



**Políticas Energéticas para a Sustentabilidade**  
**25 a 27 de agosto de 2014**  
**Florianópolis – SC**

## **Estudo do Potencial de Participação das Fontes Renováveis de Energia na Matriz Elétrica do Estado do Paraná**

Gerson Máximo Tiepolo<sup>1</sup>

Osiris Canciglieri Junior<sup>2</sup>

Jair Urbanetz Junior<sup>3</sup>

### **RESUMO**

Uma das questões fundamentais para o desenvolvimento sustentável na sociedade atual está na geração de energia elétrica com a utilização cada vez maior de fontes renováveis de energia, e com menor agressão ao meio ambiente. Historicamente o Estado do Paraná tem sido um dos maiores produtores de energia elétrica do país, quase em toda a sua totalidade através de hidroelétricas. Entretanto, o aproveitamento desta fonte no estado, assim como no Brasil, está em declínio devido ao esgotamento do potencial hídrico e, também, devido à pressão da sociedade quanto aos impactos ambientais, sociais e econômicos ocasionados para formar grandes reservatórios, dificultando cada vez mais a sua expansão na matriz elétrica. Para superar estas limitações, outras fontes têm sido pesquisadas no estado como a eólica, biomassa e fotovoltaica. O aprimoramento e a aplicação de novas tecnologias para a geração de energia elétrica utilizando um sistema integrado e distribuído poderá resultar num ganho em grande escala nos aspectos

---

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, tiepolo@utfpr.edu.br, (41) 3310-4634

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, osiris.canciglieri@pucpr.br, (41) 3271-1304

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, urbanetz@utfpr.edu.br, (41) 3310-4634

ambiental, social e financeiro no estado, sendo necessário investimentos em pesquisa e desenvolvimento principalmente através de universidades e institutos de pesquisa, de forma a desenvolver as competências necessárias para apoiar políticas públicas futuras. Neste contexto, o objetivo deste artigo é o de apresentar uma análise do potencial de geração de energia elétrica através de fontes renováveis de energia no Estado do Paraná. O desenvolvimento deste trabalho ocorrerá da seguinte forma: inicialmente uma breve introdução, mostrando a participação das fontes de energia para geração de energia elétrica de forma global e Brasil, e em seguida o potencial de geração de energia elétrica através de fontes renováveis de energia no estado do Paraná. Por final são apresentados os resultados dessa análise e, como conclusão, como estas fontes de energia podem contribuir para elaboração de políticas de incentivos à pesquisa e desenvolvimento de projetos para a sua disseminação no estado do Paraná.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Sustentável, Energias Renováveis, Geração Distribuída, Políticas Públicas.

#### **ABSTRACT**

One of the key issues for sustainable development in society today is the generation of electrical energy with the increasing use of renewable energy sources, and with less damage to the environment . Historically the State of Paraná has been one of the largest producers of electricity in the country, almost in its totality through hydropower. However harnessing this power in the state as well as in Brazil, is in decline due to depletion of water potential and also due to the pressure of society and caused the environmental, social and economic impacts to form large reservoirs, increasingly difficult its expansion in the energy matrix. To overcome these limitations, other sources have been researched in the state such as wind, biomass and photovoltaic. The improvement and application of new technologies for generating electricity using an integrated and distributed system may result in a gain on a large scale in the environmental, social and financial aspects in the state, necessary investments in research and development is primarily through universities and research in order to develop the skills necessary to support future public policy skills. In this context the aim of this paper is to present an analysis of the potential for electricity generation from renewable energy sources in the State of Paraná. The development of this work will occur as follow: first a brief introduction, showing the participation of energy sources for power generation in Brazil and global way, and then the potential for generating electricity from renewable energy sources in the

state Paraná. By the end are shown the results of this analysis and in conclusion, as these energy sources can contribute to policymaking incentives for research and development projects for its spread in the state of Paraná.

