

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



2016.1

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

**ANÁLISE DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA E OS EFEITOS DAS
INSTALAÇÕES EÓLICAS NO BRASIL**

André Luiz Pasquali Poppe

Número de matrícula: 1211452

Orientador: Leonardo Rezende

Junho 2016



2016.1

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

**ANÁLISE DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA E OS EFEITOS DAS
INSTALAÇÕES EÓLICAS NO BRASIL**

André Luiz Pasquali Poppe

Número de matrícula: 1211452

Orientador: Leonardo Rezende

Junho 2016

Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e não recorri para realizá-lo a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizada pelo professor tutor.

“As opiniões expressas nesse trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.”

Sumário

1. Introdução	6
2.Revisão bibliográfica.....	8
2.1.Modelos de implementação: Referências externas	8
2.2.Estimando efeitos da entrada de fontes renováveis na matriz energética.....	12
3. Análise do mercado brasileiro de energia	13
3.1 Mercado de energia elétrica.....	13
4. Energia eólica, comparativo, custos e teoria	21
4.1 Histórico do PROINFA	21
4.2 Os custos de produção eólica e investimentos	22
4.3 O caso de Belo Monte: uma comparação.....	24
4.4 Leilões recentes: uma análise de custos.....	26
4.5 A curva de Kuznets para impactos ambientais.....	28
5. Custos ambientais da energia eólica	31
6. Conclusões finais	32
7.Referências bibliográficas.....	34

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Oferta Interna de Energia Elétrica por fonte	13
Gráfico 2 - Consumo final no setor residencial	16
Gráfico 3 - Geração de energia elétrica total	17
Gráfico 4 - Capacidade Instalada de geração elétrica	18
Gráfico 5 - Evolução da capacidade hidrotérmica do SIN	19
Gráfico 6 - Acréscimo de capacidade instalada de eólica, PCH, biomassa e solar	19
Gráfico 7 - Investimento global em energia renovável	24
Gráfico 8 - Montante dos leilões e preço médio de venda por fonte (LEN, FA e LER)	28
Gráfico 9 - A curva de Kuznets ambiental	29
Gráfico 10 - – A curva de Kuznets alterada para impactos ambientais e estágios de desenvolvimento	30

Índices de tabelas

Tabela 1 - Produção de eletricidade voltada a setores	15
Tabela 2 - Energia eólica	15
Tabela 3 - Potência contratada por fonte	21
Tabela 4 - Custo ponderado de energia eólica	23

1. Introdução

Nos últimos anos, perguntas voltadas a qualidade de desenvolvimento econômico estão sendo cada vez mais presentes em fóruns, debates, reuniões governamentais e no ensino acadêmico em um modo geral. As mudanças climáticas nos últimos tempos confirmam a tese de muitos cientistas, políticos, historiadores entre outros, de que, a capacidade humana de transformar a natureza ao seu redor tem um potencial destrutivo e catastrófico, ameaçando não só a vida de vários seres, mas como a própria existência humana em grande escala. A emissão de gases poluentes como o CO₂ configura como principal agente acelerador do chamado efeito estufa, que representa o aumento da temperatura média no planeta Terra.

Na história recente, países cada vez mais têm o incentivo necessário a se reunirem em fóruns internacionais sobre o clima (no caso mais recente, COP-21 em Paris, 2015) para assim planejarem políticas cooperativas e comprometidas com a redução da emissão de gases do efeito estufa no planeta. A noção de cooperação climática pode ser explicada no conceito de teoria dos jogos e na noção de Bem Público. No momento em que os indivíduos têm pouco incentivo a escolher não poluir, já que não há um procedimento de internalizar os custos da poluição de forma muito clara a todos que usufruem dos benefícios posteriores a essa medida, o benefício social de um ambiente menos poluente é de fato um Bem Público. Todas as pessoas consumirão de forma igualitária os benefícios de um ambiente menos poluente, porém haverá diferenças a quanto cada pessoa atribuir valor a esse bem. Portanto, o ser humano tem incentivo de “pegar carona” nessa situação. Todos irão esperar que outras pessoas vão incorrer sozinhas com os custos de prover

medidas ecologicamente corretas ao clima, fazendo com que o comportamento comum seja de pagar o quanto menos para esse fim.

A teoria econômica, portanto, ajuda a explicar o quão árduo é a cooperação entre nações para superar os efeitos negativos da emissão de poluentes nos setores industriais dos países. Novamente, retornando a uma definição econômica dada na academia, o conceito de externalidades negativas facilita a melhor compreensão do tema. Como o custo marginal social não é, geralmente, contabilizado na função de custos dos produtores de poluentes, o incentivo a aumentar a produção nesse modelo permanece estável. Desse modo, políticas governamentais que incentivam a produção de energia elétrica em fontes renováveis, devem ao mínimo em um primeiro momento, ser subsidiadas e refletir um plano de reestruturação da matriz energética do país com o protagonismo da “energia limpa”.

Esse trabalho busca fazer uma análise da penetração da energia eólica no Brasil nos anos recentes, além de apresentar aspectos do mercado elétrico nacional, com relatórios e dados sobre energia eólica. De forma complementar, modelos de desenvolvimento de energia eólica e outras fontes renováveis são apresentadas para aumentar o escopo da dissertação, assim como experiências capazes de estimar o efeito da energia eólica em certos países. Dados, gráficos e tabelas são apresentados com os montantes em unidades de energia GWh (Giga watt hora) ou MWh (Megawatt hora) tanto no panorama brasileiro quanto mundial. A penúltima seção desse trabalho volta se para a energia eólica, com abordagens relativas a custos, comparação com construção de grandes centrais hidrelétricas, tomando como estudo de caso a Usina de Belo Monte, a apresentação da curva de Kuznets ambiental, além de apresentar brevemente os tipos de comercialização de energia no mercado elétrico nacional. Por fim, a última seção destaca os efeitos ambientais da instalação de um parque eólica, e dessa forma, busca trazer ao leitor uma visão crítica da utilização dessa energia no aspecto ambiental.

2.Revisão bibliográfica

Acompanhado o desenvolvimento humano, as subseqüentes fontes de geração de energia (carvão mineral e vegetal, petróleo, etc...) levaram a cabo um modelo de desenvolvimento poluente à atmosfera do planeta. A crescente emissão de gases de efeito estufa, incentivaram o maior enriquecimento do debate quanto a viabilização de outras fontes de energia. Entre essas, a fonte de energia eólica (através de ventos) se destaca como sendo cada vez mais competitiva, ao passo que os custos de sua implantação caem e os custos relacionados a fontes de combustível fóssil aumentam, conciliando o desenvolvimento sustentável com eficiência energética (Oliveira, dos Santos; 2008).

O PROINFA, através de seu programa de valorização de energias renováveis, tenta diversificar a matriz energética nacional, que apesar de ser relativamente “limpa” comparada a outros países com similares estágios de desenvolvimento econômico, é altamente depende da produção de energia via centrais hidrelétricas. O programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica, foi instituído “a fim de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos concebidos com base em fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (CPH) no Sistema Elétrico Interligado Nacional” segundo o Ministério de Minas e Energia (2015). A iniciativa do Governo é baseada na contratação de energia através de leilões de concessão de produção, na medida de aumentar a segurança de fornecimento de energia no país. Em especial, destaca-se a expansão da energia eólica que, segundo dados da CCEE (Câmara de Comércio de Energia Elétrica) cresceu 22% da capacidade instalada entre Fevereiro e Março de 2014. (CCEE,2015). A energia eólica tem grande potencial de expansão no território brasileiro (cerca de valores maiores que 60.000 MW, segundo alguns estudos), sobretudo a condições naturais favoráveis como a incidência de ventos em partes consideráveis do território, segundo site da Agência Nacional de Energia Elétrica (aneel.gov.br).

2.1.Modelos de implementação: Referências externas

A análise de experimentos de programas incentivadores a fontes alternativas é crucial para aumentar o escopo de ideias e observações, quanto quais particularidades são

cabíveis e semelhantes ao caso brasileiro sem deixar de destacar modelos de sucesso que servem de guia para o desenvolvimento sustentável no país. Nessa seção, há referências de modelos de desenvolvimento de energias renováveis para serem analisados. Países como Dinamarca, Alemanha, Estados Unidos, Austrália e China criaram programas de incentivo a fontes renováveis com diferentes formas de implementação e tentativas de fortalecimento desse segmento nos mercados de energia.

