ("offshore").

Segundo Veiga (2012) diferentes tipos de turbinas eólicas coexistiram durante algum tempo. Os modelos variavam quanto à orientação dos eixos com turbinas verticais ou horizontais; ou quanto a posição dos rotores, com orientação a jusante (downwind), ou a montante (up Wind) das torres. A tendência atual é de turbinas de eixo horizontal, com rotor a montante das torres. Fator a se destacar é a evolução da tecnologia, aliada a redução dos custos dos equipamentos e o interesse mundial nesta energia que encontra aplicação por quase todo o mundo e em lugares antes se quer avaliados para a geração de energia.

Os primeiros estudos voltados para o desenvolvimento de tecnologia nacional datam de 1976, nos laboratórios do Centro Técnico Aeroespacial – CTA. Inicialmente, foram desenvolvidos vários protótipos de aerogeradores de pequena potência (1 a 2 kW) o que incentivou uma das primeiras avaliações do potencial eólico para a geração de energia elétrica na costa do Nordeste. O projeto tomou uma grande proporção quando o Centro Aeroespacial da Alemanha – DFVLR firmou parcerias com o CTA para execução do projeto DEBRA que consistiria em um aerogerador de 100 kW com rotor de 25 m de diâmetro. Coube ao CTA a montagem das pás que, em 1983, estavam prontas e embarcadas para a Alemanha. (CHESFBRASCEP, 1987).

De acordo com dados obtidos junto a Abeeólica (2012) a energia eólica no cenário brasileiro mostra grande potencial conforme observado em seu crescimento a partir de 2005. Naquele ano com capacidade instalada de 27,1MW, atinge 2.509,5 MW em 2012. Com participação na rede de distribuição nacional

de 2%, em 2013 projeta 5.494 MW quase o dobro de 2012. Busca em 2017 atingir a capacidade instalada de 8.772,7MW, aumentando o total da capacidade instalada em aproximadamente 250% em cinco anos.

Capacidade Instalada Brasil (MW) 10000 8.692,4 8.311,1 8.772,7 9000 7,628,9 8000 7000 5.494 6000 5000 4000 2.509.5 3000 2000 245,5 323,3 607,3 1000 235.3 -2011 2012 2013 2014 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2015 2016 2017 ■ Nova (MW) ■ Total (MW)

Figura 9. Situação das PCH com outorga da ANEEL

Fonte: Aneel / ABEEólica - 2012

O Gráfico ilustra a evolução da capacidade instalada da fonte eólica e a previsão de crescimento em função das contratações já realizadas nos leilões regulatórios e no mercado livre. Atualmente são 119 Usinas instaladas, com potencial de 2.790,4 MW e redução de 2.397.350 de CO² (T/ano), atendendo aproximadamente 12 milhões de pessoas (ABEEÓLICA, 2012).

Para Dutra (2007) no Brasil, mesmo com seu grande potencial hidrelétrico, a energia eólica não deixou de acompanhar a tendência mundial na utilização de fontes limpas de energia.

Existem no Brasil várias fontes de dados para o planejamento e gestão dos recursos do setor elétrico. Este material reúne informações sobre a disponibilidade de recursos energéticos, tecnologias, sistemas de geração, transmissão, distribuição e uso final da eletricidade (ATLAS DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL, 2002).

Com o Atlas, é possível avaliar as condicionantes geográficas do relevo, a rugosidade induzida por classes de vegetação e uso do solo, as interações térmicas entre a superfície terrestre e a atmosfera, inclusive efeitos do vapor d'água presente. São possíveis as análises de dados meteorológicos, dentre os quais o vento, e a temperatura medida sobre o oceano e a temperaturas sobre a superfície do território nacional. Os resultados das simulações são apresentados em mapas temáticos, representando os regimes médios de vento. São analisadas a velocidade, direções predominantes e parâmetros estatísticos de Weibull (CRESESB/CEPEL, 2001).