**Keywords:** Sustainable Development, Renewable Energy, Distributed Generation, Public Policy.

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável vem de um longo processo de avaliação das relações entre sociedade e o meio ambiente, e sendo um processo contínuo, várias abordagens procuram explicar esse conceito, onde inicialmente este tema foi discutido pela World Conservation Union através do documento World's Conservation Strategy. Este documento sugere que para ocorrer desenvolvimento sustentável, devem ser consideradas as dimensões sociais e ecológicas, assim como os fatores econômicos dos recursos vivos e não vivos. Com a elaboração do Relatório Brundtland, este conceito de desenvolvimento sustentável foi formalmente definido e divulgado, com a intenção de se alcançar o equilíbrio entre estas dimensões: social, econômica e ambiental (Van Bellen, 2006).

De acordo com Glenn et al (2011), existe uma previsão quanto ao aumento significativo da renda per capita até 2030 de forma global, que deverá resultar num maior consumo, inclusive eletricidade, devido à melhoria da qualidade de vida e ao maior poder aquisitivo da população.

Dentro destes aspectos, o planejamento do setor energético é extremamente importante para assegurar a continuidade do abastecimento de energia à sociedade, ao menor custo, com o menor risco contra o desabastecimento, e com os menores impactos social, econômico e ambiental, sendo que uma parcela importante é destinada a geração de energia elétrica, energia imprescindível para o atual estágio de desenvolvimento da sociedade, que é obtida das mais variadas fontes de energia, renováveis e não renováveis (Tiepolo et al, 2012).

Atualmente a geração de energia elétrica global é gerada na sua maior parte através de combustíveis fósil e nuclear, com uma tendência de diminuição desta participação na matriz elétrica mundial, conforme os dados apresentados em REN21 (2010, 2011, 2012, 2013), e também uma tendência de maior participação de outras fontes renováveis para geração de energia elétrica, como a biomassa, eólica e solar.

Quanto ao Brasil, a principal fonte geradora de energia elétrica é a hidráulica, em virtude das grandes bacias hidrográficas existentes praticamente em

todo o seu território, seguida de outras fontes como os combustíveis fósseis e nuclear, e logo depois de fontes não-hidráulicas como a biomassa e eólica, sendo ainda desprezível a participação da solar na matriz elétrica (MME, 2012). Comparando-se os dados de 2011 e 2012 (MME, 2012 e 2013b), é possível notar na matriz elétrica brasileira um incremento na participação de fontes renováveis não hidráulicas, uma diminuição na participação da fonte hidráulica, e um aumento na participação dos combustíveis fósseis e nuclear, muito provavelmente devido a maior geração por térmicas. A participação das fontes energéticas na produção de energia elétrica na matriz elétrica brasileira e global é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1: Produção de Energia Elétrica por tipo de fonte, Global nos anos 2008, 2010, 2011 e 2012, e Brasil nos anos 2011 e 2012. Fonte: REN21 (2010, 2011, 2012, 2013), MME (2012, 2013b)

Tipo de fonte energética	% DE PARTICIPAÇÃO NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR FONTE					
	GLOBAL				BRASIL	
	REN21 2010 (dados referentes ao ano de 2008)	REN21 2011 (dados referentes ao ano de 2010)	REN21 2012 (dados referentes ao ano de 2011)	REN21 2013 (dados referentes ao ano de 2012)	BEN 2012 (dados referentes ao ano de 2011)	BEN 2013 (dados referentes ao ano de 2012)
Combustíveis Fósseis e Nuclear	82,0%	80,6%	79,7%	78,3%	11,0%	15,5%
Hidroelétricas	15,0%	16,1%	15,3%	16,5%	81,9%	76,9%
Outras Renováveis (não-hidro)	3,0%	3,3%	5,0%	5,2%	7,1%	7,7%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Em termos de Brasil, o estado do Paraná é um dos maiores produtores de energia elétrica através das hidroelétricas, com uma pré-disposição para análise e aplicação de outras fontes como a biomassa, a eólica e a fotovoltaica, esta última em sistemas isolados. Entretanto novos aproveitamentos da energia hidráulica são cada vez mais raros, dificultando a sua expansão na matriz elétrica do estado devido ao esgotamento do potencial hídrico, e também devido à pressão da sociedade com relação aos impactos ambiental, social e econômico ocasionados para formar grandes reservatórios.

