



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ENERGIA EÓLICA E COMPLEMENTARIDADE ENERGÉTICA: ESTRATÉGIA E DESAFIO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SANDRA SEREIDE FERREIRA DA SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
sandrasereide@yahoo.com.br

ÂNGELA MARIA CAVALCANTI RAMALHO
Universidade Estadual da Paraíba
angelamcramalho@gmail.com

ALLAN CARLOS ALVES
Universidade Estadual da Paraíba
allan@ccsa.uepb.edu.br

CIDOVAL MORAIS DE SOUSA
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
cidoval@gmail.com

ALANDEY SEVERO LEITE DA SILVA
Universidade de Fortaleza
alandey@gmail.com

ENERGIA EÓLICA E COMPLEMENTARIDADE ENERGÉTICA: ESTRATÉGIA E DESAFIO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

RESUMO

Diante do cenário global de alterações climáticas, a importância das energias renováveis tem se destacado cada vez mais nos espaços de planejamentos governamentais sobre suas matrizes energéticas. Face essa prerrogativa, este artigo tem por objetivo principal analisar a viabilidade de uma proposta de integração da energia eólica à modalidade hidrelétrica numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, aborda em que dimensões a energia eólica pode alavancar o panorama brasileiro mesmo considerando seu vasto potencial hídrico, pondera como este tipo de energia pode ser economicamente viável, politicamente correto e ambientalmente sustentável. Como resultado, evidencia-se que a questão energética está no centro do desafio da sustentabilidade em todas as suas dimensões, competindo à geração presente a tarefa de mapear um novo caminho, isto porque nenhum objetivo é mais cogente do que encontrar meios para produzir e usar energia que limite a degradação ambiental preservando a integridade dos sistemas naturais subjacentes e sustente, em vez de desestabilizar, o progresso em direção a um mundo mais estável, tranquilo, justo e humano.

Palavras-Chave: Matriz Energética. Potencial Eólico. Desenvolvimento Sustentável.

WIND POWER AND ENERGY COMPLEMENTARITY: STRATEGY AND CHALLENGE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT

Before the global scenario of climate change, the importance of renewable energy has stood out increasingly in government planning spaces on their energy matrixes. Face this prerogative, this article is meant to examine the feasibility of a proposed integration of wind power to hydro mode in a sustainable development perspective, deals in which dimensions wind power can leverage the Brazilian panorama even considering its vast hydro potential, considering as this type of energy can be economically viable, politically correct and environmentally sustainable. As a result, it is clear that the energy issue is at the heart of the sustainability challenge in all its dimensions, being incumbent upon the present generation the task of charting a new path, that because no goal is more cogent than finding ways to produce and use energy limiting environmental degradation preserving the integrity of the underlying natural systems and sustain rather than destabilize, progress toward a more stable world, peaceful, just and humane.

Keywords: Energy Matrix. Wind potential. Sustainable development.

Introdução

A partir do Século XVIII mais especificamente no Século XX, com a impulsão do desenvolvimento econômico, a competitividade entre os países, o avanço do crescimento populacional em escala exponencial, além da demanda global por energia

elétrica que acompanhou os mesmos níveis de crescimento tanto nas nações desenvolvidas como nas em desenvolvimento, constatou-se um aumento significativo do uso dos recursos energéticos, sobretudo nos países capitalistas. Diante dessa conjuntura, em uma sociedade de risco global em face das crescentes explorações dos recursos energéticos é recorrente o debate acadêmico-científico sobre a problemática, o que tem contribuído sobremaneira para ampliação de estudos sobre a temática, resultante, principalmente das inquietações da sociedade sobre a questão ambiental.

Neste contexto, a crise do petróleo ocorrida na década de 1970 pode ser considerada como um divisor estratégico da questão ambiental, implicando num repensar por parte dos estudiosos no que concerne aos conceitos de desenvolvimento dessas nações e ao mesmo tempo questionando a forma de matriz energética predominante em alguns países no âmbito global.

Contudo, não se pode responsabilizar a crise do petróleo pelo despertar para as questões ambientais, especificamente as relacionadas ao setor energético mundial, o que de fato a crise acarretou foi o despertar para uma nova tipologia de desenvolvimento. Um desenvolvimento do ponto de vista da sustentabilidade, em que foram conhecidos indicadores acerca de desastres ambientais, ocasionados pela emissão dos gases de efeito estufa, que são disseminados na atmosfera pela vigente matriz energética. Especificamente nos combustíveis fósseis, como petróleo, carvão, termelétricas etc. essas emissões são responsabilizadas ao longo dos anos pelo aquecimento gradativo do planeta e pelas grandes calamidades que têm ocorrido de maneira periódica e intensa nos últimos anos.

Adentrando-se nesse contexto, e tomando como base o cenário mundial de alterações climáticas, a questão energética é um dos enfoques da perspectiva da sustentabilidade atualmente, tendo em vista a importância e crescimento das energias renováveis e das lacunas de planejamento e gestão governamental acerca das suas matrizes energéticas. Nesta premissa, as discussões que vem ocorrendo desde a última década sobre a necessidade de proporcionar o acesso à energia elétrica de qualidade aos menos favorecidos nos países em desenvolvimento, instigam reflexões de como alcançar essa meta sem degradar o meio ambiente. Nessa acepção, muitos organismos e iniciativas internacionais vêm apoiando sistematicamente uma maior penetração de fontes de energia alternativa e renovável, dentre as quais a energia eólica, que por sua qualidade e distribuição dos ventos, vem instigando iniciativas, tanto no âmbito de projetos de parques eólicos, como no âmbito do desenvolvimento tecnológico e industrial, em distintas regiões do país.