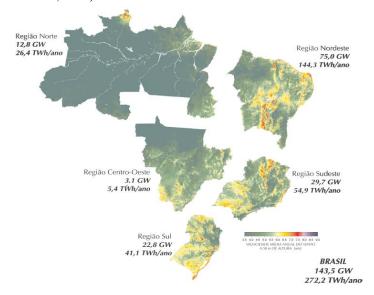


Figura 10. Mapa do Potencial eólico estimado por vento médio anual igual ou superior a 7,0 m/s

As informações apresentadas no mapa são resultados dos estudos representando os regimes de vento, e fluxos de potencia eólica na altura de 50 metros, na resolução horizontal de 1km x 1Km para todo o país. Os ventos no Brasil são fortes e constantes e sem rajadas (CRESESB/CEPEL, 2001).

Conforme as informações contidas abaixo em tabela e gráfico constantes no PDE 2021(2012) com projeções baseadas em dados obtidos em 2011, há grande expectativa por parte do governo em relação à energia eólica. Isso ocorre quando da comparação com o crescimento das outras fontes de energia, incluindo as renováveis.

Quando da análise da tabela apresentada no PDE 2021 (2012) há expectativa do percentual de crescimento nos próximos 10 anos de608,33%, superando em muito todas as demais fontes de energia, como segue: Energias Renováveis: Hidro -8,50%;Eólica +608,33%;PCH = 0,00%; Biomassa +10,45%;Energias não Renováveis: Urânio +11,76%; Gás Natural -1,18%; Carvão + 20%; Óleo Combustível +57,20%; Óleo Diesel -40%; Gás de processo -33%.

A variação em relação ao percentual da participação das energias renováveis sobre as energias não renováveis no total das fontes de geração é de + 0,48% no período analisado.

FONTE	2011 ^(d)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
RENOVÁVEIS	83,5%	83,0%	82,1%	80,2%	81,0%	81,0%	81,7%	82,3%	82,9%	83,4%	83,9%
HIDRO(a)	66,4%	64,8%	62,4%	60,1%	60,9%	61,0%	62,0%	62,1%	61,6%	61,3%	61,2%
IMPORTAÇÃO (b)	5,4%	5,1%	4,7%	4,4%	4,1%	3,9%	3,6%	3,4%	3,2%	3,0%	2,8%
PCH	3,9%	4,1%	4,0%	3,8%	3,7%	3,6%	3,6%	3,6%	3,7%	3,9%	3,9%
BIOMASSA	6,7%	7,3%	7,0%	6,9%	6,6%	6,3%	6,2%	6,4%	6,8%	7,1%	7,4%
EÓLICA	1,2%	1,6%	4,0%	5,2%	5,6%	6,2%	6,3%	6,8%	7,6%	8,1%	8,5%
NÃO RENOVÁVEIS	16,5%	17,0%	17,9%	19,8%	19,0%	19,0%	18,3%	17,7%	17,1%	16,6%	16,1%
URÂNIO	1,7%	1,6%	1,5%	1,4%	1,4%	2,3%	2,2%	2,1%	2,0%	2,0%	1,9%
GÁS NATURAL	8,8%	8,5%	8,7%	8,7%	8,4%	8,0%	7,9%	7,6%	7,4%	7,1%	7,2%
CARVÃO	1,5%	2,3%	2,5%	2,3%	2,2%	2,1%	2,0%	2,0%	1,9%	1,8%	1,8%
ÓLEO COMBUSTÍVEL	2,8%	2,9%	3,6%	5,8%	5,6%	5,3%	5,1%	4,9%	4,8%	4,6%	4,4%
ÓLEO DIESEL	1,0%	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%	0,9%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
GÁS DE PROCESSO	0,6%	0,6%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
TOTAL ^(c)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
				70.0							

Figura 11. Evolução da capacidade instalada por fonte de geração (%)

Fonte: EPE

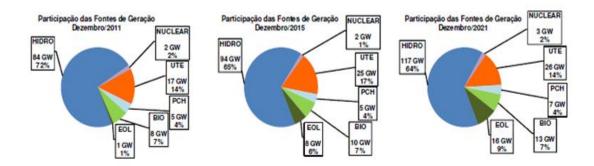


Figura 12. Evolução da capacidade instalada por fonte de geração (GW %)

