



Revista Processus de Estudos de Gestão, Jurídicos e Financeiros

ISSN: 2237-2342 (impresso)

L-ISSN: 2178-2008 (on-line)

Ano VI, Vol.VI, n.22, abr./jun., 2015.

Tramitação editorial:

Data de submissão: 30/04/2015.

Data de reformulação: 15/05/2015.

Data de aceite definitivo: 28/05/2015.

Data de publicação: 20/06/2015.

## DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A BUSCA POR ENERGIA LIMPA

Eliane Iunes Vieira<sup>1</sup>

**RESUMO:** Este artigo trata das inconveniências da dependência, quase exclusiva, do Brasil de energia de matriz hidrelétrica. A escassez e a falta de regularidade de chuvas têm afetado o país e o risco de colapso do sistema elétrico nacional preocupa a todos. Nesse sentido, aponta para a necessidade de desenvolvimento de outras formas de energia, tais como: energia proveniente dos oceanos, energia eólica, energia solar. Destaca, ainda, que, mesmo que essas novas fontes de energia limpa sejam, a princípio, mais caras que a tradicional energia hidrelétrica, o país não pode ficar inerte e deixar para investir nesses novos setores quando for tarde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia. Fontes alternativas. Hidrelétrica. Energia dos oceanos. Energia eólica. Energia solar.

**ABSTRACT:** This article discusses the worry with Brazil's dependence on hydroelectric power energy. The shortage and the lack of rain regularity that affected the country in recent years, and the risk of collapse the electric system worries all Brazilians. Then shows that Brazil need to develop other forms of energy, for example, ocean energy, wind and solar energy. Finally, shows that although these new clean energy sources are, in principle, more expensive than the traditional hydroelectric energy, the country can not remain inert and can not postpone the investment in these new sectors, because it can be too late.

**KEYWORDS:** Energy. Alternatives energy. Hydroelectric. Ocean energy. Wind energy. Solar energy.

### 1. INTRODUÇÃO

A partir do século XIX, época da Revolução Industrial, houve grande explosão do desenvolvimento. O homem passou a deter o domínio sobre a natureza, construiu barragens, hidrelétricas, estradas, túneis, pontes e viadutos, e muito mais. Passou, também, a utilizar em

---

<sup>1</sup> Advogada. Pedagoga. Professora da Faculdade Processus. Doutora em Educação pela Wisconsin University Extension, QUE, USA. Mestre em Educação pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – MG.

grande escala, recursos naturais como fontes de matéria-prima, tais como: carvão, minério de ferro, madeira e petróleo. Esse desenvolvimento trouxe um grande problema: a degradação do meio ambiente.

A partir da segunda metade do século XX, essa degradação passou a preocupar cientistas, despertando o interesse para estudos direcionados a obter diminuição dos impactos ambientais do desenvolvimento.

A partir de meados da década de 1970, o termo ecodesenvolvimento foi lançado com um conceito, segundo o qual, os países deveriam adotar a limitação do consumo de bens materiais, como automóveis, eletrodomésticos, eletrônicos, etc. Buscava-se, também, diminuir radicalmente a produção de lixo, pelo aumento da vida útil desses produtos, com vistas a diminuir os danos ambientais. Os que propagavam essa ideologia defendiam a tese de que os países ricos e industrializados deveriam suportar o ônus dessa mudança radical de estilo de vida. Obviamente, houve muita crítica a esse modelo proposto, que foi rejeitado e abandonado.

Contraopondo-se à pregação do ecodesenvolvimento, surgiu, na década de 1980, o conceito do desenvolvimento sustentável. Desenvolvimento sustentável procura conciliar a necessidade de desenvolvimento econômico da sociedade com a promoção do desenvolvimento social e com o respeito ao meio-ambiente. Segundo a definição da Organização das Nações Unidas – ONU, –desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades<sup>2</sup>. Ou seja, desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades presentes sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.

Dessa forma, desenvolvimento sustentável é aquele que utiliza o meio ambiente para alcançar o desenvolvimento, mas o preserva para as próximas gerações. Para atingir esse ideal, é necessário que a ciência procure alternativas ao conhecimento tradicional disponível para superar o desafio da preservação ambiental.

Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável foi contemplado na Constituição Federal de 1988, no art. 225<sup>3</sup>:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

2 ONU. *A ONU e o Meio Ambiente*. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>>. Acesso em 10.ago.2014.

3 BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 10.ago.2014.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

[...]

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

§ 4º - A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

[...]