No caso específico da Região Nordeste do Brasil, percebe-se a existência de uma interessante alternativa de complementaridade ao sistema elétrico, caracterizada pela habilidade de prover os serviços necessários sem exaurir os recursos naturais, em que o uso eficiente dos recursos faz-se necessário tanto pelo lado ambiental como pelo econômico, o que corrobora para o fato de que esse setor tem forte importância para o desenvolvimento sustentável de dada região.

Assim sendo, e em decorrência da configuração mapeada e das considerações pontuadas, notadamente no que concerne à implementação de um processo de energia renovável – energia eólica, este artigo tem por objetivo principal analisar a viabilidade de uma proposta de integração da energia eólica à modalidade hidrelétrica numa perspectiva de desenvolvimento sustentável.

Além deste item teórico de introdução contextual, o artigo apresenta a seguinte estrutura: material e métodos, conclusões bem como as referências consultadas para a realização deste estudo.

Material e métodos

O presente trabalho é uma revisão literária, onde todos os dados sobre energia eólica, complementaridade energética, eficiência energética, desenvolvimento sustentável e uso eficiente dos recursos naturais energéticos, foram retirados da literatura já existente.

Desenvolvimento sustentável e uso eficiente dos recursos naturais

A idéia de desenvolvimento sustentável teve sua origem preliminarmente atrelada à noção de desenvolvimento, consubstanciada na ótica de crescimento, até o surgimento do conceito do que seja desenvolvimento sustentável. Tal conceito é fundamento no Relatório de Brundtland -1987 - *Nosso Futuro Comum*, o qual consagrou até então a afirmativa de que o desenvolvimento sustentável é aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (CMMAD, 1987).

Esse relatório despertou a atenção do planeta no que se refere à problemática ambiental, bem como a necessidade urgente de buscar alternativas de desenvolvimento econômico no sentido da sustentabilidade, ou seja, formas que não reduzissem os recursos naturais e nem prejudicasse o meio ambiente. A partir do mesmo foram definidos três princípios básicos a serem seguidos, desenvolvimento econômico, proteção ambiental e equidade social, ambos atrelados à indispensabilidade de mudanças tecnológicas e sociais.

A atual abordagem conceitual aponta para um contexto de anormalidade em que o esgotamento dos recursos naturais e a problemática ambiental tornam-se cada vez mais evidentes, visto serem responsáveis pela modificação dos níveis de qualidade de vida da população, assumindo dessa maneira uma escala global e possibilitando antever situações de elevada gravidade e irreversibilidade em longo prazo, caso não se tomem providências efetivas.

Neste contexto, a degradação da natureza, não obstante possa ter acontecido em pequena escala nas sociedades precedentes ao capitalismo, é algo característico do sistema capitalista e da industrialização. Assim, um dos focos excepcionais da crítica ao modelo de desenvolvimento econômico dominante é a incoerência existente entre uma proposta de desenvolvimento ilimitado a partir de uma base de recursos finita (MELO, 2003). Com base nessa definição, o desenvolvimento sustentável torna-se a principal opção de desenvolvimento socioeconômico da atualidade a ser seguido.

Em face dessa evidência e da comprovação de que o meio ambiente não será capaz de tolerar as atuais taxas de crescimento e de consumo da humanidade disseminou-se em larga escala estudiosos e outros atores sociais na procura por um modelo de desenvolvimento que possibilite a qualidade de vida das gerações presentes sem afetar a capacidade das gerações futuras de resistirem e se desenvolverem.

Diante desse aspecto, para se alcançar a sustentabilidade de um sistema socioeconômico torna-se necessário considerar a evolução do sistema em direção a sustentabilidade e, por consequência a utilização eficiente dos recursos naturais. Neste sentido, Ignacy Sachs (2004) afirma que o desenvolvimento na perspectiva da sustentabilidade vai bem além da multiplicação da riqueza. É uma condição necessária, porém não suficiente, nem um objetivo em si. É uma maneira de se conseguir uma vida melhor, mais feliz e mais completa para todos.

Todavia, afirma Cavalcanti (2003) que existem limitações do ponto de vista que é cada vez mais generalizada a consciência de nosso dever com relação às nossas gerações futuras e aos limites que a natureza e o meio ambiente nos impõem. Nessa perspectiva, tem-se que tomar consciência acerca da degradação entrópica, a qual tudo na Terra é submetido.

Com visão peculiar, Capra (1996) afirma que uma sociedade é sustentável quando ela é delineada de tal forma que sua maneira de viver, seus negócios, sua economia, sua estrutura física, sua tecnologia não intervenham com a intrínseca habilidade da natureza de manter a sua teia da vida. Neste sentido, Van Bellen (2004) coloca que a sustentabilidade requer um padrão de vida dentro dos limites impostos pela natureza. Ou seja, equiparando-se à economia, a sustentabilidade requer que se viva dentro da capacidade de capital natural. Entretanto, surge uma situação conflitiva, uma vez que é preciso mensurar quanto de capital é suficiente para manter ou suportar o sistema.

Diante desse contexto e à luz das crescentes preocupações relacionadas ao meio ambiente, ao desenvolvimento sustentável e à sustentabilidade, o enfoque da eficiência na utilização dos recursos naturais para uso energético está incorporado nas discussões sobre políticas de desenvolvimento dos países, haja vista a inquietação global acerca dos níveis de emissões de poluentes decorrentes de um intenso consumo de combustíveis fósseis para a produção de energia e o conseqüente conflito à base de recursos do planeta e ao clima global. Essas preocupações vêm culminando ao longo dos anos para o despertar acerca do papel das fontes alternativas de energia para a constituição de um futuro energético mais sustentável.