Diante disto, este trabalho foi desenvolvido da seguinte forma: uma breve explanação sobre fontes renováveis para geração de energia elétrica no Paraná e seus potenciais. Em seguida será realizada uma análise dos valores encontrados e o que isto representa na matriz elétrica do estado do Paraná. Por final serão apresentadas as conclusões finais sobre esta pesquisa.

## **2. METODOLOGIA**

O Estado do Paraná situa-se ao sul do Brasil, com área de 199.880 km<sup>2</sup>, e com uma população de 10.440.526 habitantes distribuída em 399 municípios, e que apresentou no ano de 2010 um consumo de energia elétrica de aproximadamente 25,17 TWh (IPARDES, 2010).

De acordo com o BEN (2013), o Estado do Paraná possui uma Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica de 17,14 GW, distribuídos da seguinte forma por tipo de fonte de energia: Hidro – 93,15%, Eólica – 0,02%, Térmica – 6,84%, Nuclear - 0%, e demais fontes com valores desprezíveis.

### **2.1 Potencial de Energia Hidráulica**

Segundo BEN (2013), o Estado do Paraná apresenta um Potencial Hidráulico de 24,12 GW. Somando-se os empreendimentos em operação com os em construção, estima-se que quase 70% deste potencial já tenham sido explorados.

Considerando um fator de capacidade médio utilizado em usinas hidroelétricas de 53%, o potencial hidráulico estimado poderia gerar aproximadamente 112 TWh/ano. Entretanto explorar 100% deste potencial é social e economicamente impossível, por implicar em grandes deslocamentos populacionais ou na destruição de ecossistemas extremamente ameaçados, chegando-se à conclusão de que há muito pouco espaço para a expansão da hidroeletricidade.

### **2.2 Potencial de Energia Biomassa**

Segundo Gupta e Demirbas (2010), biomassa geralmente se refere à madeira, culturas herbáceas, bagaço de cana, resíduos de madeira, serragem, resíduos agrícolas, resíduos industriais, resíduos de papel, resíduos sólidos urbanos, resíduos de processamento de alimentos, plantas aquáticas, algas, resíduos animais, e semelhantes materiais com valor de energia e que pode ser convertida em energia mecânica, térmica ou elétrica.

No Brasil muitas formas de geração de energia elétrica a partir da biomassa tem sido pesquisadas, entre elas a biomassa residual. Segundo Bley et al (2009), a biomassa residual é formada através de restos de vegetais inaproveitáveis para consumo ou plantio como grãos, sementes, palhas, e os efluentes sólidos e líquidos da produção pecuária que possam ser biodegradados como dejetos e esterco. Deste estudo, foi estimado um potencial de produção de energia elétrica de 12 TWh/ano, proveniente da biomassa residual de animais a partir do biogás gerado.

Em relação ao estado do Paraná, segundo Souza et al (2002), o Potencial técnico estimado de produção de energia elétrica apenas de Resíduos Vegetais é de

108.619.490 GJ/ano, equivalente a 30,16 TWh/ano, sendo que não foram considerados neste estudo outros tipos de resíduos.

### **2.3 Potencial de Energia Eólica**

Segundo CRESESB (2001) o Potencial Eólico brasileiro estimado é de 143,47 GW, com produção de energia elétrica anual estimada de 272,20 TWh levando-se em consideração as curvas médias de desempenho de turbinas eólicas instaladas em torres de 50 metros de altura, valor muito inferior aos padrões atuais. Deste total, a região nordeste é a que possui o maior potencial, representando aproximadamente 50% do potencial total estimado no Brasil.

Em relação ao Potencial Eólico no Paraná, de acordo com COPEL (2007), levando-se em consideração as curvas médias de desempenho de turbinas eólicas instaladas em torres de 50 metros de altura, a capacidade instalada estimada é de 312 MW e produção de energia elétrica estimada anual de 847 GWh. Para turbinas instaladas a 75 metros de altura, a capacidade instalada estimada é de 1.363 MW e produção de energia elétrica estimada anual de 3.756 GWh, enquanto que para turbinas instaladas a 100 metros de altura, a capacidade instalada estimada é de 3.375 MW e produção de energia elétrica estimada anual de 9.386 GWh.