Nesse contexto, o uso de recursos naturais não renováveis como fonte de matéria-prima energética é absolutamente incompatível com o desenvolvimento sustentável. Assim é fundamental a viabilização, tanto econômica, quanto técnica, do uso de fontes de energia limpa e renovável.

## **2. A ENERGIA HIDRELÉTRICA**

Historicamente, as hidrelétricas tem sido a principal fonte de energia elétrica no Brasil. A energia obtida a partir de hidrelétricas é considerada limpa e renovável.

O potencial técnico de aproveitamento da energia hidráulica do Brasil está entre os cinco maiores do mundo; o País tem 12% da água doce superficial do planeta e condições adequadas para exploração. O potencial hidrelétrico é estimado em cerca de 260 GW, dos quais 40,5% estão localizados na Bacia Hidrográfica do Amazonas – para efeito de comparação, a Bacia do Paraná responde por 23%, a do Tocantins, por 10,6% e a do São Francisco, por 10%. Contudo, apenas 63% do potencial

foi inventariado. A Região Norte, em especial, tem um grande potencial ainda por explorar.<sup>4</sup>

Contudo, ultimamente, com as grandes alterações climáticas que afetam o planeta, especialistas tem apontado inconveniências nesse modelo, altamente dependente da matriz hidrelétrica. A escassez e a falta de regularidade de chuva têm afetado o país e o risco de colapso do sistema elétrico nacional, preocupando a todos. Para evitar esse quadro, o setor elétrico tem recorrido ao uso de termelétricas, altamente poluentes, para suprir os picos de demanda energética.

Acresce a tudo isso que, cada vez mais, tem sido difícil e oneroso construir novas hidrelétricas. Os problemas vão desde dificuldades nas licitações, passam por percalços na obtenção de licenças ambientais, as quais, em regra, em razão da magnitude das obras, dependem de prévio estudo de impacto ambiental, audiências públicas.

A propósito, a função da audiência pública, conforme Celso Fiorillo, está baseada

no fundamento constitucional do direito de informação, que decorre do princípio da participação da população, a audiência tem por objetivo expor as informações do RIMA [Relatório de Impacto Ambiental] e, através disso, recolher críticas e sugestões com relação à instalação da atividade local. Com isso, permite-se a participação popular.<sup>5</sup>

Não se deve olvidar, ainda, dos graves traumas impostos às populações afetadas com obras de grande magnitude. Ou seja, são evidentes os danos ambientais causados, os quais exigem onerosas compensações que, no mínimo, têm levado a atrasos que muito prejudicam o planejamento estratégico governamental.

Dessa forma, é fundamental ao país a busca da diversificação de sua matriz energética, com vistas a evitar o caos e a estagnação socioeconômica do Brasil.

### 3. A ENERGIA PROVENIENTE DOS OCEANOS

A energia proveniente dos oceanos é considerada energia limpa. Essa energia poder ser proveniente das ondas, das marés ou das correntes oceânicas.

A energia das ondas, também chamada de energia ondomotriz, é aquela obtida mediante o movimento das ondas oceânicas. Trata-se de energia renovável, pois resulta da obtenção de energia elétrica resultante da transformação da energia contida nas ondas. Há diversas tecnologias para obtenção de energia elétrica a partir do movimento das ondas.

4 BRASIL. Portal Brasil. *Infraestrutura. Potencial hidrelétrico brasileiro está entre os cinco maiores do mundo*. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/potencial-hidreletrico-brasileiro-esta-entre-os-cinco-maiores-do-mundo>>. Acesso em: 6.ago.2014.

5 FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*. São Paulo: Saraiva, 2007, p. 97.

No Brasil, desde 2012, está funcionando, em caráter experimental, no píer do porto do Pecém, distante sessenta quilômetros de Fortaleza – CE, a primeira usina de ondas da América Latina<sup>6</sup>.

Dois enormes braços mecânicos foram instalados no píer do porto do Pecém. Na ponta de cada um deles, em contato com a água do mar, há uma boia circular. Conforme as ondas batem, a estrutura sobe e desce. O movimento contínuo dos flutuadores aciona bombas hidráulicas, que fazem com que a água doce contida em um circuito fechado, no qual não há troca de líquido com o ambiente, circule em um ambiente de alta pressão.

Fazendo uma analogia com uma usina hidrelétrica, em vez de termos uma queda d'água, temos isso de forma concentrada em dispositivos relativamente pequenos, onde a pressão simula cascatas extremas de 200 a 400 metros — explica SegenEstefen, professor de Engenharia Oceânica da Coppe. — A água sob pressão vai para um acumulador, que tem água e ar comprimidos em uma câmara hiperbárica, que é o pulmão do dispositivo.