Incorporado a esse contexto, as discussões que vem ocorrendo desde a última década sobre a necessidade de proporcionar o acesso à energia elétrica de qualidade aos menos favorecidos nos países em desenvolvimento, instigam reflexões de como alcançar essa meta sem degradar o meio ambiente. Nessa acepção, muitos organismos e iniciativas internacionais vêm apoiando sistematicamente uma maior penetração de fontes de energia alternativa e renovável.

Uma das principais áreas de ação no enfoque de promover o desenvolvimento sustentável a partir das fontes de energia vem sendo adotada no uso dessas fontes para a geração de eletricidade, conhecidas como E-FER (Fontes Novas e Renováveis para Geração de Energia Elétrica). Alguns países motivados pelas crises do Petróleo começaram desde a década de 70, a apoiar essas fontes. Porém, apenas mais tarde, a partir da década de 1990 quando questões ambientais surgiram com mais intensidade, é que aconteceu um maior engajamento no ingresso comercial dessas fontes no mercado, de maneira a torná-las competitivas (COSTA 2006).

De acordo com esse argumento, a iniciativa desses países foi um ponto importante por trás do debate internacional, que destaca um maior emprego de E-FER, de maneira não somente a minimizar as emissões de gases de efeito estufa, como também pela possibilidade de garantir a segurança do abastecimento energético. A energia possui um importante papel para o desempenho ambiental dos países e para a sustentabilidade de seu desenvolvimento.

Contudo, Sachs (1993) pontua que a verdadeira escolha não é entre desenvolvimento e meio ambiente, mas entre formas de desenvolvimento sensíveis ao meio ambiente e formas insensíveis ao mesmo. Para o autor, estamos na busca de um desenvolvimento que congregue crescimento econômico, geração de emprego e proteção adequada ao meio ambiente. Neste contexto, desenvolvimento sustentável do setor energético depende de encontrar caminhos para atender as necessidades da

demanda, obedecendo a critérios de meio ambiente sustentável, socialmente equitativo e economicamente viável (OECD, 1998).

Em face desse enfoque, um sistema sustentável caracteriza-se pela habilidade de prover os serviços necessários sem exaurir os recursos naturais. O uso eficiente dos recursos faz-se necessário tanto pelo lado ambiental como pelo econômico. Utilizar a energia de forma ineficiente proporciona prejuízos em qualquer economia implicando, ao mesmo tempo, impactos ambientais em âmbito local, regional e global. A criação de um sistema de energia sustentável começa pelo uso eficiente dos recursos (usá-los com sabedoria) e continua com o aumento do uso de recursos renováveis e o uso controlado de não renováveis em tecnologias avançadas.

Configurado o cenário do que seja eficiência energética no contexto de desenvolvimento sustentável, cabe ressaltar o atual panorama de utilização de energia e de como a uso eficiente das fontes renováveis podem contribuir para o alcance de um verdadeiro desenvolvimento numa perspectiva de sustentabilidade do setor de energia.

Eficiência energética: perspectivas globais e nacionais

De acordo com a OCDE (1998) energia eficiente é a máxima prioridade na mudança para um padrão de energia sustentável. Porém, o maior desafio na criação de um sistema de energia sustentável está em como as inovações tecnológicas que proporcionem essa melhoria podem ser utilizadas o mais rapidamente possível, ser mais abrangentemente disseminadas e em como adaptar o comportamento dos consumidores a estas.

Ressalte-se, no entanto, para que o setor energético se torne sustentável, é necessário que seus problemas sejam abordados de forma abrangente, incluindo não apenas o desenvolvimento e a adoção de inovações e incrementos tecnológicos, mas também importantes mudanças que vêm sendo implementadas em todo o mundo. Essas mudanças envolvem, por um lado, políticas que tentam redirecionar as escolhas tecnológicas e os investimentos no setor, tanto no suprimento, quanto na demanda, bem como o comportamento dos consumidores (REIS; SILVEIRA, 2001).

Além do uso de tecnologias mais eficientes, o uso mais efetivo dos recursos naturais oferece importantes vantagens: desacelera seu esgotamento, diminui a poluição e fornece as bases do crescimento de emprego em atividades significativas em todo o mundo. Disso podem resultar custos mais baixos para as empresas e para a sociedade, que não terá que arcar com os custos das perturbações sociais e ambientais.

A energia eficiente é, em muitos aspectos, um fator chave para a economia de um país. Tem implicações na competitividade das empresas, na estabilidade e vulnerabilidade das economias, assim como no emprego e no meio ambiente. A melhoria da eficiência energética reduz a necessidade de aumentar a capacidade geradora e novos investimentos, conseqüentemente liberando recursos para investimento em medidas de proteção ambiental, de segurança e melhoria nas geradoras já existentes, em tecnologias limpas, dentre outras.

A importância da busca de maior eficiência energética e da transição para o uso de recursos primários renováveis tem sido ressaltada em toda e qualquer avaliação sobre desenvolvimento sustentável. Como já mencionado, no setor energético, a sustentabilidade requer mudanças significativas na geração, na distribuição e no uso final da energia, o que significaria uma maior utilização de fontes renováveis e a diminuição do uso de combustíveis fósseis na matriz energética em âmbito global.