A Dinamarca foi um dos países pioneiros na produção de energia renovável, com destaque a expansão das centrais eólicas no seu país. O incentivo dado as fontes alternativas começou com a crise energética da década de 70, devido sobretudo a alta do preço do barril de petróleo com as crises políticas de tais anos. Com os custos logísticos relacionados a expansão de linhas de transmissão pagos pelas empresas de serviço energéticas estatais, houve um aproveitamento de uma moderna infraestrutura capaz de abrigar novas empresas no setor a partir de 1979. (MENDONÇA, L. H., 2009). Porém, o maior destaque para o sucesso dinamarquês não foi devido a essa medida. No advento de um apoio político às novas usinas eólicas, o governo na década de 80 subsidiou tais instalações. Por consequência, as maiorias dos parques eólicos dinamarqueses foram sendo construídos com recursos vindo de cooperativas locais e fazendeiros., ao passo que 120.000 pessoas detinham participação nesse mercado naquele período. (MENDONÇA, L. & H., 2009. p.7). A oposição a grandes indústrias entrando no mercado, combinada com um parlamento forte e ecologicamente ativo na época, estabeleceram no país um modelo de desenvolvimento descrito por Hvelplund (Hvelplund,2005,p.87) de “*innovative democracy*”. O termo faz implicação de um suporte por parte do Estado em disponibilizar uma infraestrutura flexível no mercado, capaz de abrigar novos entrantes de companhias eólica e solar principalmente. Além disso, estabelece leis capazes de fortalecer e priorizar direitos de propriedades locais e regionais sem descartar leis capazes de internalizar externalidades negativas de emissão de CO₂. (MENDONÇA, L.& H., 2009) O estudo mostra que a expansão da energia eólica no país Nórdico se deu devido ao apoio popular, pautado na manutenção das cooperativas locais que detinham a maior participação nesse mercado. Porém, com a posterior falta de interesse dos Governos subsequentes , estabelecendo um mercado de livre concorrência e, por consequência, acabando com os subsídios e legislações favoráveis as cooperativas locais, o mercado de energia eólica foi gradualmente configurado para uma maior participação de grandes firmas, havendo concentração das instalações em áreas de maiores incidência de ventos. (MENDONÇA, L.& H., 2009). O sentido de “*innovative democracy*” é pautado no

desenvolvimento de energia renovável com o apoio e participação popular no novo empreendimento.

O exemplo alemão vai de acordo com o tipo de programa de incentivo a energia renovável criado pela Dinamarca. O “*Energiewende*”, programa de apoio de energia renovável da Alemanha, prioriza a disponibilidade de “*feed-in tariffs*” para o desenvolvimento dessas novas fontes além de priorizar a participação de pessoas físicas e fazendeiros. Hoje, em torno de 50% da capacidade de energia renovável está em poder desse público-alvo. (Netherlands national agreement report. 2013). A participação de diferentes segmentos da sociedade e a favorável opinião pública, forçaram o apoio dos partidos políticos ao programa. (Netherlands national agreement report. p.16 2013)

Afim de aumentar o escopo da pesquisa, a abordagem americana quanto a seu programa de desenvolvimento de energia renováveis pode ser um veículo capaz de orientar e especificar análises críticas, fomentando ou atrapalhando seu desenvolvimento. Nos EUA, as medidas de desenvolvimento se baseavam na concessão de tarifas de crédito (PTC – “*Production Tax Credit*”) e “*feed-in tariffs*” (tarifas estipuladas pelo governo a fim de compras por parte das empresas concessionárias de energia, em comprar certa quantidade oriunda de produção de renováveis a valores acima do mercado). No entanto, a adoção de tarifas “PTC” incentivou o domínio de grandes e poucas empresas no nascente mercado de energia eólica, devido sobretudo ao montante de impostos de responsabilidade (“*Tax Liability*”) que eram pré-requisitados para a concessão do crédito “PTC”. (MENDONÇA, L.& H., 2009) Dessa forma, fica evidente que a simples concessão de créditos para o desenvolvimento sustentável, não garante um bom funcionamento do mercado de energia alternativa nos seus primeiros momentos, facilitando a consolidação de estruturas de mercado semelhantes às de fontes de energia não-renováveis: poucas empresas e baixa competição, gerando significativos mark-ups para as mesmas.

Ao contrário dos modelos de planejamento de energia renováveis citados acima, há a opção de focar nas existentes falhas de mercado, típicas de setores complexos da economia, como no caso de energia elétrica. Na medida em que certas condições da teoria econômica, como a inexistência de externalidades negativas, informação completa aos participantes do mercado e inexistência de custos de transação não são atendidas, a intervenção do estado é justificada para corrigir, dadas falhas de mercado. O exemplo

australiano parece bem similar ao brasileiro, na medida em que compartilham questões como a grande dimensão do território, barreiras financeiras e técnicas à implantação de geração de renováveis, além de um significativo setor de energia fósseis bem ativo no mercado de energia elétrica. Dado tamanha complexidade no mercado, o ponto de Bem-estar social pode ser alcançado, não através de medidas de maior eficiência à fontes de renováveis, como fim de subsídios por exemplo, mas da intensificação de políticas governamentais voltadas à maior participação no mercado dessas fontes. (BYRNES & BROWN; 2015). Logo, programas voltados primariamente a melhor eficiência de renováveis, ignoram o fato de já haver intervenções distorcidas no mercado em favor das fontes de energia fossilizadas. (BYRNES & BROWN; 2015). “*Policy-makers*” devem dispor de um maior “*level playing field*” reduzindo a força de barreiras institucionais à entrada de novos concorrentes, sobretudo de fontes alternativas de energia, ao mercado (BYRNES e BROWN; 2015).

Liu, Zhang, Zhao e Yuan (2015) apresentaram a expansão da indústria eólica na China, com uma análise da chamada “*Feed-in Tariff*” e uma medida de custo médio padrão ao novo mercado (LCOE – *Levelized cost of electricity*). Com base em medidas quanto a taxa de retorno médio do mercado, a taxa de desconto de longo prazo e os custos relativos a construção dos parques e manutenção, se conclui que a política baseada na “*feed-in tariff*” foi primordial na rápida e agressiva expansão da energia eólica no país. A junção de políticas voltadas à indústria de construção de peças local com o recorrente aprendizado de melhores técnicas de produção no setor (“*Learning-by-doing*”), ajudaram a reduzir o LCOE, tornando o setor eólico competitivo com a indústria termoelétrica no país. (LIU,ZHANG,Z.&Y.; 2015)

Esses modelos de desenvolvimento podem ser diferidos de forma simplificada em duas características principais. Há um modelo específico de disponibilidade de “*Feed-in Tariffs*” onde o custo de produção das energias eólicas e outras renováveis é levado em conta, disponibilizando por parte dos governos, contratos longos de concessão de energia para fontes renováveis, tomando como base os custos de produção das mesmas. Dessa forma, claramente o Estado é levado para incentivar o aumento do uso de fontes alternativas através desses tipos de subsídios. É óbvio que em todos os modelos citados acima há algum grau de intervenção estatal no mercado de energia elétrica. Porém, cabe aqui ressaltar o caráter destoante da política pública dinamarquesa de “*innovative democracy*”. Ao mesmo tempo que o governo da Dinamarca subsidiou o desenvolvimento da energia eólica, o nascente mercado se abriu a participação ao público

com participações de fazendeiros por exemplo, na produção das torres eólicas, com cooperativas locais. No entanto, esse modelo foi se transformando ao passar dos anos, e por fim, a Dinamarca adotou um modelo mais parecido com os outros países citados, onde há subsídios do governo, com a presença de grandes concessionárias no mercado de energia eólica. Essa breve análise incentiva o debate quanto ao modelo de desenvolvimento da energia eólica no Brasil, onde o PROINFA adota um modelo típico de “*Feed-in tariffs*” com os leilões de Fontes Alternativas (LFA).

2.2. Estimando efeitos da entrada de fontes renováveis na matriz energética

Fora as análises institucionais dos programas de fomento a fontes de energia alternativa, é necessária uma estimativa do efeito dessas mudanças na matriz energética dos países e, por consequência, nos preços das tarifas de energia. A quantificação dos benefícios de energia alternativa sustenta a base de apoio a esses programas. Todavia, tais abordagens levam a discussão de mais questões ao tema, relativas principalmente a grau de penetração de energias renováveis e o quais metas devem ser estimuladas.

Linares, Gelabert e Labandeira (2011), usaram métodos econométricos de mínimos quadrados ordinários (MQO) para estimar o efeito de maior uso de fontes de energia renovável, no preço de energia na Espanha. Os resultados mostraram que o aumento de 1 GWh (Giga watt-hora) na produção de eletricidade “limpa”, gera uma redução de 1,9 € por MWh no preço médio da tarifa de energia (cerca de 4% do preço médio do período de 2005-2009). Afirmando assim, um impacto significativo de fontes alternativas no preço de energia elétrica, gerando um aumento do bem-estar do consumidor.