Fonte: EPE

Biomassa

A geração de energia através da biomassa compreende a utilização e processamento dos diversos insumos de origem vegetal. São constituídos em sua maior parte por resíduos agrícolas como, bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz, palha de milho, resíduos florestais e de outras culturas. Também fazem parte desta fonte os dejetos animais e matéria orgânica contida nos rejeitos industriais e urbanos. Essa matéria contém a energia química acumulada através da transformação energética da radiação solar e pode ser diretamente liberada por meio da combustão. Pode ser convertida, através de diferentes processos, em produtos energéticos de natureza distinta, tais como carvão vegetal, gases combustíveis e de síntese, óleos

vegetais combustíveis e outras, incluindo culturas dedicadas a este tipo de geração. Ocorre também a origem em aterros sanitários através do processamento do lixo orgânico obtendo-se biogás, destacando-se dentre os biocombustíveis, o biodiesel e o etanol (MATRIZ ENRGÉTICA NACIONAL 2030). Os processos tecnológicos aplicados são bastante variados, e incluem desde a simples combustão para obtenção da energia térmica até processos físico-químicos, e bioquímicos complexos para a obtenção de combustíveis líquidos e gasosos, e outros produtos que variam desde a micro até a larga escala. Segundo a Matriz Energética Nacional 2030 (2007), o Brasil é o maior produtor mundial de cana-deaçúcar, com boas perspectivas de elevações substanciais para a produção do álcool anidro (misturado à gasolina) devido à utilização dos veículos "Flex Fuel". Houve também melhorias significativas na produtividade da cana-de-açúcar e na indústria do etanol. Está em desenvolvimento o processo de "hidrólise rápida", que busca a produção de etanol a partir do bagaço da cana de açúcar. Este processo tornando-sefactível, permitira o aumento de 30% na produção de álcool com o uso de 50% das folhas e pontas de cana-de-açúcar hoje disponíveis, sem o aumento da área plantada. Em decorrência da larga utilização do etanol e do aumento da participação do biodiesel no setor de transportes, são bastante promissoras as expectativas de incremento neste tipo de geração. Fator a destacar, são as perspectivas de forte crescimento da demanda mundial por açúcar e etanol.

O potencial crescimento da biomassa é notável, uma vez que conta com o aumento da produção brasileira de cana-de-açúcar para expandir. O setor que vendeu para a rede 126 MW médios em 2005 em energia (sem falar no consumo próprio), chegou a exportar 1.133 MW médios em 2011, isso pelas contas do Ministério de Minas e Energia e da Única-União da Indústria de Cana de Açúcar (Valor Setorial, 2013). O Brasil possui excelentes condições para a utilização e desenvolvimento da biomassa como recurso energético, tendo ótima condição climática com sol na maior parte de seu território, condição geográfica com vastas áreas de terras agricultáveis, e grande disponibilidade de resíduos provenientes de agricultura diversificada, principalmente pela forte atuação no setor sucroalcooleiro, o que lhe dá ótima vantagem competitiva (MATRIZ ENERGÁTICA NACIONAL 2030, 2007).

Energia Solar

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2013) a energética solar é muito promissora e está preparada para enfrentar os desafios da expansão da oferta de energia com menor impacto ambiental. Suaaplicaçãoé dividida em dois grupos, a energia solar fotovoltaica voltada à geração elétrica, e a energia térmica voltada para os sistemas de aquecimento de água.

Segundo explicações do MMA (2013) o efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar. Dentre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, destaca-se o silício. Estes materiais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas. O sistema fotovoltaico não precisa brilho do Sol para operar, gerando eletricidade em dias nublados, dependendo a quantidade de energia gerada, da densidade das nuvens. Devido à reflexão da luz do Sol, dias com poucas nuvens podem resultar em mais produção de energia do que dias completamente claros.

O Ministério de Minas e Energia vem atualmente desenvolvendo projetos para oaproveitamento da energia solar no Brasil. Através destes sistemas fotovoltaicos de geração de eletricidade, buscam o desenvolvimento regional com o atendimento de comunidades rurais ou isoladas da rede de energia elétrica.