No caso específico do Brasil, é um país conhecido globalmente como produtor de energia limpa tendo em vista a vasta participação de hidroeletricidade na matriz

energética mundial. Contudo, a utilização de fontes alternativas e renováveis para origem de eletricidade como solar, biomassa e eólica ainda é pequena, tendo em vista o grande potencial existente no país.

Dentre as principais causas para esta situação, Costa (2006) faz menção ao vasto potencial hídrico brasileiro que atualmente corresponde a apenas 26% do potencial utilizado, além do custo relativamente baixo à implantação de grandes hidrelétricas. Outra causa também a ser considerada para a pouca utilização das fontes renováveis é o alto custo associado e a intermitência das E-FERs que tornaram essas fontes pouco atrativas.

Ainda assim, as necessidades de energia têm sido providas preponderantemente a partir da fonte hídrica, tendo em vista seu vasto potencial, um dos mais elevados do planeta. Entretanto, em algumas regiões brasileiras como, por exemplo, no Nordeste, o potencial hidrelétrico está quase esgotado. Nesse sentido, dados IBGE (2010) demonstram que o consumo de energia elétrica na região Nordeste tem crescido em ritmo significativamente superior ao do PIB regional. Enquanto o PIB do Nordeste cresceu no período de 1985 a 2008, à taxa média de 2,5% ao ano, o consumo de energia elétrica evoluiu em média, 4,2% a.a. Dentro desse contexto, e considerando o consumo de energia elétrica observado nesse subsistema, em 2008, correspondente a 54.252 GWh, depreende-se que em 2017 o consumo atingirá 85.510 GWh (BRASIL, 2009).

Em face desses dados, permite-se afirmar que para suprir as necessidades futuras desse insumo, serão necessários significativos investimentos em acréscimo de capacidade instalada de geração e/ ou de transmissão. Ante o iminente esgotamento da fonte hídrica no Nordeste, urge repensar saídas para atender à demanda crescente de energia elétrica na região.

Não obstante algumas iniciativas no Nordeste do Brasil para instalação de energia eólica atrelada à rede de difusão, as E-FERs tiveram seu uso limitado à pesquisa, desenvolvimento e demonstração de projetos pilotos para eletrificação de comunidades rurais e isoladas, onde as grandes distâncias impossibilitavam o alcance da rede de energia elétrica.

Embasado nessa premissa, o grande diferencial para o setor configurou-se no ano de 2002 do ponto de vista das políticas públicas com a aprovação da Lei 10.438 que instituiu o PROINFA (Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia), determinando metas para a participação das fontes de energia renovável no sistema interligado nacional.

Segundo o estabelecido na Lei, o PROINFA foi dividido em duas etapas: PROINFA 1 – com a finalidade de adicionar 3.300 MW até final de 2006, distribuídos igualmente entre energia eólica, PCH e Biomassa; e PROINFA 2 – 10% de energia eólica, biomassa e PCH no consumo de eletricidade em 20 anos. Além disso, essa Lei também instituiu a obrigação das concessionárias de energia elétrica na universalização do acesso à energia elétrica. Neste contexto, permite-se afirmar que o PROINFA é um importante instrumento para a diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior credibilidade e segurança ao abastecimento.

Coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, o referido programa foi revisto pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, que garantiu a participação de um maior número de Estados no Programa, o estímulo a indústria nacional e a isenção dos consumidores de baixa renda do pagamento do rateio da compra da nova energia.

Com a implantação do PROINFA, estima-se a geração de milhares de empregos diretos e indiretos durante a construção e a operação dos empreendimentos. Contudo, uma das exigências da Lei nº 10.762 é a obrigatoriedade de um índice mínimo

de nacionalização de 60% do custo total de construção dos projetos. Isto porque o Brasil possui as tecnologias de produção de maquinário para uso em PCHs e usinas de biomassa, que está progredindo na tecnologia eólica, com fábricas instaladas, no Sudeste e no Nordeste do País. O PROINFA introduz uma notável mudança no papel da Eletrobrás, que tradicionalmente era concentrado no planejamento do sistema, financiamento e expansão.

No que se refere ao abastecimento de energia elétrica do país, Alves (2010) afirma que o PROINFA é uma ferramenta de complementaridade energética sazonal a energia hidráulica, responsável por mais de 90% da geração do País. Na região Nordeste, a energia eólica servirá como complemento ao abastecimento hidráulico, já que o período de chuvas é contrário ao comportamento dos ventos. Entretanto, um dos grandes desafios a ser superado é o de fazer a transição para um futuro de energia sustentável. Com o PROINFA, a Eletrobrás servirá como um comprador de energia, mas deixará ao setor privado o papel de investir em ativos para a geração.

Além do PROINFA já em uso, entrará em vigor no ano de 2011, a Norma ISO 50001 que dentre outras atribuições objetiva que as organizações estabeleçam os sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético, incluindo eficiência e intensidade energéticas e uso e consumo da energia.

Atualmente, a demanda de energia elétrica no Nordeste só é plenamente atendida graças à importação de outras regiões, notadamente do Subsistema Norte. Isso demonstra a necessidade de investimentos expressivos em geração e transmissão de energia elétrica nessa região, observado um patamar proporcionalmente superior ao crescimento do Produto Interno Bruto da região, sob pena de sérios riscos de estrangulamento da oferta diante da expansão mais acentuada da demanda interna regional. Para suprir suas necessidades futuras de energia elétrica, o Nordeste tem na fonte eólica uma alternativa abundante e promissora, além das fontes tradicionais.