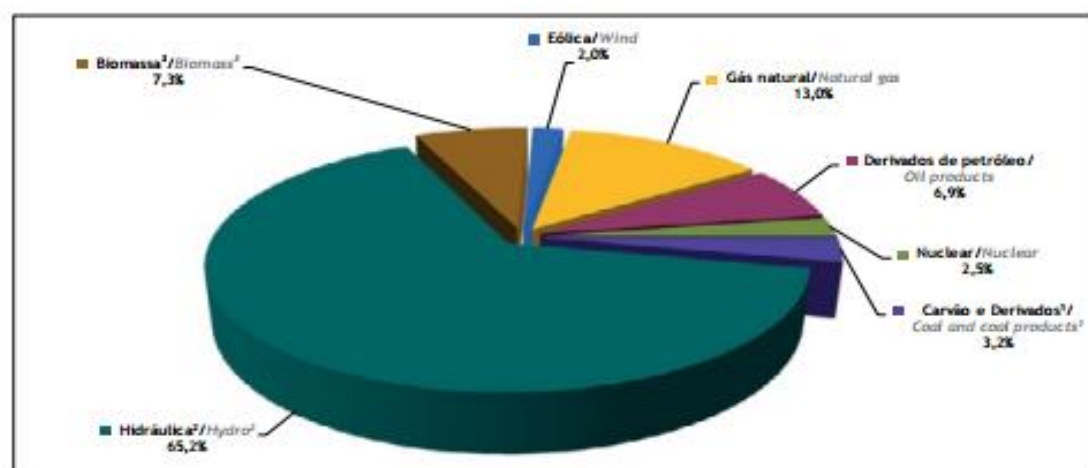
O'Neill, Harden, Riordan e O'Flaherty (2014), analisaram o impacto do maior uso de energia eólica no preço do setor energético irlandês (SMP- “*system marginal price*”). Através da análise de tendências históricas da inserção de energia eólica, das variações do SMP e dos preços relativos no mercado da Irlanda. Há a conclusão de que devido à alta dependência da matriz energética do país na geração elétrica via gás natural, sobretudo vindo do Reino Unido, o crescimento de usinas eólicas no período de 2007 a 2013 não foi capaz de impactar o preço médio do setor. Servindo de contraponto ao estudo de Linares, Gelabert e Labandeira (2011), o experimento mostra que certas particularidades dos países quanto a atual e histórica composição energética devem ser cuidadosamente estudadas a fim de introdução de programas e incentivos à energia alternativa.

3. Análise do mercado brasileiro de energia

3.1 Mercado de energia elétrica

Segundo dados do BEN 2015 (Balanço Energético Nacional de ano-base 2014), a energia eólica fazia parte de 2% da oferta interna de energia elétrica, que apesar dos avanços dos últimos anos das fontes alternativas, tem 65,2% de composição de energia hidráulica. O gráfico abaixo mostra a Oferta Nacional de energia elétrica e suas divisões por fonte de produção. O relatório enfatiza ainda o avanço de fontes não renováveis de energia elétrica de 23,3% em 2013 para 26,9%.

Gráfico 1 – Oferta Interna de Energia Elétrica por fonte



Notas/ Notes:

¹ Inclui gás de coqueria/ Includes coke oven gas

² Inclui importação de eletricidade/ Includes electricity imports

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lúvula e outras recuperações/ Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources

Fonte: BEN 2015 p.9

O acréscimo da capacidade instalada de energia elétrica no período foi de 7.171 MW destacando-se que 37,6% desse avanço foi devido a fontes de energia eólicas solares. Para apresentar de vez o crescimento significativo da energia eólica nos últimos anos, a tabela abaixo reflete dados em GWh (Giga-watt hora)

da produção e consumo dessa fonte energética. Deve-se destacar o crescimento de 86% da geração de 2013 para 2014.

De fato, analisando de forma sucinta o mercado elétrico, é prudente realizar a simples pergunta: para onde é canalizado esse montante?

A tabela abaixo mostra as principais fontes de consumo de energia elétrica no país, explicitando o cenário contemporâneo da economia brasileira. É interessante observar a quantidade de consumo para a própria produção de energia elétrica do setor público (496.510 GWh) ante o setor residencial (132.049 GWh). Cabe ainda fazer uma análise histórica do ano de 2014, cenário de uma crise energética onde o setor industrial sofreu uma redução de consumo de 210.159 GWh para 205.932 GWh.

Tabela 1 – Produção de eletricidade voltada a setores

	GWh										
FLUXO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	FLOW
PRODUÇÃO	403.031	419.383	445.149	463.120	466.158	515.799	531.758	552.498	570.835	590.479	PRODUCTION
CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERVIÇO PÚBLICO	363.248	377.644	398.011	412.012	409.150	442.803	454.726	474.470	484.673	496.510	PUBLIC SERVICE POWER PLANTS
AUTOPRODUTORES	39.782	41.739	47.138	51.107	57.008	72.995	77.033	78.028	86.162	93.968	SELF PRODUCERS
IMPORTAÇÃO	39.202	41.447	40.866	42.901	40.746	35.906	38.430	40.722	40.334	33.778	IMPORT
EXPORTAÇÃO	-160	-283	-2.034	-689	-1.080	-1.257	-2.544	-467	0	-3	EXPORT
VARIAÇÃO DE ESTOQUES, PERDAS E AJUSTES	-86.880	-70.597	-71.850	-77.082	-79.795	-85.748	-86.676	-94.367	-94.995	-93.174	LOSSES
CONSUMO TOTAL	375.193	389.950	412.131	428.250	426.029	464.699	480.968	498.386	516.174	531.080	TOTAL CONSUMPTION
CONSUMO FINAL	375.193	389.950	412.131	428.250	426.029	464.699	480.968	498.386	516.174	531.080	FINAL CONSUMPTION
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	375.193	389.950	412.131	428.250	426.029	464.699	480.968	498.386	516.174	531.080	FINAL ENERGY CONSUMPTION
SECTOR ENERGÉTICO	13.534	14.572	17.270	18.395	18.149	26.837	24.220	26.350	29.719	31.157	ENERGY SECTOR
RESIDENCIAL	83.193	85.810	90.881	95.585	100.638	107.215	111.971	117.646	124.896	132.049	RESIDENTIAL
COMERCIAL	53.492	55.222	58.535	62.495	65.981	69.718	74.056	79.797	84.397	90.619	COMMERCIAL
PÚBLICO	32.731	33.049	33.718	34.553	35.245	36.979	38.171	39.818	41.332	42.648	PUBLIC
AGROPECUÁRIO	15.685	16.417	17.536	18.397	17.684	18.938	21.460	23.268	23.786	26.735	AGRICULTURE AND LIVESTOCK
TRANSPORTES	1.188	1.462	1.575	1.607	1.591	1.662	1.700	1.885	1.884	1.941	TRANSPORTATION
FERROVIÁRIO	1.188	1.462	1.575	1.607	1.591	1.662	1.700	1.885	1.884	1.941	RAILROADS
INDUSTRIAL	175.370	183.418	192.616	197.218	186.740	203.350	209.390	209.622	210.159	205.932	INDUSTRIAL
CIMENTO	4.380	4.682	5.228	5.785	5.816	6.435	6.949	7.495	7.826	7.920	CEMENT
FERRO-GUSA E AÇO	16.248	16.879	18.363	18.622	14.898	18.755	19.933	19.717	19.671	19.441	PIG-IRON AND STEEL
FERRO-LIGAS	7.735	7.703	8.675	8.737	6.749	8.461	7.883	7.741	7.277	6.768	IRON-ALLOYS
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	9.634	10.030	10.792	11.274	8.230	11.300	11.946	11.753	11.842	12.592	MINING/ PELLETIZATION
NÃO-FERROSOS E OUTROS DA METALURGIA	34.874	36.904	38.056	39.144	36.208	37.191	38.466	37.844	36.107	32.553	NON-FERROUS/ OTHER METALLURGICAL
QUÍMICA	21.094	21.855	23.084	22.109	23.215	23.898	23.420	23.523	22.817	22.361	CHEMICAL
ALIMENTOS E BEBIDAS	20.658	21.487	22.396	23.080	23.542	26.964	27.234	28.177	27.400	27.035	FOODS AND BEVERAGES
TÊXTIL	7.670	7.775	7.963	7.813	7.735	8.308	8.225	7.496	7.384	7.236	TEXTILES
PAPEL E CELULOSE	14.773	15.464	16.578	17.764	18.297	19.020	19.077	19.023	19.594	20.711	PAPER AND PULP
CERÂMICA	3.136	3.209	3.307	3.469	3.504	3.714	3.973	4.172	4.422	4.378	CERAMICS
OUTROS	35.168	37.431	38.174	39.421	38.547	39.304	42.284	42.681	45.820	44.939	OTHERS

Fonte: BEN 2015 p.36

Tabela 2 – Energia eólica

	GWh										
FLUXO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	FLOW
GERAÇÃO TOTAL ¹	93	237	663	1.183	1.238	2.177	2.705	5.050	6.576	12.210	TOTAL GENERATION ¹
CONSUMO TOTAL	93	237	663	1.183	1.238	2.177	2.705	5.050	6.576	12.210	TOTAL CONSUMPTION