### **2.4 Potencial de Energia Solar**

Com o objetivo de descongestionar os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, muitos países em destaque os Europeus têm investido na geração distribuída, principalmente através de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFVCR), sendo permitido que toda a energia gerada ou apenas o seu excedente seja enviada ao sistema elétrico de distribuição, cuja capacidade instalada total global em 2012 foi de aproximadamente 100 GW, sendo 33 GW instalados na Alemanha (IEA, 2013).

No Brasil existem poucos projetos relevantes empregando SFVCR, o que dificulta a análise de fatores que possam impactar o sistema elétrico, com investimentos restritos às universidades e centros de pesquisa.

Em 2012 foi editada no Brasil a Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, que regulamenta e permite aos consumidores de eletricidade gerar parte ou toda a energia elétrica que consomem, através de fontes geradoras de energia elétrica conectadas à rede de distribuição, com sistemas limitados a até 1 MW no modelo de compensação de energia (net metering) (ANEEL, 2012). Com isto o total acumulado em SFVCR implantado no Brasil em 2012 ultrapassou os 8 MW (MME, 2013a), muito superior aos 161,3 kW

existentes até 2009 (Benedito and Zilles, 2010), mas muito aquém da potência instalada em países europeus da ordem de GW.

No estado do Paraná, até dezembro de 2013 haviam apenas duas instalações de SFVCR. Uma na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), de 2,1 kWp (instalada em dezembro de 2011 antes da resolução 482 da ANEEL), e outra de 8,64 kWp na empresa ELCO (homologada em outubro de 2013), sendo esta a primeira ligação “on-grid” de sistema de micro geração de energia fotovoltaica no Paraná seguindo a Resolução Normativa da ANEEL.

Entretanto estas iniciativas ainda estão muito aquém do potencial existente no estado do Paraná. De acordo com Tiepolo et al (2014), a média anual de irradiação no Paraná é aproximadamente 52% maior que a média anual de irradiação na Alemanha, país com maior potencial instalado globalmente. A Figura 1 mostra os mapas fotovoltaicos do estado do Paraná e da Alemanha.

