

Alternativa da energia eólica e solar: Estudo da Região Sul do Brasil entre 2006 a 2014

Wind and solar energy alternative: Study of southern Brazil between 2006 to 2014

Bruno Cesar Kwasney MENDES [1](#); Heron Magno MARCOLINO [2](#); Felipe Polzin DRUCIAKI [3](#); Fernando FRANCO NETTO [4](#)

Recibido: 18/08/16 • Aprobado: 24/09/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Referencial teórico](#)
 - [3. Metodologia](#)
 - [4. Resultados e discussões](#)
 - [5. Considerações finais](#)
- [Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

Objetivou-se com esse estudo realizar um levantamento do número das instalações dos parques eólicos e fotovoltaicos na Região Sul do país, quantificando o número de estabelecimentos analisando qual prevalece em cada Estado, comparativamente ao crescimento da oferta energética. Os resultados evidenciaram que, por mais que a energia eólica e a energia solar vêm apresentando um bom crescimento ano após ano, a energia hidrelétrica ainda prevalece sobre as demais formas de eletricidade na região estudada. Conclui-se que, as energias renováveis são inesgotáveis, mas limitadas em termos de quantidade de energia que é possível extrair dependendo das condições geográficas, climáticas e tecnológicas.

Palavras chave: Usina Eólica, Usina Solar Fotovoltaica, Energia Alternativa.

ABSTRACT:

The main purpose for this study was a survey of the number of wind parks and photovoltaic facilities in southern Brazil by quantifying the number of establishments and analyzing which source prevails in each state, comparing it with the energy supply growth. It was noted that, however wind energy and solar energy come presenting a good year after year growth, hydropower still prevails over other forms of electricity. It concludes that renewable energies are inexhaustible, but limited in terms of quantity of energy that can be extracted depending on the moment.

Key words: Wind Plant, Photovoltaic Solar Plant, Alternative Energy.

1. Introdução

Desde os tempos mais primórdios, por volta de 2800 a.C., acredita-se que os egípcios utilizavam a energia dos ventos para geração de força mecânica através das velas de embarcações. Posteriormente, outras civilizações, como por exemplo, os persas, começaram a usar a força do vento poucos séculos antes de Cristo, e pelo ano 700 d.C., utilizaram essa energia em moinhos verticais para moer grãos para alimentação e outros fins (FERREIRA; LEITE, 2015).

Na segunda parte da Revolução Industrial, houve o incremento de novas tecnologias, como o motor a combustão, o aço e a energia elétrica. Juntamente com as demais inovações, a energia elétrica torna-se a força motriz da economia mundial nos anos posteriores. Com o passar dos anos, principalmente a partir da década de 1950, a intensificação do uso da energia elétrica permitiu avanços ainda maiores na sociedade como um todo, e cada vez mais atrelou sua necessidade à rotina dos indivíduos e empresas. É a partir desse período também que são produzidos os primeiros painéis solares, para utilizar a energia do sol para transformar em energia elétrica.

O acesso à energia elétrica promoveu uma grande melhora na qualidade de vida dos indivíduos ao permitir o armazenamento de alimentos, utilização de aparelhos hospitalares, iluminação em vias públicas e uma série de outras facilidades. A energia elétrica também está inteiramente ligada à infraestrutura produtiva de um país, conseqüentemente trava ou facilita o processo de crescimento e desenvolvimento econômico.

A grande necessidade da utilização de petróleo levou o mundo a pensar e fomentar formas alternativas de energia. Isso ocorreu a partir de 1972 quando em Estocolmo países reuniram-se para discutir o desenvolvimento sustentável do planeta. Outros esforços foram realizados para tal fim como o protocolo de Kyoto, Rio 92, Agenda 21, entre outros.

Atualmente a sociedade está inteiramente dependente de energia elétrica, seja de fontes eólicas, solares ou hídricas, devido à participação do petróleo na produção mundial de energia elétrica ser pouco expressiva e ter recuado nos últimos anos, em decorrência dos investimentos realizados na utilização de outras fontes – menos agressivas ao meio ambiente e com preços menores e mais estáveis.