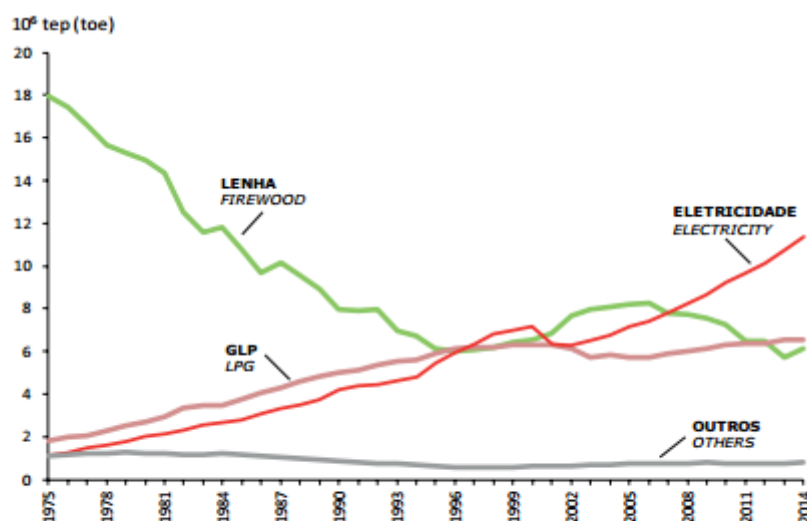
¹ Para estimar dados não informados, foi considerado o fator de capacidade médio do parque eólico nacional de 32,0% / ¹ In order to estimate the data not reported, it was considered 32.0% as the average capacity factor of the national windfarms.

Fonte: BEN 2015 p.26

Dada a composição do consumo energético residencial, fica claro também a importância do suprimento de energia elétrica para o consumo das famílias nos últimos anos. Cabe aqui relatar tal fato para poder enfatizar a importância do setor e para posteriores análises aos seus efeitos no dia a dia da esfera residencial. Desse modo,

analisar efeitos de energia alternativa ao setor trazem implicações diretas ao consumo das famílias no país. O gráfico abaixo mostra que em meados de 2008 o consumo final de energia elétrica ultrapassou a lenha como principal fonte de energia ao consumo residencial.

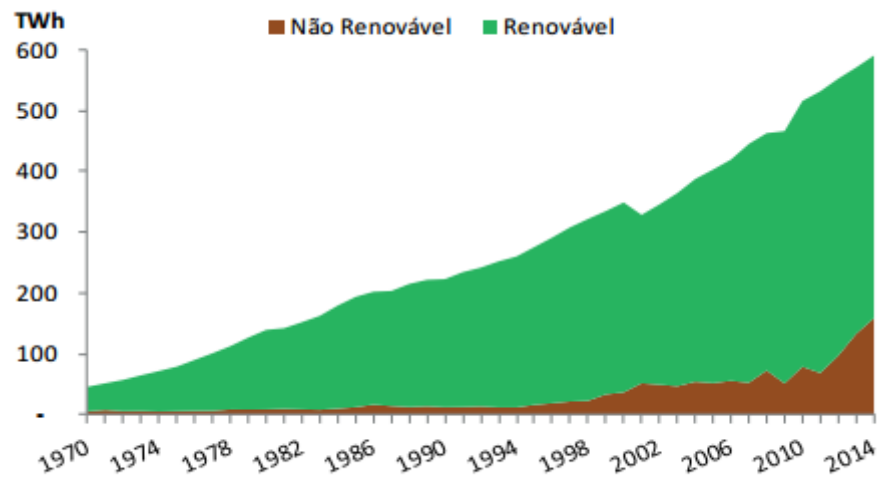
Gráfico 2 – Consumo final no setor residencial



Fonte: BEN 2015 p.43

O relatório de energia também mostra a divisão da matriz energética de eletricidade em fontes renováveis e não renováveis. De fato, o tema central desse trabalho passa exatamente pelo dilema energético no Brasil atualmente. Ao passo que a maior parte da geração é feita por fontes renováveis, incluindo oriunda das hidrelétricas, no momento em que há uma crise de abastecimento, como no período entre os anos de 2014 e 2015, as usinas termoeletricas são acionadas para compensar a baixa produção das hidrelétricas. Com níveis de reservatórios baixos, há ligeiramente um aumento no custo de energia (devido ao alto custo de manutenção das centrais termoeletricas fazendo com que haja o aumento de emissão de poluentes na atmosfera.

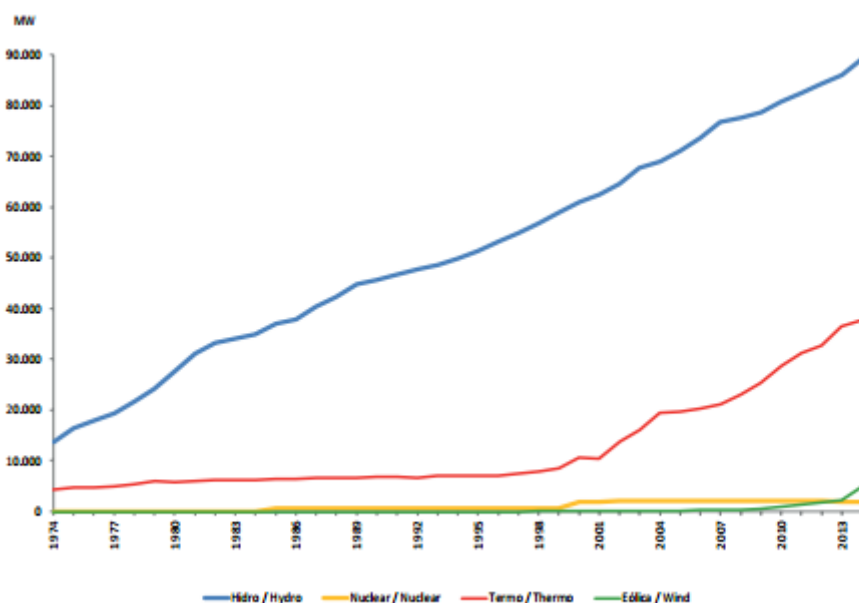
Gráfico 3 – Geração de energia elétrica total



Fonte: BEN 2015 p.62

Logo, o gráfico acima tende a sobrevalorizar efetivamente a produção de energia renovável no país. No momento em que há uma extrema dependência em hidrelétricas, fazendo com que as centrais termoelétricas tenham um papel crucial na manutenção da produção em níveis satisfatórios, é ilusório afirmar que tendo uma composição energética “limpa” signifique estabilidade produtiva.

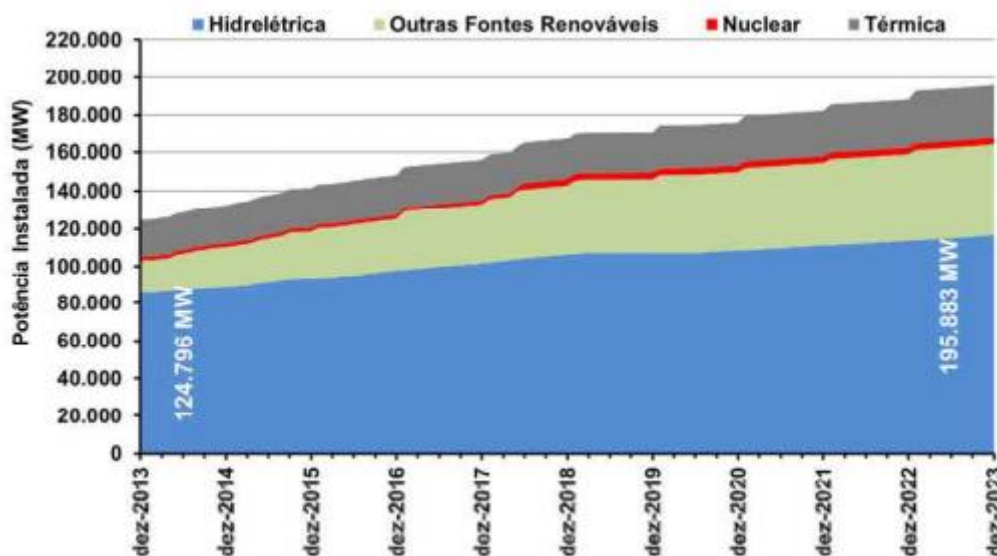
Gráfico 4 – Capacidade Instalada de geração elétrica



Fonte: BEN 2015 p.99

O gráfico 4 sumariza o atual panorama do mercado de energia elétrica no país. Apesar do baixo nível de capacidade instalada de energia eólica, é possível observar uma tendência de crescimento nos últimos 6 anos de análise. A principal meta dessa fonte de energia, assim como a solar, não é atingir níveis de energia hidráulica, mas sim tentar uma aproximação com a capacidade termoelétrica a fim de fornecer uma maior segurança energética, do ponto de vista sustentável, em crises de abastecimento dos reservatórios das centrais hidrelétricas.