Por ser energia limpa e encontrada em abundancia na natureza, apresentando grande potencial de exploração, é classificada como fonte renovável. A energia hidráulica, a eólica, biomassa, oceânica e fóssil, são formas indiretas de energia solar.

No Brasil, para avaliação da disponibilidade de radiação solar, existem instrumentoscomo o Atlas Solarimétrico do Brasil e o Atlas de Irradiação Solar no Brasil. O Atlas Solarimétrico do Brasil é uma iniciativa da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), em parceria com o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB). O Atlas de Irradiação Solar no Brasil foi elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e pelo Laboratório de Energia Solar (Labsolar) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Estes trabalhos mostram que a radiação solar no país varia de 8 a 22 MJ/m² durante o dia, com as menores variações ocorrendo nos meses de maio a julho, quando a radiação varia entre 8 e 18 MJ/m². Conforme resultado dos estudos, o Nordeste brasileiro é a região de maior radiação solar, apresentando média anual comparável às melhores regiões do mundo, como a cidade de Dongola, no deserto do Sudão, e a região de Dagget, no Deserto de Mojave, Califórnia, EUA (MMA, 2013).

No Brasil encontramos nas regiões Sul e Sudeste uma maior aplicação do sistema termoelétrico para aquecimento da água usada em residências, indústrias, hotéis, hospitais, e outros pequenos negócios. Nas regiões Norte e Nordeste o sistema fotovoltaico, comumente é usado em comunidades isoladas sem

acesso a rede de energia elétrica. O alto custo dos equipamentos e sua utilização somente quando há disponibilidade de sol, e a dificuldades de armazenamento da energia captada, desmotivam sua aplicação e desenvolvimento, direcionando os investimentos a outras formas de geração de energias renováveis que apresentam uma melhor relação custo benefício.

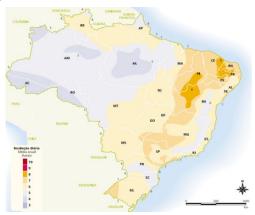


Figura 13. Média anual de insolação diária no Brasil (horas)

Fonte: ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000 (adaptado)

A energia solar ainda é pouco expressiva na matriz mundial; no Brasil sua participação é tão pequena, que não é citada na relação de fontes que integram o BEN - Balanço Energético Nacional 2013.

MÉTODO

Pesquisa qualitativa e exploratória, utilizando material bibliográfico, documental e da internet, junto a fontes públicas, oficiais e identificadas. No material utilizadoconstam relatórios anuais, artigos, teses, dissertações, jornais e outros ligados ao tema, que visam demonstrar as diversas fontes de energia, e o contexto no qual se inserem. Foi dado foco as energias renováveis e a sua devida importância, ligando-as aos objetivos contidos no Plano Decenal de Expansão de Energia 2021. Este plano informa o caminho a ser trilhado pelo setor no período projetado.

Houve a busca de informações complementares em material obtido junto aos sites do setor com intuito de ampliar as informações e a visão comportamental atual. O resultado esperado é que o presente artigo sirva de base ou apoio para futuras pesquisas, ampliando a discussão em relação ao setor energético.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todo o planejamento e as ações decorrentes no setor de energia, são oriundas do Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 com a visão integrada da expansão da demanda e da oferta de diversos energéticos no período 2011 a 2021. O objetivo é garantir à sociedade, suprimento energético com adequados custos em boas bases técnicas e ambientalmente sustentáveis.

Segundo o PDE 2021(2012) estão previstos investimentos globais da ordem de R\$ 1,1 trilhão, dos quais 24,4% correspondem à oferta de energia elétrica, 68,4% a petróleo e gás natural, e 7,2% à oferta de bicombustíveis líquidos. Dentre os principais parâmetros físicos, haverá ampliação entre o verificado em 2011 e 2021: da capacidade instalada de geração de energia elétrica, de 116,5 para 182,4 GW; da produção de petróleo, de 2,1 para 5,4 milhões de barris/dia; da produção de gás natural, de 65,9 para 190,9 milhões de m3 /dia; e da produção de etanol, de 22,9 para 68,2 milhões de m3.