O mar tem sido encarado pelos pesquisadores da Coppe como uma fronteira estratégica na qual o Brasil pode ser o líder tecnológico. Somente no projeto da usina de ondas, foram investidos R\$ 15 milhões em quatro anos.<sup>7</sup>

A energia proveniente das marés é chamada de maremotriz. A transformação da força das marés em energia elétrica pode ser obtida, tanto da energia cinética das correntes proveniente das marés, quanto da energia potencial alcançada em razão da diferença de altura entre as marés alta e baixa. O Japão, a Inglaterra e o Havai já utilizam a energia maremotriz, para obtenção de energia elétrica,

mas há usinas maremotrizes em construção ou em fase de planejamento no Canadá, no México, no Reino Unido, nos EUA, na Argentina, na Austrália, na Índia, na Coreia e na Rússia.

Para a implementação desse sistema, é necessária uma situação geográfica favorável e uma amplitude de maré relativamente grande, que varia de local para local. O Brasil apresenta condições favoráveis à implementação desse sistema em locais como o litoral maranhense, em que a amplitude dos níveis das marés chega a oito metros. Os estados do Pará e do Amapá também apresentam condições favoráveis. Apesar disso ainda não há nenhuma usina maremotriz no Brasil.<sup>8</sup>

Já a energia das correntes marítimas é obtida mediante o aproveitamento da energia cinética das correntes marítimas. Tendo em vista a previsibilidade das correntes oceânicas, a utilização dessa energia, certamente, será muito útil para a geração de eletricidade, no futuro.

6 ROTAS ESTRATÉGICAS - SETOR ENERGIA. *Energia que vem das ondas – Primeira usina da América Latina*. Disponível em: <<http://rotaenergia.wordpress.com/2012/06/05/energia-que-vem-das-ondas-primeira-usina-da-america-latina/>>. Acesso em 2.ago.2014

7 IBIDEM.

8 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Energia Maremotriz*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-maremotriz>>. Acesso em: 10.ago.2014.

O Brasil, por ter mais de sete mil quilômetros de litoral, pode ter um enorme potencial para obter energia proveniente do oceano.

#### 4. A ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é obtida pela transformação da energia dos ventos, gerando eletricidade ou energia mecânica, como é o caso dos moinhos de vento ou das velas dos veleiros. Trata-se de energia renovável e limpa, pois não produz resíduos.

Quanto à aplicação desse tipo de energia no Brasil, pode-se dizer que as grandes centrais eólicas podem ser conectadas à rede elétrica uma vez que possuem um grande potencial para atender o Sistema Interligado Nacional (SIN). As pequenas centrais, por sua vez, são destinadas ao suprimento de eletricidade a comunidades ou sistemas isolados, contribuindo para o processo de universalização do atendimento de energia. [...]

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o Brasil possui 248 megawatts (MW) de capacidade instalada de energia eólica, derivados de dezesseis empreendimentos em operação. O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, elaborado pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), mostra um potencial bruto de 143,5 GW, o que torna a energia eólica uma alternativa importante para a diversificação do "mix" de geração de eletricidade no País. O maior potencial foi identificado na região litoral do Nordeste e no Sul e Sudeste. O potencial de energia anual para o Nordeste é de cerca de 144,29TWh/ano; para a região Sudeste, de 54,93 TWh/ano; e, para a região Sul, de 41,11 TWh/ano.

Ainda que a principal referência de potencial eólico do Brasil, o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (Amarante et al., 2001), não apresente avaliações a respeito da potencialidade energética dos ventos na plataforma continental do vasto litoral brasileiro - que tem nada menos que 7.367 km de extensão e conta com avançado desenvolvimento em tecnologias offshore em função do desenvolvimento e capacitação para a prospecção e produção de petróleo e gás natural neste ambiente - esta alternativa não pode ser ignorada e esta via deve ser ainda cuidadosamente avaliada, tendo em vista que estes projetos apresentam um maior volume específico de energia elétrica gerada ao beneficiarem-se da constância dos regimes de vento no oceano.