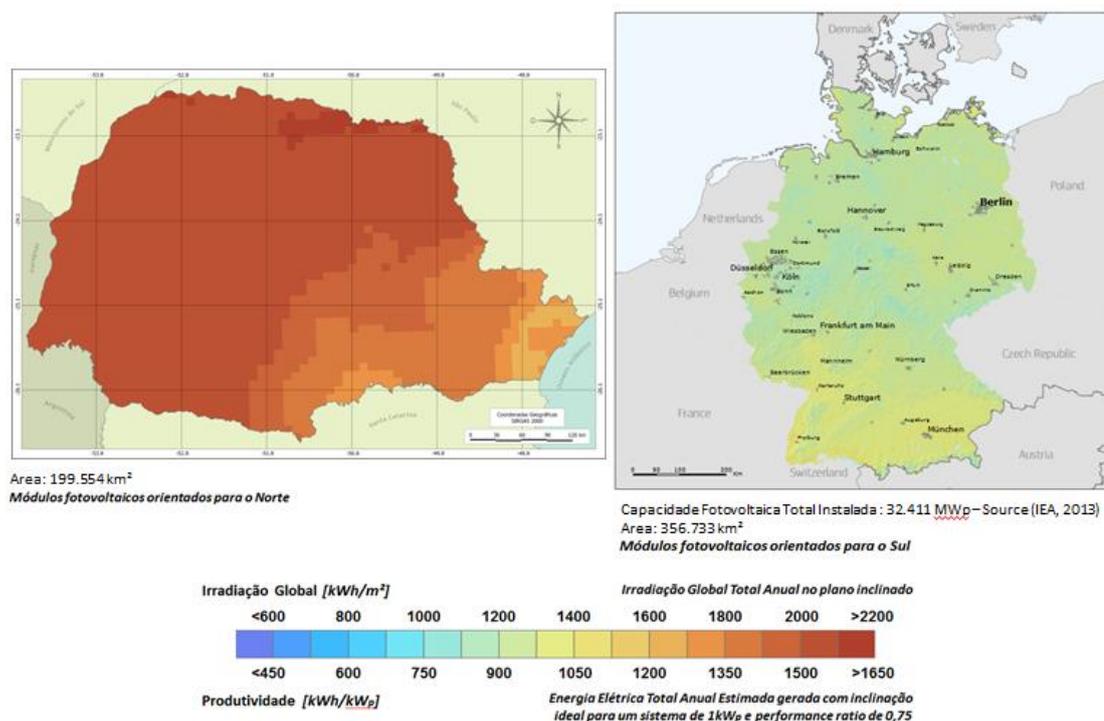


Figura 1. Mapas Fotovoltaicos do Estado do Paraná e da Alemanha. Valores de Irradiação Global no plano inclinado (igual a latitude) e de Produtividade em kWh/kWp, Total Anual, com Taxa de Desempenho de 0,75. Fonte: Adaptado de Šúri et al (2007), Huld et al (2012), e Tiepolo et al (2014)

De acordo com Šúri et al (2007), Huld et al (2012) e Tiepolo et al (2014), conforme mostrado na Figura 1, foram encontrados os seguintes valores:

- Estado do Paraná (Brasil): entre 1.200 e 1.650 kWh/kWp;
- Alemanha: entre 788 e 1.088 kWh/kWp.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da capacidade total instalada no estado do Paraná para a geração de energia elétrica, 93,15% é de origem hidráulica, o que representa aproximadamente 15,97 GW, o que representa que próximo de 70% do potencial total do estado já esteja sendo explorado. Considerando um fator de capacidade médio das usinas hidroelétricas de 53%, o estado é capaz de gerar 74 TWh/ano.

Analisando o potencial de biomassa, os valores apresentados indicam a possibilidade de se gerar 30,16 TWh, maior que a demanda anual do estado. Entretanto este potencial estimado é parcial, visto que nem todos os resíduos foram utilizados nesta estimativa, como é o caso da madeira florestal, resíduos sólidos urbanos, e resíduos provenientes da produção de suínos e aves, necessitando de mais estudos.

Quanto ao potencial Eólico, para turbinas instaladas a 100 metros de altura onde a frequência de ventos constantes é maior, estima-se um potencial de 3.375 MW e produção de energia elétrica de 9,39 TWh/ano.

Analisando-se os mapas do potencial fotovoltaico apresentados na Figura 01, e os respectivos valores estimados de energia elétrica total anual gerados para um sistema de 1kW em condições ideais de geração, percebe-se o grande potencial do estado do Paraná.

Em vista destas informações, foram elaborados 3 cenários de potencial fotovoltaico que poderiam ser instalados no estado do Paraná.

- Cenário 1: foi considerada uma Capacidade Instalada de 2.000 MW.
- Cenário 2: foi considerada uma Capacidade Instalada de 3.375 MW, igual ao potencial estimado de eólica no Paraná para torres de 100 metros.
- Cenário 3: foi considerada uma Capacidade Instalada de 33.000 MW, igual ao encontrado na Alemanha até o ano de 2012.

Para a determinação da energia elétrica gerada estimada em cada um dos cenários, foi considerada a produtividade estimada média por fonte solar fotovoltaica no estado do Paraná de 1.492 kWh/kWp, considerando uma irradiação média anual no estado de 1.987 kWh/m<sup>2</sup>, de acordo com Pereira et al (2006).

Diante das informações coletadas e dos cenários elaborados, foi elaborada a Tabela 2 com o resumo dos potenciais do Paraná, de acordo com o tipo de fonte renovável pesquisada.

Tabela 2: Potencial Estimado no Estado do Paraná. Fonte: adaptado de BEN (2013), Souza et al (2002), COPEL (2007), Tiepolo et al (2014)

<i>ESTADO DO PARANÁ - POTENCIAL ESTIMADO</i>		
<i>Fonte</i>	<i>Potência (MW)</i>	<i>Energia (TWh/ano)</i>
Hidráulica	15.963	74
Biomassa	não disponível	30
Eólica	3.375	10
Solar Fotovoltaico - cenário 1	2.000	3
Solar Fotovoltaico - cenário 2	3.375	5
Solar Fotovoltaico - cenário 3	33.000	49

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, o valor do potencial total estimado no estado do Paraná com as fontes renováveis de energia pesquisadas é de 117 TWh/ano para o cenário 1, 119 TWh/ano para o cenário 2, e de 163 TWh/ano para o cenário 3.