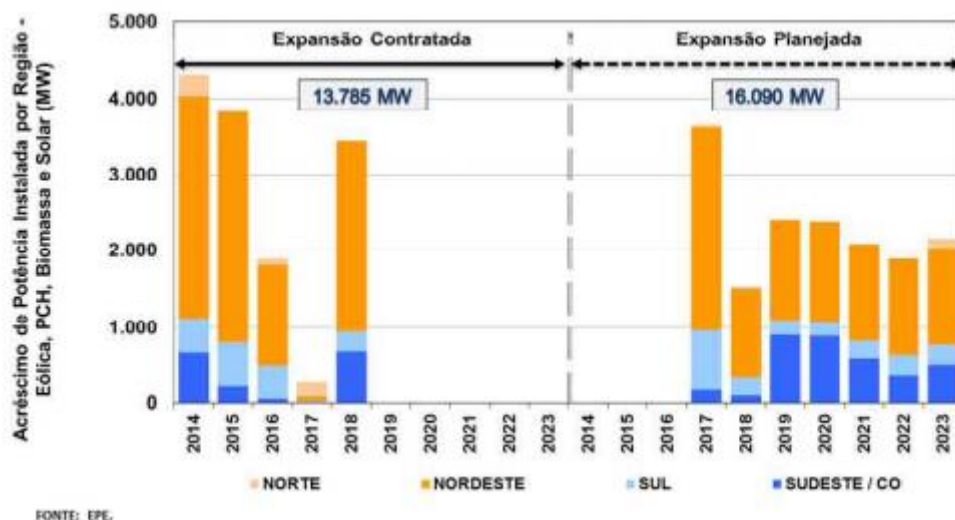
Gráfico 5 – Evolução da capacidade hidrotérmica do SIN



Fonte: relatório PDE 2023 p.78

O gráfico 5 do relatório PDE (Plano Decenal de Energia) 2023, divulgado pelo Ministério de Minas e Energia, relata a projeção de capacidade instalada até 2023. Comparando tal gráfico, com o demonstrado pelo relatório BEN 2014, claramente, a tendência de maior participação das fontes renováveis está sendo esperada pelo Governo Federal.

Gráfico 6 – Acréscimo de capacidade instalada de eólica, PCH, biomassa e solar



Fonte: PDE 2023 p.89

Para efeitos de última análise, o gráfico 6 do relatório PDE 2023 divide por regiões do país, os dados de MW (Megawatt hora) contratados por projetos

de energia renovável fora grandes centrais hidrelétricas. É fato que a região onde se dá a maior expansão de produção de energia limpa é o Nordeste, em muito contribuído pelas condições atrativas de preços de arrendamento, cruciais para a compra ou aluguel de terrenos férteis à produção de torres eólicas e painéis solares por exemplo, e a existência de externalidades positivas ao mercado, com a presença de vários fornecedores de montagem de centrais energéticas, principalmente eólicas. Além disso, cabe destacar a crescente competitividade das usinas eólicas no mercado de eletricidade, com a queda dos custos de implementação e manutenção, aliados a condições financeiras e tributáveis favoráveis a expansão. Por consequência, a expansão da produção de centrais eólicas e de outros renováveis trará maiores recursos e investimentos à região, trazendo consigo externalidades socioeconômicas positivas para a população desde em áreas de alta incidência de ventos no sertão baiano ao litoral do Piauí.

4. Energia eólica, comparativo, custos e teoria

Uma abordagem fundamental no estudo da viabilidade das energias renováveis deve ser feita via análise de custos. O objetivo dessa seção é prover ao leitor provas de queda generalizada dos custos das energias eólica e ,ao tomar o exemplo da Usina de Belo Monte, ponderar os custos de instalação de grandes centrais hidrelétricas focando no aspecto geográfico.

4.1 Histórico do PROINFA

O Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia (PROINFA) foi criado com a lei 10.438 de 15 de abril de 2002 a fim de promover o incentivo e expansão de fontes alternativas na matriz energética brasileira. Na primeira fase de seu programa, o PROINFA garantiu a contratação de 3300 MW de potência em projetos eólicos, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH's). Na segunda fase do programa, o PROINFA estipula regras para que a participação dessas fontes chegue a 10% da matriz energética. Por meio do sistema “*Feed in Tariffs*” na primeira fase do programa, o Proinfa utilizou se desse meio tarifário para projetos com contratos de 20 anos. O resumo do resultado da primeira fase de implementação do Proinfa apresenta se na tabela abaixo.

Tabela 3 – Potência contratada por fonte

Fonte	Expectativa	Contratação Final
Biomassa	1.100 MW	685 MW
PCH	1.100 MW	1.191 MW
Eólica	1.100 MW	1.422 MW
Total	3.300 MW	3.299 MW

Fonte: DUTRA, SZKLO (2006) p.4

A energia eólica superou as estimativas iniciais do programa obtendo uma maior participação em cerca de 29%. Dessa forma, é significativa a demonstração do potencial eólico no país desde a primeira fase de implementação do Proinfa.

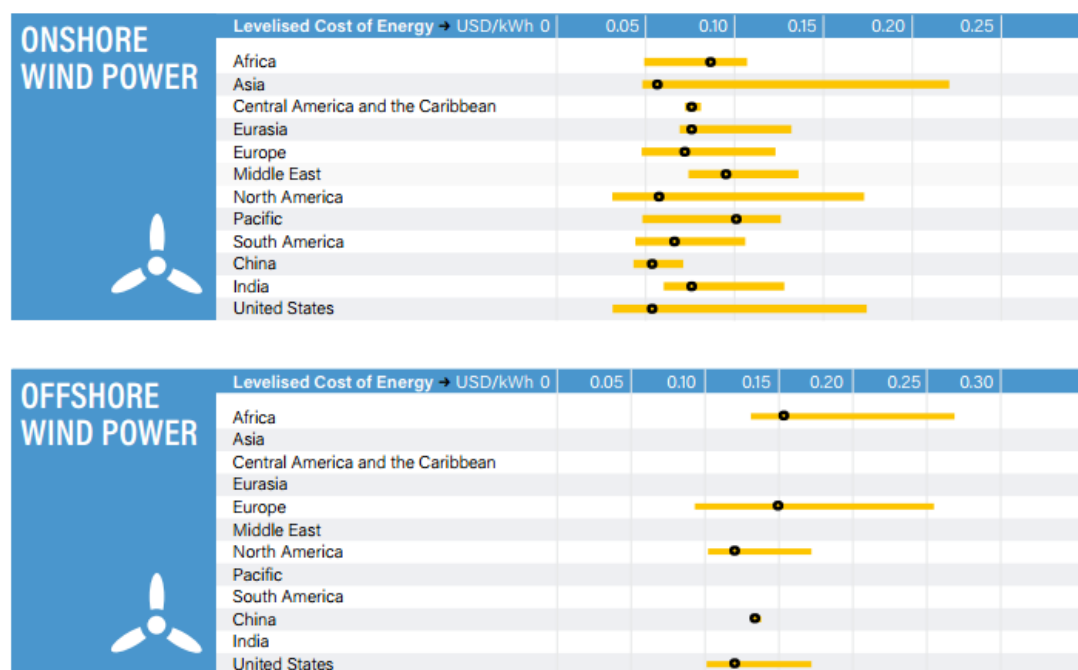
O novo modelo do setor elétrico, em paralelo ao início da segunda fase do Proinfa, é pautado em regras estáveis, segurança e modicidade tarifária (DUTRA, SZKLO, 2006). Criado na lei número 10.848/2004, o modelo instruiu dois ambientes de contratação de energia: ACR – Ambiente de Contratação Regulada, e ACL – Ambiente de Contratação Livre. Sob esses aspectos, os leilões de energia são acordados no ambiente regulado, já que, no ambiente de livre contratação há o acordo bilateral entre empresas geradoras e comercializadoras, com o preço estipulado nesse acordo. O aspecto do leilão regulado especifica que o consórcio que indicar o menor preço de tarifa pago ao consumidor, ganha a contratação da potência de energia em MW, com vigência de operação definido no leilão.

De fato, o histórico do Proinfa relata o sucesso inicial do sistema de *“feed in tariffs”* presentes em modelos de diferentes países, como demonstrado em seções anteriores desse trabalho. No entanto, com a maior participação das fontes renováveis, o modelo de contratação de energia deve gerar mais segurança e estabilidade aos investidores potenciais, por isso, a prevalência do *“feed in tariffs”* deve ser questionada a fim de atingir esses objetivos.