É neste contexto que a geração de energia elétrica, através da transformação de energia eólica e de energia solar, surge como fonte de energia alternativa e renovável. Essa nova configuração energética está sendo cada vez mais difundida no mundo e os investimentos e aprimoramento destas tecnologias têm se elevado.

De certo modo, um problema maior está sendo ocasionado pela geração de energia através das usinas hidrelétricas, termoeletricas e nucleares, pois devido às mudanças climáticas da atualidade como racionamento de água e instabilidade no preço do petróleo, as manutenções e acionamentos de outras usinas, vêm contribuindo para a degradação do meio ambiente e alto custo para a geração dessa eletricidade. Dessa forma, este trabalho procura responder ao seguinte questionamento: Houve aumento na oferta ou geração de energia eólica e solar na Região Sul do Brasil entre 2006 e 2014?

Para responder esse questionamento, essa pesquisa irá trabalhar com dados secundários disponíveis em sites oficiais como ANEEL, MME, EPE, IBGE e INPE. A fim de elucidar qual foi o comportamento das variáveis da oferta de energia elétrica de matriz solar e eólica.

Objetiva-se dessa forma realizar um levantamento do número de instalação de parques eólicos e fotovoltaicos na Região Sul do país, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul entre 2006 e 2014. Trazendo como objetivos específicos, a quantificação de números de unidades consumidoras dessa região, bem como identificar qual fonte de energia prevalece em cada Estado e comparar o crescimento da oferta de energia com a demanda populacional.

O interesse por opções de fontes de energias alternativas deve-se aos problemas encontrados na atualidade para a geração e transmissão de energia elétrica, como as linhas de energia estarem chegando ao seu limite e a crise hídrica. Buscou-se trabalhar com a última década devido à inexpressividade dos dados anteriores a esta data. Compreendem neste decênio também as últimas gestões políticas brasileiras.

2. Referencial teórico

A energia é um dos vetores que possibilita o acesso ao desenvolvimento econômico e a progressão social, uma vez que esta se constitui num dos principais fatores de produção (KAEHLER, 2000).

Para a ANEEL (2005), em diversificadas formas, a energia é indispensável para a sobrevivência da espécie humana. O homem esteve e está sempre

procurando evoluir e descobrir alternativas formas e fontes para adaptar-se ao meio em que vive, possibilitando assim, a suprir suas necessidades:

Um dos grandes desafios da atualidade é o abastecimento energético mundial. Por esta razão, é notável o esforço de muitos países desenvolvidos para racionalizar o emprego de energia, seja por meio de pesquisas que busquem a maior eficiência dos aparelhos, seja por outras fontes de energia, tais como: solar, eólica, biomassa e das marés (LIMA, 2003, p. 1).

De acordo com Vasconcelos *et al* (2007), a capacidade de produzir trabalho seja do homem, das máquinas ou dos fenômenos naturais é chamada de energia. Historicamente, a energia disponibilizada para a execução de trabalhos, nas antigas civilizações, era dada pela força física do homem e de certos animais como bois, cavalos e outros. Entretanto, com os avanços tecnológicos, à humanidade pode utilizar-se da energia concentrada disponível na natureza, podendo, portanto, armazená-la e utilizá-la conforme suas necessidades.

Em um contexto geral, segundo Pontes (1998), a indústria de energia elétrica representa uma atividade econômica de infraestrutura composta por empresas que operam nos segmentos de geração, transmissão e distribuição/comercialização de energia elétrica.

As energias renováveis são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta, pois provêm de ciclos naturais de conversão da radiação solar, sendo esta a fonte primária de quase toda energia disponível na terra (PACHECO, 2006).