Energia eólica, complementaridade energética e desenvolvimento sustentável

A inclusão de recursos complementares na matriz energética de um determinado país e ou região com a adoção de fontes alternativas de energia, tem como condição essencial a possibilidade de minimização dos impactos ocasionados por crises internacionais que atingem o mercado de combustíveis fósseis ou por instabilidade na geração hidroelétrica provocada por períodos de estiagem. Dessa forma é que se permite afirmar que a produção de energia é uma atividade de importância no planejamento e crescimento de qualquer economia, quer seja, local, nacional ou mundial.

No caso específico do Brasil, o país possui a prerrogativa de poder planejar a sua matriz energética empregando grandes quantidades de fontes primárias renováveis, tendo em vista a sua vasta diversidade de alternativas energéticas a serem consideradas.

Dentre as fontes energéticas que não acarretam a emissão de gases do efeito estufa (GEE) – a energia mecânica contida no vento vem se destacando e demonstra grande potencial para contribuir significativamente no atendimento dos requisitos necessários quanto aos custos de produção, segurança de fornecimento e sustentabilidade do meio ambiente.

Com a capacidade instalada crescendo a uma média de 30% ao ano desde 1992, a energia eólica está entre as tecnologias de energia renovável de mais rápido desenvolvimento e responde pela maior parcela da geração de eletricidade de fontes renováveis somada nos últimos anos. Só em 2006, 15,2 gigawatts de nova capacidade eólica (representando um investimento de mais de US\$ 24 bilhões) foram adicionados

em âmbito mundial, elevando a capacidade eólica total instalada para 59 gigawatts (GWEC, 2006).

Atualmente, algumas usinas de geração de energia eólica já estão em funcionamento no país, a exemplo das localizadas no Rio Grande do Sul, sendo uma delas a de Osório que faz parte do maior parque eólico do Brasil, com capacidade para gerar 0,15 GW -, há registro de uma em Santa Catarina e outras duas no Rio Grande Norte e na Paraíba.

Neste cenário, uma das vantagens da geração de eletricidade por meio dos ventos é a de que ela pode servir como fonte de complementação à modalidade hidrelétrica nas regiões atingidas pelas secas. Exemplo dessa situação é a Região Nordeste no Brasil que, em períodos de seca, os ventos são mais favoráveis, especificamente durante o período do segundo semestre de cada ano.

Nesse sentido, Bittencourt (1999) assegura que há complementaridade entre a oferta de eletricidade de fonte eólica e hídrica no Nordeste do Brasil. Isto porque a convergência de estabilização sazonal na oferta de eletricidade de fonte eólica como complemento tem sido evidenciada ao logo dos anos ao serem estudados os níveis médios de vazão dos rios, atendendo a algumas plantas geradoras da região Nordeste e da região Sul. A velocidade do vento costuma ser maior em períodos que coincidem com baixas precipitações, o que possibilita operar as usinas eólicas de forma complementar às hidrelétricas, contribuindo para preservar a água dos reservatórios nos períodos de estiagem. O período em que ocorre a menor vazão dos rios é aquele no qual existem as maiores incidências de vento, conforme a figura 1.

Entretanto, ressalte-se que mesmo diante desse cenário de possibilidade algumas iniciativas no Nordeste do Brasil para instalação de energia eólica atrelada à rede de difusão, as E-FERs tiveram seu uso limitado à pesquisa, desenvolvimento e demonstração de projetos pilotos para eletrificação de comunidades rurais e isoladas, onde as grandes distâncias impossibilitavam o alcance da rede de energia elétrica. Contudo, o grande diferencial para o setor configurou-se no ano de 2002 do ponto de vista das políticas públicas com a aprovação da Lei 10.438 que instituiu o PROINFA (Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia), determinando metas para a participação das fontes de energia renovável no sistema interligado nacional.

De acordo com a Figura 1, percebe-se que a complementaridade na geração de eletricidade tem se mostrado uma temática de grande importância, uma vez que, de acordo com BEN (2005), a demanda de eletricidade no Brasil aumenta em torno de 5% ao ano. O crescimento da demanda e a procura por novas fontes geradoras de energia mostram-se como desafios presentes no setor elétrico, fazendo com que a eletricidade de fonte eólica seja uma opção cada vez mais atual nos novos projetos de geração e expansão do setor elétrico brasileiro.

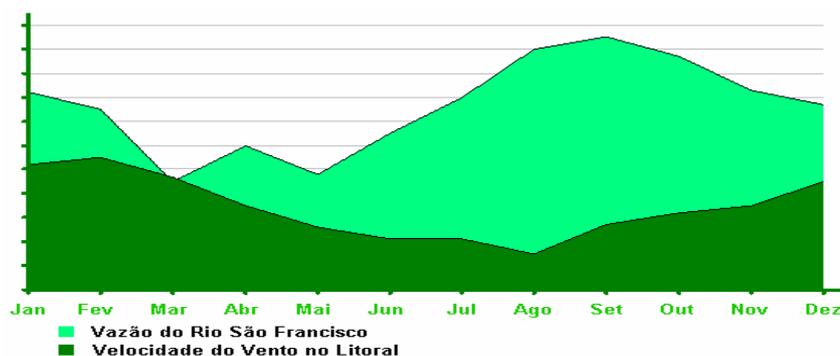


Figura 1 Complementaridade dos regimes eólico e fluvial no Nordeste.

Fonte: Adaptada de CBEE (apud FRATE, 2006).

É neste cenário do ponto de vista macroeconômico que já se estabelecem as tentativas locais de desenvolvimento sustentável, a partir da integração da matriz energética vigente ao uso sustentável das energias renováveis.