4.2 Os custos de produção eólica e investimentos

O sucesso e expansão dos parques eólicos no Brasil e no mundo se explica não só pela tendência dos países em subsidiarem as energias renováveis, mas também devido a progressiva queda nos custos de produção. Alinhados a expansão tecnológica no setor e economias de escala, segundo o REN21, o relatório global de energia renovável, o custo médio ponderado global de eletricidade da energia eólica em terra, é estimado por volta de 0,06 U\$/Kwh. Desse modo, com o custo de energia fóssil estimada pelo relatório entre 0,045 U\$/Kwh e 0,14 U\$/Kwh, é evidente que a alternativa eólica está em nível de competitividade com fontes mais poluentes. No entanto, é válido ressaltar que os custos de produção de eólicas variam de forma significativa em todo o globo. O gráfico abaixo ilustra tal situação, tanto para parques instalados no mar quanto em solo.

Tabela 4 – Custo ponderado de energia eólica

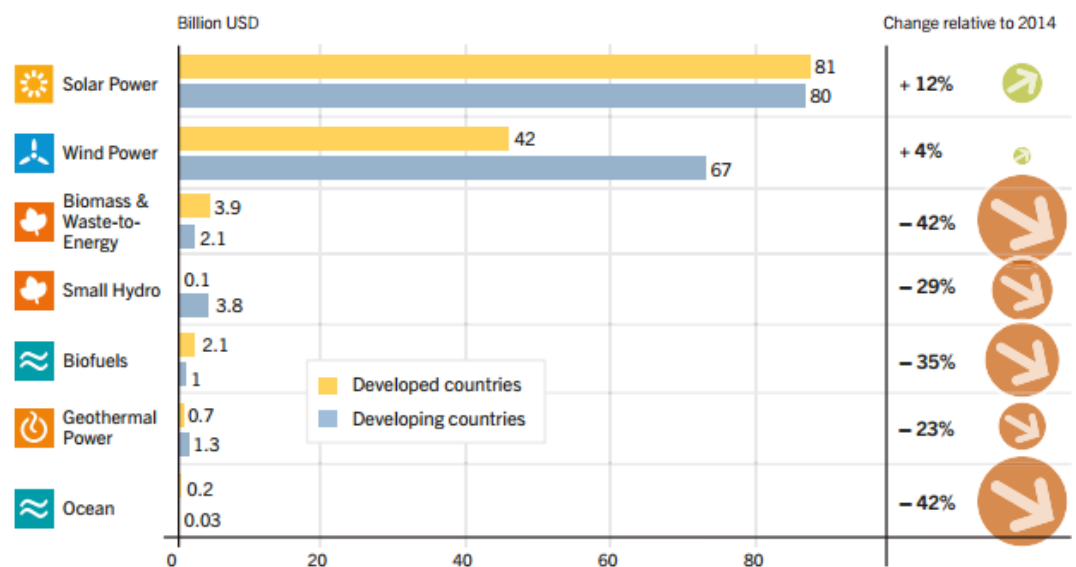


Fonte: REN 21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st century), 2016 P.84

O relatório ainda mostra um aspecto interessante: pela primeira vez na história, os investimentos em energias renováveis (excluindo grandes hidrelétricas) é maior em países em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos. Esse aspecto mostra o viés global de queda de custos e maior atratividade dessas fontes em diversas áreas do globo. O gráfico mostrado no relatório do REN21 (2016) e desenvolvido pela Bloomberg New Energy

Finance, mostra que a diferença se dá pelo maior fluxo de investimento em energia eólica nos países em desenvolvimento, fazendo com que esses estejam na frente dos países desenvolvidos em termos de atratividade e expansão de fontes “limpas” de energia.

Gráfico 7 – Investimento global em energia renovável



Fonte: Bloomberg New Energy Finance, retirado do REN21 (2016) p.103

4.3 O caso de Belo Monte: uma comparação

Em julho de 2010, começou a ser construída a Usina hidrelétrica de Belo Monte no estado do Pará. Prevista para ser a terceira maior hidrelétrica do mundo, a construção da usina permeava os planos dos governos desde a ditadura militar. Segundo SANTOS (2012, p.5):”(sic)...o que se observa na construção da usina é uma tentativa de implantar um projeto de sociedade, visando impor uma “civilização” à região amazônica”. Em torno da construção da usina, tensões ambientais, indígenas e sociais emergiram em debates tensos com o governo e o consórcio vencedor do leilão ao empreendimento. A energia eólica, como

projeto jamais iria arcar com questão tão complexas quanto a ocupação de espaço para sua atividade.

A usina de Belo Monte foi projetada na bacia do rio Xingu, com ramificações nas cidades de Altamira, Vitória do Xingu e Senador José Porfírio. Com a construção em andamento, os custos de aluguéis dessas cidades aumentaram de forma significativa, impactando a população pobre da região que vivia na periferia de Altamira. Segundo Fleury e Almeida (2013), moradores dessas áreas, conhecidas como “baixões”, começaram a se organizar e realizar ocupações durante o andamento do projeto, cobrando do consórcio e do governo responsabilidade quanto ao alto custo de moradia na região, e ao temor de aumento de alagamentos nas moradias existentes, com a construção da usina.

Antes mesmo das obras começarem, houve conflitos históricos com a presença da comunidade indígena local, mobilizando até mesmo órgãos nacionais como a FUNAI, Ibama e internacionais como o Greenpeace. Um caso notório envolvendo o conflito comunidade indígena de um lado, e governo e consórcio do outro, foi na realização do Xingu +23, paralelo à Rio +20 (Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável). Foi o primeiro encontro dos povos indígenas do Xingu, que marcou protesto em um dos trechos do rio contra a operação de obras do consórcio. O encontro marca a comemoração contra a barragem do rio em 1989. É evidente que o conflito se estende desde quando se foi notado o planejamento governamental da construção da hidrelétrica.

De acordo com SANTOS (2012, p.5): “O que podemos analisar é uma postura etnocêntrica por parte do governo federal que tenta justificar qualquer tipo de ação que viole direitos humanos e sociais em nome do desenvolvimento econômico e crescimento industrial do país.”

Esse estudo de caso mostra o quanto a fonte eólica é inovadora em um dos aspectos que as grandes centrais hidrelétricas causam: efeitos socioambientais de grande magnitude dada sua construção. Essa breve análise convém enfatizar os altos custos ambientais e sociais que as centrais hidrelétricas cada vez mais defrontam devido a suas grandes medidas. As terras com maior potencial hidráulico se encontram na bacia amazônica e, portanto, devido a diversidade da fauna, flora, cultural e social da região, grandes projetos de usinas hidrelétricas

tomarão custos ambientais e sociais cada vez mais altos, além de cada vez mais sofrerem resistência por parte de ambientalistas.

Dessa forma, fica claro a vantagem comparativa dos projetos eólicos nessa questão. Ao mesmo tempo que a dimensão dos parques eólicos não chega perto de magnitudes como da usina de Belo Monte, o próprio local utilizado pelas torres não é impactado de forma significativa, podendo dividir espaço com outras atividades e não necessitando de realocação de comunidades inteiras em suas redondezas.

4.4 Leilões recentes: uma análise de custos

Presentes apenas no ambiente de contratação regulada (ACR), os leilões de energia no Brasil variam devido ao seu tipo de fornecimento ao sistema e ao tempo de contrato. Desse modo, um leilão de energia nova, por exemplo, se refere a venda de energia de possíveis novas usinas, variando em tempo de entrada de operação das mesmas, sendo assim divididos em A-3 (3 anos) e A-5 (5 anos). O leilão de energia existente (LEE) foi criado para contratar energia de parques e usinas já construídos, com investimentos já amortizados e dessa forma, tendo custos mais baixos. O leilão de fontes alternativas (LFA) atende exclusivamente as fontes renováveis de energia como pequenas centrais hidrelétricas (PCH's), solares, eólicas e biomassa. Por fim, cabe ressaltar aqui a importância e a descrição do LER (Leilão de Energia Reserva). Esse leilão foi criado exclusivamente ao atendimento e fornecimento do SIN (Sistema Interligado Nacional) elevando a segurança na oferta de energia.

Dado essa breve introdução de tipos de leilões, convém analisar dados de leilões recentes de energia, no caso, o 8º Leilão de Energia Reserva, o 3º Leilão de Fontes Alternativas e por fim o 23º Leilão de Energia Nova.