A energia está subentendida no ambiente o qual o ser humano depende para sobreviver, podendo classificar-se em duas categorias: primária e secundária. A energia primária é obtida diretamente da natureza, como o carvão, petróleo e o gás natural, que constituem as principais fontes energéticas disponíveis na atualidade. As fontes de energia primária incluem ainda as energias: hídrica, solar, eólica, geotérmica, dos oceanos, biomassa, nuclear e outras. Quanto à energia secundária, é obtida por meio da transformação das fontes primárias, dando origem a exemplo, ao gás de petróleo liquefeito, à gasolina e à eletricidade. Por sua vez, a energia primária subdivide-se em energia não renovável e renovável. A energia não renovável é limitada, cujos recursos, após de serem explorados e utilizados, irão pouco e pouco desaparecer; a exemplo disto estão o carvão, o petróleo e o gás natural. A energia renovável, como as energias que provêm do sol, vento, água, calor, terra e dos oceanos, são um tipo de energia com cuja extinção de momento não necessita de preocupação (BORENSTEIN & CAMARGO, 1999).

De acordo com Tiago Filho (2003), a hidroeletricidade chegou ao Brasil no século XIX, juntamente com o início da industrialização. Nesse período, os custos com equipamentos para a construção de aproveitamentos hidroelétricos eram grandes e, portanto, eram instaladas pequenas centrais hidroelétricas. Com o passar do tempo, a política nacional mudou de foco e, devido ao grande aumento do parque industrial e das cidades, passou a se investir em grandes aproveitamentos hidroelétricos.

A primeira central de geração de energia elétrica do Brasil foi instalada na cidade de Diamantina, no ano de 1883, e sua energia era utilizada e direcionada para alimentar duas bombas de desmonte hidráulico que eram usadas na extração de diamante. As outras duas pequenas centrais que surgiram no país também foram em Minas Gerais, uma para uma indústria de fio e a outra para consumo residencial de funcionários da empresa proprietária da usina (FUNCHAL, 2008 *apud* PAULO e MARTINS NETO, 2000).

De acordo com o BNDES (2015), a Região Sul apresenta capacidade de geração a partir de fontes diversas que se traduzem em uma capacidade total instalada de geração de energia elétrica de quase 30 GW, o que representa 23% da capacidade total instalada do país. A geração hidrelétrica corresponde a 82% da capacidade instalada na região, sendo complementada com a geração termelétrica e, mais recentemente, com a energia eólica. O Estado do Paraná concentra 58% da capacidade instalada da região, principalmente em função da sua expressiva geração hidrelétrica. A capacidade de geração do Rio Grande do Sul representa 24% do total da região e a de Santa Catarina, 18%.

A descoberta de novas fontes energéticas, que venham substituir as fontes tradicionalmente utilizadas, como os recursos fósseis e hidráulicos, tem se tornado uma necessidade crescente a nível mundial e nacional.

De acordo com a ANEEL (2008), no Brasil, a utilização da energia eólica e da energia solar como fontes para geração de energia elétrica ainda é ainda mais recente, tratando-se de produção em larga escala. No entanto, já existem estudos e programas como o PAC 2, que estudam a adoção de sua utilização e o plano de investimento do setor já contempla o incremento destas fontes na matriz energética brasileira.

No tocante ao fator ambiental, desde a década de 1970 a preocupação com o efeito estufa tem levantado discussões sobre desenvolvimento sustentável e o futuro do planeta. O conceito de desenvolvimento sustentável emerge na busca de associar a eficiência econômica com os fatores ecológicos. Essa concepção abriu caminho para a criação de um acordo de cooperação, em 1997, intitulado Protocolo de Kyoto, no qual os países industrializados se comprometeram a reduzir, até 2012, as suas emissões de dióxido de carbono a níveis pelo menos 5% menores, sob pena de sanções econômicas (STIGLITZ, 2007).