#### **4. CONCLUSÕES**

O objetivo desta pesquisa foi o de apresentar uma análise inicial do potencial para geração de energia elétrica através de fontes renováveis de energia no estado do Paraná, Brasil.

Contrariando a tendência global, observou-se que no Brasil houve uma diminuição na participação de fontes hidro, com pequeno aumento de fontes renováveis (não hidro), e aumento significativo de fontes não renováveis, principalmente pelo aumento na participação de termelétricas na matriz elétrica. Isto mostra uma certa fragilidade do sistema elétrico em função da dependência da fonte hidráulica, responsável por 76,9% da energia elétrica gerada em 2012. Embora seja uma fonte confiável e com custos mais baixos de geração, a dependência de um ciclo de chuvas equilibrado requer um ponto de atenção.

No estado do Paraná esta dependência é ainda maior, com 93,13% de toda capacidade instalada atual, onde a participação de outras importantes fontes como Eólica, Biomassa e Solar são desprezíveis.

De acordo com o estudo, o potencial de geração por Biomassa seria superior a 30,16 TWh/ano, enquanto que o potencial de geração por Eólica seria superior a 9,39 TWh/ano. Atualmente, existem alguns projetos em andamento no oeste do Paraná com biomassa residual de suinocultura para a geração de energia elétrica a partir do biogás, assim como uma usina eólica de 2,5 MW em operação no sul do estado. Apenas a soma do potencial estimado destas duas fontes seria

suficiente para atender a demanda do estado do Paraná, que em 2010 foi de 25,17 TWh.

Dentre as fontes pesquisadas, a mais promissora e que apresenta os menores investimentos em pesquisa e desenvolvimento no Paraná é a solar fotovoltaica, apesar do grande potencial existente no estado. O potencial de geração de energia elétrica é, comparativamente, 52% superior a Alemanha. Aliado a possibilidade de se instalar estes sistemas próximos ao ponto de consumo, principalmente em regiões urbanas como forma de geração distribuída, podendo utilizar as coberturas das edificações para a sua instalação e não necessitando de áreas extras para a sua instalação, faz com que os investimentos futuros desta fonte sejam bastante esperançosos.

Como conclusão final, observa-se o grande potencial existente no estado do Paraná para geração de energia elétrica através de fontes renováveis de energia. Entretanto, novos estudos deverão ser efetuados, em função do esgotamento do potencial hídrico no Paraná, e a necessidade do atendimento a demanda crescente de energia elétrica no estado e no país, cuja taxa de crescimento estimada é de 4,5% ao ano.

## **X. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, “*Regulamentação para energia solar fotovoltaica*”, 2012, Disponível em [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=5457&id\\_area=90](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=5457&id_area=90), Acessado em Abril 2014.

BENEDITO, R. S., ZILLES, R., “*A expansão da oferta de energia elétrica nos centros urbanos brasileiros por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede*”, Revista Brasileira de Energia, Vol. 16, nº 1, pp. 7-19, 2010.

BLEY, C., LIBÂNIO, J. C., GALINKIN, M., OLIVEIRA, M. M., “*Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais*”, 2ª Edição, Itaipu Binacional/FAO, Editora Technopolitik, 2009.

COPEL, “*Atlas do Potencial Eólico do Estado do Paraná*”, 2007, Disponível em <[www.copel.com/download/mapa\\_eolico/Atlas\\_do\\_Potencial\\_Eolico\\_do\\_Estado\\_do\\_Parana.pdf](http://www.copel.com/download/mapa_eolico/Atlas_do_Potencial_Eolico_do_Estado_do_Parana.pdf)>, Acessado em Fevereiro 2014.

CRESESB, “*Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*”, 2001, Disponível em <[www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf)>, Acessado em Fevereiro 2014.

GLENN, J.C., GORDON, T.J., FLORESCU, E., “*Futures studies around the World*”, In: 2011 State of the future, Washington, EUA, The millennium project, global futures studies & research, cap. 7, 2011, Disponível em <[www.millennium-project.org/millennium/2011SOF.html](http://www.millennium-project.org/millennium/2011SOF.html)>, Acessado em Abril 2013.