O objetivo de mitigar a ação dos combustíveis de origem fósseis foi mantido a partir de 2015 com significativa participação das fontes renováveis na matriz elétrica. Busca-se o desenvolvimento sustentável das fontes de geração, graças ao preço competitivo destas fontes demonstrado nos últimos leilões de energia. Por outro lado devido a crescente demanda de energia elétrica, aliada ao recente passado dos apagões, estimula a implantação de novas usinas termoelétricas. Um dos maiores obstáculos são as dificuldades constatadas nas aprovações das licenças ambientais, e das novas linhas de transmissão de energia (PDE 2021, 2012).

Coloca a mesma fonte que com a expectativa da alta produção petrolífera do Pré-Sal, e a possibilidade da oferta de grande volume de gás natural, a preços competitivos, haverá maior incentivo para a expansão da

geração termelétrica. Isso levará esta fonte a ocupar mais espaço na matriz energética nacional, abrindo a possibilidade de participar com maior intensidade dos próximos planejamentos decenais. Apesar do incremento das termoelétricas, o PDE 2021 busca um cenário de mitigação através das energias renováveis. Há previsão do aumento do parque hidrelétrico, além das outras fontes renováveis como a eólica, biomassa e PCHs. Para isso busca melhor avaliação das áreas de expansão da cana, necessárias para o aumento do volume de biocombustíveis, e consequente substituição dos combustíveis fósseis. Quanto à biomassa de cana-de-açúcar para a geração de bioeletricidade, semelhante ao Plano anterior será avaliada a quantidade de energia já contratada pelo setor elétrico. A análise de seu potencial técnico, evidenciaram uma significativa folga para ampliação de sua capacidade. Isso possibilitaria sua consolidação como uma fonte importante namatriz elétrica nacional, em consonância com as diretrizes definidas para a expansão da geração através de fontes renováveis PDE 2021(2012). A estimativa de investimentos para a expansão em geração, no período 2012 a 2021, terá recursos da ordem de R\$ 213 bilhões, sendo que grande parte destes investimentos refere-se às usinas já autorizadas, tendo algumas, contratos assinados decorrentes dos leilões de energia nova. O montante a investir em novas usinas, ainda não contratadas ou autorizadas, porém planejadas, é da ordem de R\$ 117 bilhões, sendo 57% em hidrelétricas e 42% no conjunto de outras fontes renováveis (PCH + biomassa + eólica).

TIPO DE FONTE	Usinas cont autoriz		Usinas pla	nejadas	TOTAL		
	Bilhões R\$	%	Bilhões R\$	%	Bilhões R\$	%	
HIDRO	40,9	43%	67,3	57%	108,2	51%	
TERMELÉTRICA	21,6	23%	1,3	1%	22,9	11%	
- Nuclear	6,2	7%	0,0	0%	6,2	3%	
- Gás natural	3,0	3%	1,3	1%	4,3	2%	
- Carvão	2,4	3%	0,0	0%	2,4	1%	
- Óleo combustível/diesel	10,0	10%	0,0	0%	10,0	5%	
PCH + BIOMASSA +EÓLICA	33,3	34%	48,8	42%	82,1	38%	
TOTAL	95,8	100%	117,4	100%	213,2	100%	

Notas: Os investimentos abrangem as parcelas de desembolso que ocorrem no período decenal.

Figura 14. Estimativa de Investimentos em Geração de Energia

Fonte: EPE

CONCLUSÃO

Sendo o Brasil, país de dimensões continentais, com muitas riquezas naturais e clima privilegiado, a busca e utilização de recursos renováveis, não é o maior desafio, mas sim organizá-los. Definir a prioridade dentro do sistema de gestão energético e das matrizes já existentes demandará revisão das estratégias. Os investimentos em novas fontes de energia deverá buscara reduçãodo percentual de participação das energias não sustentáveis contidas no PDE 2021, sem esbarrar nos interesses políticos do governo.