No 3º LFA o preço médio de venda para as 3 usinas vencedoras no leilão de fonte eólica foi de R\$/MWh 177,47 ocorrido em 27/04/2015. Já no 8º LER, o preço médio de venda de energia eólica saltou para R\$/MWh 297,75 em 13 de

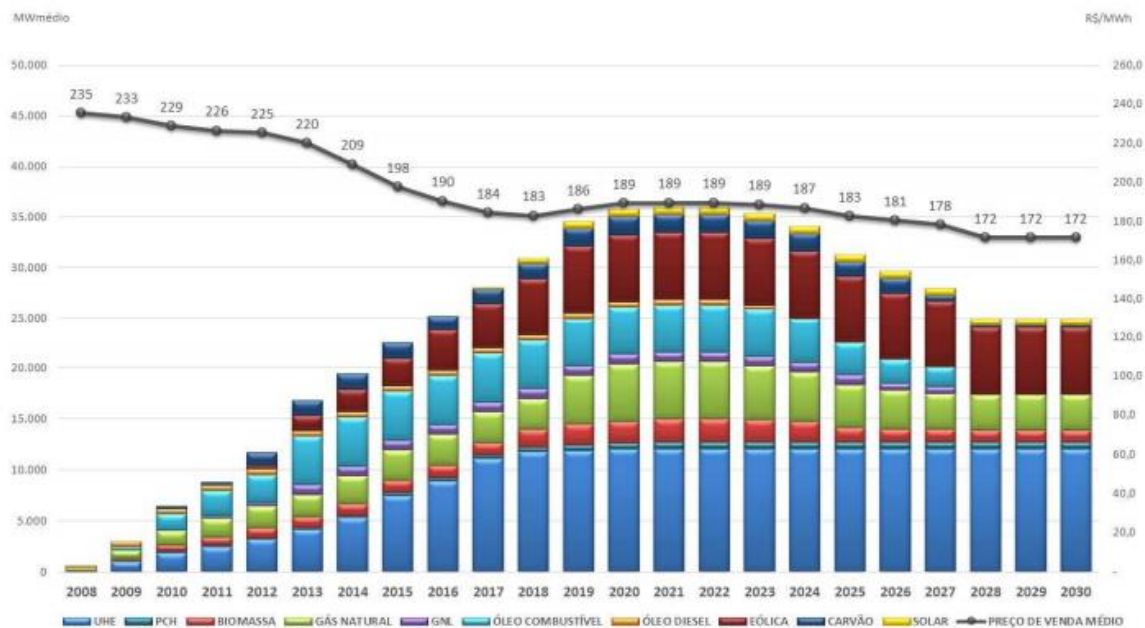
Novembro de 2015. Uma análise rápida se passaria assim: como preço de venda aumentou, aumenta-se a atração de empresas e projetos de energia nos leilões, viabilizando retornos tanto as empresas quanto ao sistema.

Uma crítica viável nessa análise se passa pelos tipos de leilões aqui descritos. Como o LER é voltado exclusivamente a segurança do sistema elétrico nacional, é tendencioso a maior preço de venda dados aos vencedores do leilão do que no LFA, havendo um “subsídio” para a maior participação da energia eólica no mercado. De fato, a maior participação dessa fonte de energia também se passa na tentativa do Estado em contratar mais energia a fim de mitigar riscos de desabastecimento do SIN. Logo, é plausível afirmar que a condição de complementariedade energia eólica- hidráulica passa por essa questão. No momento de temporadas de secas, geralmente há a maior incidência de ventos e vice-versa.

No entanto, é notável a queda no preço médio de venda de energia nos últimos anos, acompanhado com a maior participação da energia eólica nos leilões. No relatório do 23º Leilão de Energia Nova o gráfico abaixo enfatiza tal relação.

Em vermelho, há a participação da energia eólica nos montantes consolidados dos leilões, com os anos refletindo iniciais refletindo a queda brusca no preço médio de venda.

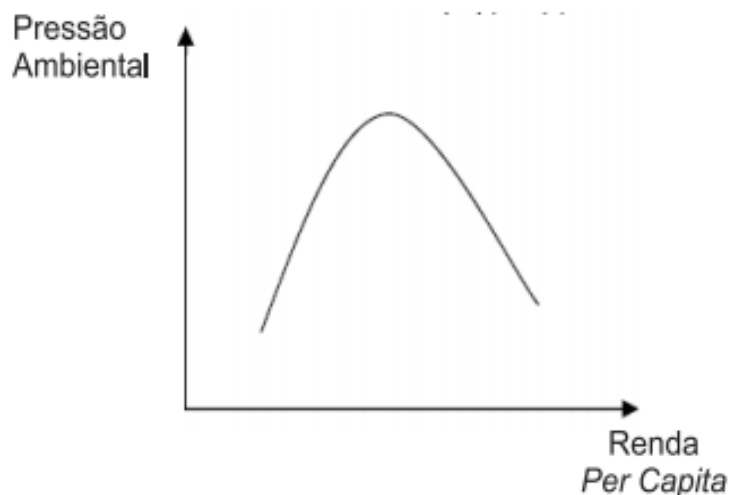
Gráfico 8 – Montante dos leilões e preço médio de venda por fonte (LEN, FA e LER)



Fonte: Info Leilão nº 018 – 23º Leilão de Energia Nova (A-5) , site: www.ccee.org.br Info Leilão LEN 23 p.9

4.5 A curva de Kuznets para impactos ambientais

Com o objetivo de analisar a relação de crescimento econômico e índices de poluição, a curva de Kuznets foi alterada para demonstrar tal análise. A curva de Kuznets foi originalmente projetada para indicar a relação de crescimento econômico e desigualdade de renda, porém ao longo dos anos ela foi modificada a fim de incluir como variável o nível de poluição ou desgaste ambiental, como mostrado na figura abaixo.

Gráfico 9 – A curva de Kuznets ambiental

Fonte: CARVALHO e ALMEIDA (2010) p.4

O formato em forma de “U” enfatiza que os primeiros estágios de crescimento de renda per capita num país acarretam uma maior pressão ambiental, no sentido do aumento do nível de poluição. Como exemplo, os países em desenvolvimento que apresentam crescimentos significativos de renda per capita e ao mesmo tempo, dispõe de frágeis legislações ambientais e baixos incentivos a programas de emissão de baixo carbono na matriz energética. No entanto, a relação positivamente inclinada vai gradualmente se tornando negativamente inclinada. Essa mudança na relação se dá principalmente aos efeitos de longo prazo do aumento da renda per capita entre eles, o maior nível de educação, sistemas políticos mais democráticos, além de mudanças na produção e consumo. Todos esses fatores contribuem para uma maior demanda da população por políticas “ecologicamente corretas” ou mudanças na estrutura de produção do país menos danosas ao meio ambiente.

O objetivo da implantação de usinas eólicas converge com a teoria da curva de Kuznets ambiental. Não só reforça a persistência em manter a matriz energética do Brasil em pouco emissora de CO₂, mas também diversifica a produção energética em tendência das fontes renováveis. Dessa forma, GOLDEMBERG e LUCON (2007) afirma que não necessariamente os países deveriam passar por estágios de alto crescimento com índices de poluição e degradação ambiental crescente. Através da introdução de novas tecnologias de racionamento energético e políticas voltadas a introdução de fontes alternativas

poderia haver um “*leapfrogging*” na curva de Kuznets, como mostrado na figura abaixo.

Gráfico 10 – A curva de Kuznets alterada para impactos ambientais e estágios de desenvolvimento



Fonte: GOLDEMBERG, LUCON (2007) p.11

Dessa forma, haveria uma suavização nos estágios iniciais de crescimento econômico quanto a degradação ambiental.

Essa seção busca trazer uma parte da teoria econômica no debate quanto a políticas voltadas a fontes renováveis. Por meio da relação estudada por Kuznets e depois amplificada para a questão ambiental, há de fato uma base teórica consistente em tentar subsidiar o uso de fontes renováveis e, para o caso brasileiro, as chamadas fontes alternativas como solar, biomassa, eólica e pequenas centrais hidrelétricas.

5. Custos ambientais da energia eólica

Apesar da apresentação positiva acerca da implantação de parques eólicos visando a redução de emissão de gases poluentes na atmosfera, é notável a divulgação de possíveis efeitos adversos ao meio ambiente com o funcionamento de aerogeradores. Como afirma o estudo de TERCIOTE (2002), a implantação de usinas eólicas podem causar ruído durante o período de operação, alterar rotas de migrações de pássaros devido a altura das torres e criar interferências eletromagnéticas, que por sua vez, pode atrapalhar a comunicação aérea no espaço. No entanto, no próprio “*paper*”, TERCIOTE (2002) enfatiza que tais custos ambientais adversos podem ser mitigados e até eliminados no caso de consulta de autoridades militares e civis com relação aos problemas de comunicação. Além disso, mudanças tecnológicas na construção das próprias torres eólicas podem diminuir a incidência e o barulho dos ruídos, anulando quase por completo a poluição sonora no local.

Já no caso de colisão de pássaros com as torres, TERCIOTE (2002) conclui que os dados relatando mortes desses animais é muito específico para cada espécie e região. Dessa forma, não apresenta um obstáculo nem um custo altíssimo de interferência no ambiente de forma geral.