GUPTA, R.B., DEMIRBAS, A., “*Gasoline, Diesel, and Ethanol Biofuels from Grasses and Plants*”, ISBN 978-0-521-76399-8, 2010, Disponível em <<http://f3.tiera.ru/1/genesis/580-584/583000/05bb764e7c9e1bdbc64cdfa57ca931ef>>, Acessado em Fevereiro 2014.

HULD, T., MÜLLER, R., GAMBARDELLA, A., “*A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa*”, Solar Energy, 86, 1803-1815, 2012.

IEA, “*Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2012*”, PVPS Programme, Report IEA-PVPS T1-23:2013, International Energy Agency, TRENDS 2013 in Photovoltaic Applications, 2013, Disponível em <[www.iea-pvps.org/index.php?id=trends](http://www.iea-pvps.org/index.php?id=trends)>, Acessado em Fevereiro 2014.

IPARDES, “*Anuário Estatístico do Paraná 2010*”, 2010, Disponível em <[www.ipardes.pr.gov.br/anuario\\_2010/estrutura.html](http://www.ipardes.pr.gov.br/anuario_2010/estrutura.html)>, Acessado em Fevereiro 2014.

MME, “*Balanço Energético Nacional 2012: ano base 2011*”, Ministério de Minas e Energias, 2012, Disponível em <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2012.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf)>, 2012, Acessado em Junho 2013.

MME, “*Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2012*”, Ministério de Minas e Energia, 2013a, Disponível em <[www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3\\_-\\_Resenha\\_Energetica/1\\_-\\_Resenha\\_Energetica.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3_-_Resenha_Energetica/1_-_Resenha_Energetica.pdf)>, Acessado em Dezembro 2013.

MME, “*Balanço Energético Nacional 2013: Base ano 2012*”, Ministério de Minas e Energias, 2013b, Disponível em <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2013.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf)>, Acessado em Fevereiro 2014.

PEREIRA, E. B., MARTINS, F. R., ABREU, S. L., RUTHER, R., “*Atlas Brasileiro de Energia Solar*”, São José dos Campos, 1ª Edição, p. 34, 2006, Disponível online em [http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas\\_solar-reduced.pdf](http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf), Acessado em Dezembro 2012.

REN21, “*Renewable 2010 – Global Status Report*”, 2010, Disponível em <<http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx>>, Acessado em Junho 2013.

REN21, “*Renewable 2011 – Global Status Report*”, 2011, Disponível em <[www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx](http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx)>, Acessado em Julho 2013.

REN21, “*Renewable 2012 – Global Status Report*”, 2012, Disponível em <[www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx](http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx)>, Acessado em Junho 2013.

REN21, “*Renewable 2013 – Global Status Report*”, 2013, Disponível em <[www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx](http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx)>, Acessado em abril 2014.

SOUZA, S. N. M., SORDI, A., OLIVA, C.A., “*Potencial de energia primária de resíduos vegetais no Paraná*” - 4o Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas, 2002, Disponível em <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022002000200042&lng=en&nrm=iso](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000200042&lng=en&nrm=iso)>, Acessado em Fevereiro 2014.

ŠÚRI, M., HULD, T. A., DUNLOP, E. D., OSSENBRINK, H. A., “*Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries*”, Solar Energy, 81, 1295–1305, 2007, Disponível em <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>>, Acessado em Fevereiro 2014.

TIEPOLO, G. T., CASTAGNA, A. G., CANGIOLIERI, O., BETINI, R. C., “*Fontes Renováveis de Energia e a Influência no Planejamento Energético Emergente no Brasil*”, VIII CBPE – Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 2012.

TIEPOLO, G. T., CANGIOLIERI, O., URBANETZ, J., VIANA, T., PEREIRA, E. B., “*Comparação entre o Potencial de Geração Fotovoltaica no Estado do Paraná com Alemanha, Itália e Espanha*”, V CBENS – Congresso Brasileiro de Energia Solar, Recife, Pernambuco, 2014.

VAN BELLEN, H. M., “*Indicadores de Sustentabilidade. Uma análise comparativa*”. Editora FGV, 2ª edição, 2006.