Para tanto, o subsídio ativo da ciência e tecnologia de energia, conexo a estímulos que apressem o desenvolvimento e implementação simultâneos de soluções inovadoras podem modificar todo o cenário de demanda e oferta de energia. Acredita-se que isso é plausível, tanto técnica, ambiental quanto economicamente, para erguer as condições de vida de quase toda a humanidade para o nível agora desfrutado por uma grande classe média nos países industrializados, ao mesmo tempo em que restringe substancialmente os riscos de segurança ambiental e de energia agregados aos padrões atuais de produção e de utilização de energia. Portanto, dentro desta situação paradigmática é cogente de que resultados sejam satisfatórios para encarar este desafio.

Outro aspecto positivo da energia eólica é sua não vulnerabilidade a pressões políticas e econômicas, como o gás natural e o petróleo.

Nesse aspecto, diversos países vêm investindo na complementação e transformação de seus parques energéticos com a introdução de fontes alternativas de energia. As questões ambientais alavancaram em muito estes investimentos, sobretudo devido aos impactos causados pelas formas tradicionais de geração de energia.

Corroborando com esse pensamento, muitos governos estão delineando novas estratégias de fornecimento de energia elétrica a curto e em longo prazo em decorrência da preocupação com o aumento do consumo de eletricidade nos últimos anos. Esta apreensão justifica um planejamento mais eficaz e intransigente para essas estratégias, de maneira a abastecer as necessidades da população.

Em virtude do crescimento do mercado a favor da energia eólica, já se percebe diminuição nos preços dos aerogeradores ao longo das últimas décadas, tornando-a ainda mais competitiva com outras fontes de geração devido à evolução da tecnologia, das características operacionais aplicadas à energia eólica e não somente às questões de custo. O custo "zero" de seu combustível (ventos), reduzido custo de manutenção, resumido espaço de tempo necessário para sua instalação e operação, dentre outros fatores, vêm solidificando o espaço da energia eólica entre as demais fontes de energia.

No Brasil, o potencial eólico tem acordado o interesse de diversos fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com energia eólica. Ressalte-se que a Região Nordeste foi uma das precursoras na instalação de energia eólica para aproveitamento na geração de energia elétrica. As instalações já em funcionamento demonstram uma importante iniciativa tanto das concessionárias brasileiras responsáveis pelos projetos experimentais como das empresas autoprodutoras de energia que, dentro do novo panorama do setor elétrico, investem no incremento do aproveitamento eólico para produção de energia. Para a área de desenvolvimento da energia eólica no Brasil, as figuras da autoprodução e do produtor independente são essenciais na ampliação desse setor, e na promoção de uma matriz energética sustentável.

Tendo como pressupostos as afirmações mencionadas, e corroborando com o pensamento de Tercio (2002) de que a energia eólica tem um futuro ainda mais promissor com a conscientização pública das suas vantagens como fonte renovável de energia, e a progressiva competitividade econômica, percebe-se que o despertar para essa alternativa de energia não é recente.

Diante desse contexto e no argumento de que a integração da energia eólica à modalidade hidrelétrica contribuirá significativamente para o desenvolvimento

sustentável de determinada região, permite-se afirmar que para tanto, os objetivos de sustentabilidade demandarão mudanças não somente na forma pela qual a energia é fornecida, mas na maneira como é usada e, sobretudo gerenciada. Isto porque os mercados não irão produzir os resultados desejados a menos que os incentivos certos e sinalizações de preços estejam presentes, pois o Estado tem um papel vital a desempenhar na criação das condições necessárias para promover resultados viáveis e no apoio a investimentos de longo prazo nesta nova infraestrutura energética.

Principais benefícios da integração da energia eólica à modalidade hidrelétrica numa perspectiva de desenvolvimento sustentável

No que se refere aos subsídios para o desenvolvimento sustentável de determinada região proporcionado pela integração da energia eólica a matriz energética vigente, estes contemplam várias dimensões da sustentabilidade, quer seja:

Do ponto de vista econômico: um projeto eólico afetará diretamente uma área através da compra de mercadorias e serviços, geração de renda sobre o uso da terra, impostos e emprego. Efeitos secundários ou indiretos do desenvolvimento da energia eólica dentro de uma região são mais difíceis de serem quantificados, mas inclui aumento do poder de compra, diversificação econômica e uso de recursos nativos.

Efeitos econômicos diretos do desenvolvimento de um projeto eólico incluem renda do proprietário da terra, receita para governos locais provenientes de impostos sobre propriedade, geração de empregos e o uso de serviços locais. O desenvolvimento de um projeto de energia eólica aumenta a produtividade da terra e fornece fonte extra de receita para donos de terras rurais proveniente do arrendamento e de contratos de *royalty*. Turbinas eólicas ocupam uma percentagem mínima das áreas requeridas para um projeto de energia eólica, e somente uma fração do terreno é utilizada por estruturas físicas e estradas, o uso anterior da terra (ex.: plantação ou criação) na maioria das vezes continua juntamente com as instalações de energia eólica.

Dependendo das exigências de espaço do projeto de energia eólica e da distribuição dos donos das terras, o projeto pode beneficiar inteiramente um ou mais proprietários de terras. Além das benfeitorias diretas para os proprietários de terras que acolhem o projeto, a comunidade em geral também se favorecerá dos efeitos multiplicadores agregados ao aumento de renda dos proprietários de terra e de estabilidade econômica de longo prazo dos proprietários que diversificaram suas fontes de renda. Impostos territoriais, ou pagamentos anuais em vez de impostos, de um projeto desse tipo também têm impactos importantes na comunidade. Em muitas localidades, projetos eólicos podem estar entre as entidades que mais pagam impostos territoriais. Esses fundos representam um expressivo impulso à base de impostos e são utilizados para uma multiplicidade de propósitos de apoio social, como escolas, estradas, hospitais, segurança pública, dentre outros.