As aplicações mais favoráveis desta fonte energética no Brasil estão na integração ao sistema interligado de grandes blocos de geração nos sítios de maior potencial. Em certas regiões, [...] o perfil de ventos observado no período seco do sistema elétrico brasileiro mostra maior capacidade de geração de eletricidade justamente no momento em que a afluência hidrológica nos reservatórios hidrelétricos se reduz. [...]<sup>9</sup>

De acordo como sítio que promove o BrazilWindpower 2014, que é um evento promovido pela Associação Brasileira de Energia Eólica, Grupo CanalEnergia e GWEC, o qual terá lugar de 26 a 28 de agosto no Rio de Janeiro-RJ, tem sido o principal fórum de debates do setor eólico no país, a

9 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Energia Eólica*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-eolica>>. Acesso em 9.ago.2014.

Energia Eólica é a fonte de geração de energia elétrica que mais cresce no Brasil. Com o volume total de Energia Eólica contratado em 2013, a Energia Eólica contribuirá para a geração de mais de 70 mil empregos, R\$ 21,2 bilhões em investimentos, 8,5 milhões de casas abastecidas e 4 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas, segundo dados da ABEEólica.

Em 2013, foram contratados 4,7 GW, o maior recorde de contratação em leilões. O potencial eólico brasileiro é estimado em 300GW e a expectativa do setor elétrico brasileiro é de contratar pelo menos 2,0 GW por ano até 2020, acrescentando, a partir de 2012, mais 20GW de Energia Eólica ao sistema e movimentando cerca de USD50bi.<sup>10</sup>

Dessa forma, fica evidente que a energia eólica é uma importante alternativa de complementariedade no sistema elétrico nacional.

## **5. A ENERGIA SOLAR**

A energia solar é aquela proveniente da luz e do calor do Sol. É uma energia limpa e renovável. Há diversas tecnologias para obter energia elétrica a partir dos raios do sol.

No Brasil, por ser um país tropical, há visível vantagem na utilização da energia solar, uma vez que, em praticamente todo o território, é viável a sua utilização. Isso favorece a pulverização das áreas de produção energética. Ou seja, a produção de energia próxima ao local de sua utilização pode diminuir os custos de transmissão. Ademais, a radiação solar é gratuita, abundante e renovável, além de não gerar resíduos e não poluir o meio ambiente. Dessa forma, é compatível com o desenvolvimento sustentável.

É importante que o Brasil adote políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento da energia solar, com vistas ao futuro equilíbrio de sua matriz energética.

## **6. CONCLUSÕES**

Portanto, fica evidente que o Brasil, para alcançar o desenvolvimento sustentável na área energética, não pode ficar preso ao passado, dependendo, quase que exclusivamente, da matriz hidrelétrica.

As alterações climáticas, que elevam as incertezas acerca da regularidade do regime de chuvas, além dos elevados custos e dificuldades de toda ordem para construção de grandes hidrelétricas, mais do que justificam a necessidade de voltar o olhar para fontes alternativas de energia.

---

10 BRAZIL WINPOWER. Disponível em:<<http://www.brazilwindpower.org/pt/>>. Acesso em: 9.ago.2014.

Ainda que essas novas fontes de energia limpa sejam, a princípio, mais caras que a tradicional energia hidrelétrica, o país não pode ficar inerte e deixar para investir nesse novo setor quando for tarde. É necessário não perder de vista que vários países já estão muito à frente nesse campo. O desenvolvimento sustentável não pode ser encarado como um «luxo» destinado a países ricos, mas uma imperiosa necessidade de todos. Em um futuro próximo o desenvolvimento sustentável será a característica fundamental do desenvolvimento. Ou seja, sem sustentabilidade não haverá desenvolvimento.

## 7. REFERÊNCIAS

- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 10.ago.2014.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. *Energia Eólica*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-eolica>>. Acesso em 9.ago.2014.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. *Energia Maremotriz*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-maremotriz>>. Acesso em: 10.ago.2014.
- \_\_\_\_\_. Portal Brasil. *Infraestrutura. Potencial hidrelétrico brasileiro está entre os cinco maiores do mundo*. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/potencial-hidreletrico-brasileiro-esta-entre-os-cinco-maiores-do-mundo>>. Acesso em: 6.ago.2014.
- BRAZIL WINPOWER. Disponível em: <<http://www.brazilwindpower.org/pt/>>. Acesso em: 9.ago.2014.
- FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*. São Paulo: Saraiva, 2007.
- ONU. *A ONU e o Meio Ambiente*. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>>. Acesso em 10.ago.2014.
- ROTAS ESTRATÉGICAS - SETOR ENERGIA. *Energia que vem das ondas – Primeira usina da América Latina*. Disponível em: <<http://rotaenergia.wordpress.com/2012/06/05/energia-que-vem-das-ondas-primeira-usina-da-america-latina/>>. Acesso em 2.ago.2014