Concluindo a breve seção, é recomendável antes da conclusão de viabilidade do projeto de construção de uma usina eólica, um estudo aplicado a possíveis impactos na fauna local, alinhados com tecnologia passível a minimizar os danos ao meio ambiente. É óbvio que qualquer ação do homem sobre a natureza gera mudanças irreversíveis. O ponto desse estudo é ilustrar que apesar da geração de energia eólica ter competitividade na questão de custos ambientais em relação a energia hidráulica, ela também cria mudanças na fauna e flora local. No entanto, 99% da área em que há uma usina eólica fica disponível para uso de outras atividades, como pastagem, que concomitante a citação da gravidade dos custos ambientais, fica possível classificarmos a energia eólica como energia “limpa” e minimizadora de impactos sócio ambientais.

6. Conclusões finais

A penetração da energia eólica na matriz energética brasileira é cada vez mais significativa ao longo dos anos. A análise de gráficos e tabelas nesse trabalho resumem claramente esse ponto, tomando como base o alto potencial eólico no país, ainda muito pouco aproveitado e com capacidade de expansão nas próximas décadas. Concomitante, os custos globais de energia eólica caíram vertiginosamente, tornado essa fonte energética competitiva com a geração de energia hidráulica e de combustíveis fósseis.

Além do aspecto de custos operacionais, é importante ter em mente o menor impacto ambiental causado pela construção de usinas eólicas. Com a comparação feita com a construção de Belo Monte, é inegável que qualquer que seja a dimensão de parques eólicos, a construção de uma grande usina hidrelétrica certamente irá incorrer em danos cada vez mais significativos e permanentes na esfera ambiental, social e cultural de regiões no Brasil. Com a flexibilidade de poder abranger outras atividades no em torno de seus parques, a fonte de energia eólica tem vantagem comparativa nesse aspecto. Não obstante, deve se deixar claro o carácter complementar entre a fonte de energia eólica e hidráulica. No momento de maior escassez de chuvas, geralmente há maior incidência de ventos, e em períodos de maior pluviosidade, há menor incidência de ventos. Dessa maneira, a produção energética no Brasil apresentaria menor volatilidade de oferta ao longo do ano, com a maior expansão de usinas eólicas, tendo em mente a predominância de energia hidráulica na matriz energética nacional.

A análise do “*leapfrogging*” da curva de Kuznets traz para a questão energética e sobretudo ambiental, um arcabouço teórico. Contrariando assim, o pensamento que para um país emergente como o Brasil, seria necessário um estágio de crescimento da renda per capita atrelado a maiores índices de poluição e/ou degradação ambiental. Desse modo, o maior incentivo a expansão da fonte eólica e outras renováveis teria embasamento teórico. Além disso, vale citar os conceitos de externalidades e bem público como outros conceitos econômicos que estruturavam a discussão para a expansão na energia eólica no Brasil.

Com a apresentação de modelos e programas de desenvolvimento de energias renováveis de países como Austrália, Dinamarca, Alemanha e China,

fica claro que o sistema empregado pelo Proinfa denominado “*Feed in tariffs*” é comumente utilizado para incentivar a produção dessas fontes nas matrizes energéticas. No entanto é notável que há diferenças na composição e desenvolvimento das fontes eólicas nesses países. Assim, é importante notar quais semelhanças e diferenças entre os modelos e como cada um poderia contribuir ou ajustar se à realidade brasileira. De fato, o conceito de “*innovative democracy*” dinamarquês impulsionou o pioneirismo desse país na construção de parques eólicos e, com certos ajustes, talvez fosse aplicável na realidade brasileira, especificamente na região de maior potencial eólico: o Nordeste. Com isso, o apoio a expansão da energia eólica aumentaria junto à opinião pública e nas regiões próximas as instalações.

Por fim, cada vez mais questões acerca da instalação de usinas eólicas estarão presentes em debates, fóruns e teses acadêmicas. O crescimento de participação dessa fonte na matriz energética traz inovação e modernidade na estrutura energética nacional. Se já apresentamos uma tendência de predominância de “fontes limpas” com baixa emissão de CO₂, a energia eólica e outras renováveis vão reforçar essa característica e ao mesmo tempo diversificar a produção elétrica, diminuindo a dependência do fornecimento de energia do país a variações climáticas.

7.Referências bibliográficas

- <http://www.mme.gov.br/programas/proinfra/> Acesso em Novembro 2015.
- http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/inicio?_afLoop=3643816083018695#%40%3F_afLoop%3D3643816083018695%26_adf.ctrl-state%3Ddst1s3blod_125. Acesso em Novembro,2015
- [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf)
Acesso em Novembro 2015.
- OLIVEIRA, DOS SANTOS; Thiago, Harlen Inácio. **Uso da energia eólica como alternativa para mitigar o agravamento do efeito estufa.** Tese (graduação) – departamento de engenharia Universidade Católica de Goiás. Goiânia.2008
- BYRNES, BROWN;Liam, Colin. **Australia’s renewable energy policy: the case for intervention.**- School of Agriculture and food science. School of Economics. The University of Queensland. St Lucia 2015
- LIU,ZHANG,ZHAO,YUAN; Z.W.C.J. **The Economics of Wind Power in China and Policy Implications.**(2015) School of Electrical & Electronic Engineering, North China Electric Power University; School of Economics and Management, North China Electric Power University.
- Hvelplund, F. (2005). In D. Reiche (Ed.), **Handbook of renewable energies in the European union.** Frankfurt: Peter Lang
- MENDONÇA,LACEY,HVELPLUND; M.S.F.; **Stability, participation and transparency in renewable energy policy: Lessons from Denmark and the United States.** World Future concil, England. Aalborg University, Denmark. Renewable Energy World.com, United States. 2009.
- O’FLAHERTY M.;RIORDAN N.; O’NEILL N.; AHERN C. **A quantitative analysis of the impact of Wind energy penetration on electricity prices in Ireland**”.(2014)
- **Germany, Denmark and the United Kingdom: Lessons to be learnt for Netherlands? Report on a seminar for the SER on the Netherland’s**

National energy agreement Prepared by CIEP, European Climate Foundation, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. 2013

- LINARES, LABANDEIRA, GELABERT; P.,X.,L., **Renewable Energy and Electricity Prices in Spain**. Instituto de Empresa; Serrano 105, 28006 Madrid, Spain

Universidade de Vigo; Faculdade de CC.EE., Campus As Lagoas s/n, 36310 Vigo, Spain

Universidad Pontificia Comillas, ETS Ingeniería ICAI, Alberto Aguilera 25, 28015 Madrid, Spain

Economics for Energy, Doutor Cadaval 2, 3ºE, 36202 Vigo, Spain (2011).

- **Relatório BEN 2015**

https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf acesso Maio 2016

- **Relatório PDA 2023, Ministério de Minas e Energia.**

http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PDE2023_ConsultaPublica.pdf

acesso Maio 2016

- TERCIOTE; Ricardo. **A energia eólica e o meio ambiente**. UNICAMP – Faculdade de Engenharia Mecânica- Departamento de Energia (2002)

- www.ccee.org.br

- http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/infomercado?_adf.ctrl-state=1dj468r8xp_17&_afLoop=2414558038749598#%40%3F_afLoop%3D2414558038749598%26_adf.ctrl-state%3Do5516mv08_27 Acesso em Maio 2016

- FLEURY, ALMEIDA; Lorena.,Jalcione, **A construção da usina hidrelétrica de Belo Monte: Conflito ambiental e o dilema do desenvolvimento**.(2013)

- **REN21 (2016)** http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report_REN21.pdf acesso em Junho 2016

- SANTOS, SANTOS, ALBUQUERQUE, CORREIA; Thauan, Luan, Renata, Eloah, **Belo Monte: Impactos sociais, ambientais, econômicos e políticos**. Universidad de Narino (2012).
- GOLDEMBERG, LUCON; José, Oswaldo, **Energia e meio ambiente no Brasil** (2007)
- CARVALHO, ALMEIDA; Terciane, Eduardo. **A hipótese da curva de Kuznets Ambiental Global: Uma perspectiva Econométrico-espacial**. Universidade de Juiz de Fora (2010)
- DUTRA, SZKLO; Ricardo M., Alexandre S., **A energia eólica no Brasil: Proinfa e o novo modelo do Setor Elétrico**. PPE/UFRJ (2006)
- http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/infomercado?_adf.ctrl-state=o55l6mv08_27&_afzLoop=601861516365877#%40%3F_afzLoop%3D601861516365877%26_adf.ctrl-state%3Dzy9e62mm4_17 Acesso Junho 2016
- http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/infomercado?_adf.ctrl-state=o55l6mv08_27&_afzLoop=688967651158041#%40%3F_afzLoop%3D688967651158041%26_adf.ctrl-state%3D1amp869oyi_4 - Boletim informativo de leilões – Acesso Junho 2016