Como a maior parte dos empreendimentos, projetos de energia eólica contribuem para a geração de empregos. Em geral, as oportunidades de emprego integradas com uma usina de energia eólica estão na construção, operação e manutenção e na fabricação. Relacionado às opções convencionais de geração, o desenvolvimento de energia eólica gera mais empregos por dólar investido e por kWh gerado.

Nesse sentido Goldemberg e Lucon (2009) afirmam que o número de empregos criados na produção de eletricidade através de energia dos ventos é cerca de cem vezes maior do que aquela gerada por um reator nuclear, por exemplo, para uma mesma quantidade de eletricidade. Os 120 GW de capacidade instalada em turbinas eólicas em todo o mundo produzem 260 TWh de eletricidade e evitam a emissão de 158

milhões de toneladas por ano de CO₂, que aconteceria caso essa energia fosse produzida a partir de fontes fósseis. Esse mercado é da ordem de US\$ 48 bilhões, com 400 mil empregos gerados. Os Estados Unidos ultrapassaram a Alemanha em capacidade, e 48% de todos os novos acréscimos de geração de eletricidade provieram dessa fonte renovável de energia (GWEC, 2009)

Na perspectiva social, o desenvolvimento de uma indústria de energia eólica ou a construção de um projeto também pode adicionar impactos sociais em um Estado ou comunidade. Impactos sociais compreendem impactos na cultura e costumes locais, uso da terra, infra-estrutura (ex., água, saneamento, remoção de lixo, estradas e habitação), pessoal e sistemas de emergência e educação. O alcance dos impactos potenciais depende do escopo da indústria e do (s) projeto (s).

Tendo em vista projetos de energia eólica serem na maioria das vezes localizados em áreas rurais, essas áreas podem sofrer impactos mais significativos do que áreas urbanas. Por exemplo, a necessidade de veículos e equipamentos para construção pode causar impactos na comunidade local, com um efeito maior nas áreas rurais do que nas áreas urbanas. Qualquer desenvolvimento em estradas, alargando ou pavimentando, resultaria em mudanças permanentes na infraestrutura para a comunidade local, e de regra são positivamente vistos. Confirmando essa premissa, Rocha e Vanalle (2003) asseguram que um projeto de rodovia, proporciona retorno centrado na redução dos custos de transportes e dos benefícios pela diminuição do tempo das viagens e pela redução de acidentes promovendo estímulo à atividade econômica em sua área de influência.

Do ponto de vista ambiental, torna-se evidente que as atuais práticas de consumo de energia da humanidade necessitam mudar para reduzir os riscos significativos à saúde pública, evitar pressões sobre sistemas naturais fundamentais e, em especial, gerenciar os riscos substanciais causados pelas mudanças climáticas globais. Ao estimular o desenvolvimento de alternativas aos combustíveis convencionais de hoje, uma transição para energia sustentável poderia também ajudar a enfrentar as preocupações com a segurança energética, que estão novamente no topo da agenda de políticas nacionais e internacionais de muitas nações, reduzindo, dessa forma, a probabilidade de que a disputa por reservas de gás e petróleo, finitas e distribuídas de forma desigual, alimente tensões geopolíticas crescentes nas próximas décadas.

Por fim, o vasto acesso à eletricidade e a combustíveis limpos, de alta qualidade e preços acessíveis, poderia gerar muitos benefícios para as populações pobres do mundo, mitigando a luta diária para garantir os meios básicos de sobrevivência, aquilatando as oportunidades educacionais, minimizando riscos substanciais à saúde relacionados com a poluição; liberando escassos recursos humanos e de capital; promovendo o fornecimento de serviços essenciais, inclusive assistência médica básica; e abrandando a degradação ambiental localizada.

Diante dessas considerações, permite-se afirmar que a questão energética está no centro do desafio da sustentabilidade em todas as suas dimensões: social, econômica e ambiental. Compete a geração presente a tarefa de mapear um novo caminho. Presentemente, e nas décadas à frente, nenhum objetivo político é mais cogente do que encontrar meios para produzir e usar energia que limite a degradação ambiental preservando a integridade dos sistemas naturais subjacentes e sustentável, em vez de desestabilizar, o progresso em direção a um mundo mais estável, tranquilo, justo e humano.

Conclusões

Uma das grandes provocações para a humanidade neste Século é o de fazer a passagem para um futuro de energia sustentável. O conceito de sustentabilidade energética compreende não somente a obrigação cogente de avaliar uma oferta apropriada de energia para acatar as necessidades futuras, mas fazê-lo de forma que haja compatibilidade com a salvaguarda da integridade essencial dos sistemas naturais, até mesmo impedindo mudanças climáticas catastróficas.

A tarefa é tão desalentadora quanto complexa e suas dimensões são ao mesmo tempo sociais, tecnológicas, econômicas e políticas, além de globais. Atingir os objetivos de sustentabilidade demandará mudanças não somente no modo pelo qual a energia é fornecida, mas no modo como é usada. Diminuir a quantidade de energia necessária para a entrega de vários bens, serviços ou amenidades é uma maneira de abordar as externalidades negativas agregadas aos sistemas energéticos atuais e muni um suplemento fundamental aos esforços que apontam à mudança do conjunto de tecnologias de fornecimento de energia e recursos.