Conforme PDE 2021 (2012) haverá aumento de participação das fontes de energias alternativas no total da matriz energética brasileira, onde a saltam de 43,10% em 2012, para 45% em 2021.O maior incremento será nas energias Hidráulica e Eletricidade que crescem 29,27%, e Outras energias renováveis que crescerão 20,99%. Ocorrerão quedas no percentual de participação do segmento de lenha e carvão com diminuição de 36,67%, e dos Derivados de cana de açúcar que diminuirão 12,70%.

O crescimento de 20,69% do segmento Petróleo e Derivados, e o crescimento de 40,91% no segmento de Gás Natural deve-se em grande parte a utilização desta energia nos transportes e na Indústria. Isso está aliado a política do governo no setor elétrico, que visando evitar os apagões e justificar os altos investimentos no pré-sal, continuará de investir em usinas termelétricas.

Os investimentos em outras energias são decorrentes do crescimento do consumo nos vários segmentos energéticos. Mitigar o grande impacto ambiental será tarefa do setor elétrico, que buscará nas energias renováveis maior participação na matriz energética brasileira, com destaque para a energia eólica e a biomassa, mantendo participação expressiva da energia hidrica.

REFERÊNCIAS

ABEEolica ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Disponível em http://www.abeeolica.org.br/home.asp. Acesso em 10 Jul. 2013.

ANEEL – Atlas de Energia Elétrica do Brasil/Agencia Nacional de Energia Elétrica – Brasília: ANEEL 2002. Disponível em http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf. Acesso em 24 Set. 2013.

ANEEL – Resolução nº 394 de 4 de Dezembro de 1998. Estabelece os critérios para oenquadramento de empreendimentoshidrelétricos na condição depequenas centrais hidrelétricas. Disponível em http://www.aneel.gov.br/cedoc/res1998394.pdf>. Aceso 15 Set. 2014.

BAER, Werner, A ECONOMIA BRASILEIRA. São Paulo: Nobel, 2009.

BLACK, B.C. Crude Reality: Petroleum in World History. Plymouth, UK: Rowman& Littlefield Publishers, Inc, 2012.

BEN – Balanço Energético Nacional 2013 - Rio de Janeiro: EPE, 2013. Disponível em http://www.mme.gov.br/spe/menu/matriz_energetica.html Acesso em 25 Set. 2013.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA - CRESESB. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Brasília, 2001. Disponível em http://www.cresesb.cepel.br/atlas-eolico/index.php>. Acesso em 11 Jul. 2013.

COMPANHIA HIDROELÉRICA DO SÃO FRANCISCO, Brascep. Fontes energéticas Brasileiras, Inventário/ Tecnologia/Energia Eólica. Disponível em http://cresesb.cepel.br/publicacoes/>. Acesso em 11 Jul. 2013.

DUTRA, Ricardo M.; Viabilidade Técnica Econômica da Energia Eólica Face ao Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro. Tese apresentada a COOPE/UFRJ 2001 Disponível em http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rmdutra.pdf> Acesso em 09 Jul. 2013.

FAPESP: Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho / Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo; Academia Brasileira de Ciências, 2010 Disponível em http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf. Acesso em 25 Set. 2013.

IPCC SRREN: FULL REPORT. Renewable Sources and Climate Change Mitigation. Disponível em http://srren.ipcc-wg3.de/report Acesso em 17 de Jul. 2014

MCNAMEE, G. Careers In Renewable Energy: Get a Green Energy Job. Masonville, USA: PixyJack Press, LLC, 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Matriz Energética Nacional2030 - Brasília : MME/EPE 2007. Disponível em <www.mme.gov.br/spe/menu/matriz_energetica.html> Acesso em 20 Set. 2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Energia 2030 – Brasília: MME;EPE 2007. Disponível em http://www.mme.gov.br/mme/.../pne_2030/PlanoNacionalDeEnergia.pdf. Acesso em 11 Set. 2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Plano – Plano Decenal de Expansão de Energia 2021.Brasília 2012. Disponível em http://www.mme.gov.br/mme/menu/pde2021.html). Acesso em 09 Jul. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Clima – Energias Renováveis. Disponível em http://www.mma.gov.br/>. Acesso em 10 Set. 2014.

VEIGA, J.E. Energia Eólica. São Paulo: SENAC, 2012.