Oportunidades para avanço na equação pelo lado da demanda de energia são tão importantes e distintas quanto as do lado da oferta e quase sempre proporcionam melhoramentos econômicos significativos de curto e de longo prazo. Níveis altamente alteráveis de consumo de energia *per capita* ou por produto interno bruto (PIB) nos países com padrões de vida comparáveis, mesmo sendo parcialmente atribuíveis a fatores geográficos, estruturais e a outros fatores, indicam que o potencial para diminuir o consumo de energia em muitos países é resumido e pode ser atingido enquanto concomitantemente se conseguem melhorias expressivas na qualidade de vida dos cidadãos mais necessitados do mundo.

Diante desse contexto, uma contribuição de destaque deste estudo será quanto ao despertar dos gestores e atores sociais para a importância da integração da energia eólica à atual modalidade energética não só no âmbito global, mas no regional e local.

Para tanto, o estudo abarca a premissa que posto em prática, a integração da energia eólica à modalidade hidrelétrica, bem como a possibilidade de redefinição de políticas energéticas de maneira a beneficiar a formação de mercados para tecnologias ambientalmente favoráveis para cobrar os custos ambientais de alternativas não-sustentáveis, embasa-se no pressuposto de que a implementação dessa alternativa de energia à modalidade energética vigente seja politicamente correta, economicamente viável e ambientalmente sustentável.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 29 jan. 2015.

BITTENCOUT, R.M.; AMARANTE, O.C.; SCHULTZ, D.J. et al. **Estabilização sazonal da oferta de energia através da complementaridade entre os regimes hidrológico e eólico**. In: Seminário nacional de produção e transmissão de energia elétrica - SNPTEE, 15, 1999. Foz do Iguaçu: anais. 1999. .GLP-17.

BRACKMANN, Rodrigo. **Avaliação do Potencial Eólico do Sul do Brasil**. Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/INPE–MCT, 2009.

BRASIL. **Lei 10438 /2002**. Cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica. Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil] Brasília, abril de 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. **Balço Energético Nacional** - BEN, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano decenal de expansão de energia 2008/2017**. Rio de Janeiro: EPE, 2009.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>. Acesso em: 28 jan. 2015

COSTA, Claudia do Valle. **Políticas de Promoção de Fontes Novas e Renováveis para Geração de Energia Elétrica: Lições da experiência Européia para o caso brasileiro**. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2006.

DEWI MAGAZINE, n. 34, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.dewi.com.br>>. Acesso em: 28 set. 2014a.

FRATE, Cláudio Albuquerque. **Políticas públicas para energias renováveis: fator de competitividade para eletricidade eólica e siderurgia semi-integrada**. Dissertação. Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, UNB, 2006.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Top 10 annual & cumulative capacity**. 2008. Disponível em: <<http://www.gwec.net>>. Acesso em: 28 set. 2014.

GWEC. US and China in race to the top of global wind industry, Global Wind Energy Council News, 2 February, 2009. Disponível em: <http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=177&tx_ttnews%5BbackPid%5D=4&cHash=04fdc8c00a> Acesso em 15/09/2014

IBGE contas regionais 2003/2007. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2007/default.shtm. Acesso em 29 jan. 2014.

LUCON, Oswaldo and GOLDEMBERG, José. **Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil**. *Estud. av.* [online]. 2009, vol.23, n.65, pp. 121-130. ISSN 0103-4014. doi: 10.1590/S0103-40142009000100009. Acesso em 06/10/2014.

OCDE /IEA. “Energy Policy Analysis”. In: **Energy Efficient Initiative**. Vol. 1, Paris, 1998.

OCDE /IEA. “Country Profiles & Case Studies”. In: **Energy Efficient Initiative**. Vol. 2, Paris, 1998.

MARTINS, F.R.; GUARNIERI, R.A. and PEREIRA, E.B.. **O aproveitamento da energia eólica**. *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2008, vol.30, n.1, pp. 1304.1-1304.13. ISSN 1806-1117.

MORET, Artur, Délcio Rodrigues e Lúcia. **Critérios e indicadores de sustentabilidade para bioenergia**. Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais, 2006. Disponível em <http://www.natbrasil.org.br/Docs/publicacoes/bioenergia.pdf> Acesso em 10/10/2014.

REIS, L. & SILVEIRA, S. (orgs). **Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável**. Ed. Edusp. São Paulo, 2001.

ROCHA, Francisco Diniz. ROCHA, Allane Maria Matos. **Perspectivas para a Energia Eólica no Brasil e no Nordeste**. BNB Conjuntura Econômica. - N. 24 (jan. - mar. 2010). –Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010 -

ROCHA, João Gualberto Coutinho and VANALLE, Rosângela Maria. **Análise do processo decisório para seleção de rodovias a serem pedagiadas no Brasil.** *Rev. adm. contemp.* [online]. 2003, vol.7, n.1, pp. 151-172. ISSN 1982-7849. doi: 10.1590/S1415-65552003000100008.

SACHS, Ignacy .“Estratégias de Transição para o século XXI”. In: **Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável**, Bursztyn, M (org). São Paulo. Brasiliense, 1993.

TERCIOTE, Ricardo. Eficiência energética de um sistema eólico isolado.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. **Proceedings online...** Available from: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100056&lng=en&nrm=abn>. Access on: 01 Oct. 2014.

WORLD END ENERGY ASSOCIATION, 2009. Disponível em: <<http://www.wwindea.org>>. Acesso em: 28 jan. 2015.