Para Chaves e Silva (2008), no Brasil, a preocupação com o meio ambiente iniciou-se pelas indústrias, pois estas geram resíduos que afetam diretamente as condições de vida da humanidade. Por este motivo deve-se incentivar cada vez mais o estudo do desenvolvimento sustentável no nível acadêmico para que – no presente caso, os engenheiros civis – tomem consciência de seus atos e de que algumas mudanças de hábitos podem favorecer muito o meio ambiente. Questões sociais, assim como questões ambientais e econômicas, foram incorporadas aos princípios do crescimento econômico para se manter uma vida com qualidade.

A energia dos ventos é uma abundante fonte de energia renovável, limpa e disponível em todos os lugares. A utilização desta fonte energética para geração de eletricidade, em escala comercial, teve início há pouco mais de 30 anos. A crise mundial do petróleo gerou grande interesse de países desenvolvidos na produção da energia com o objetivo de diminuir a dependência do petróleo e do carvão. Uma das alternativas passou a ser a energia eólica (ECO REVISTA, 2012).

Já a energia solar pode ser utilizada, basicamente, de duas formas: (a) térmica: utilização do calor a partir da radiação solar, para o aquecimento de água, secagem de produtos agropecuários e geração de energia elétrica através de processos termoelétricos; (b) fotovoltaica: geração de energia elétrica. A fonte Fotovoltaica é, de acordo com Goetzberger (2005), a maneira mais direta de converter a energia radiante solar em eletricidade, definida como a produção de uma diferença de potencial entre dois eletrodos atrelados a um sistema sólido ou líquido, após a incidência de luz sobre o sistema.

A tecnologia, ou avanço tecnológico, é um importante condicionante dos investimentos no setor elétrico. É importante enfatizar que, em um setor que requer elevados investimentos com longo prazo de maturação, e dadas às características físicas do setor, o avanço tecnológico é de suma importância, porém não contribui para modificar as características de mercado. Ou seja, a inovação tecnológica é um processo endógeno ao setor. Com efeito, a tecnologia contribui para o aproveitamento mais eficiente e eficaz da matriz energética. Quanto às novas renováveis, como eólica e solar, a introdução competitiva destas fontes na matriz elétrica nacional revela desafios tecnológicos significativos.

3. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se por ter um caráter exploratório-descritivo e qualitativo. Salienta-se que as pesquisas exploratórias são aquelas que têm por objetivo explicar e proporcionar maior entendimento de um determinado problema. Nesse tipo de pesquisa, o pesquisador procura um maior conhecimento sobre o tema em estudo (GIL, 2005).

No primeiro momento será coletado o número de instalações de parques eólicos e fotovoltaicos na Região Sul do Brasil, entre os anos de 2006 e 2014. Posteriormente será quantificado o número de unidades consumidoras da região, qual fonte de energia prevalece em cada Estado e seu respectivo potencial instalado, em MW. Por fim, se comparará o crescimento da oferta de energia com a demanda populacional.

Levantados todos os dados, a próxima etapa será relacionar estes dados para identificar se houve aumento na oferta ou geração de energia eólica e solar na Região Sul do Brasil, de modo expressivo que possa concluir se estas energias têm potenciais a serem alternativas para a substituição da Energia Elétrica.

Nesta pesquisa tem-se como universo a Região Sul do Brasil, formada pelos seguintes estados: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Segundo o Censo demográfico (IBGE 2010), a Região Sul contém uma população de 27.386.891 pessoas e uma área total de 576.773,368 km².

4. Resultados e discussões

A expansão acentuada do consumo de energia, embora possa refletir o aquecimento econômico e a melhoria da qualidade de vida, tem aspectos negativos. Um deles é a possibilidade do esgotamento dos recursos utilizados para a produção de energia, o outro é o impacto ao meio ambiente produzido por essa atividade.

A implantação dos parques eólicos e fotovoltaicos são ideias para o aproveitamento dos recursos locais, como mão de obra e matéria prima, evitando a perda de transmissão e aliviando as responsabilidades das concessionárias e das autoridades. A energia eólica em 2006 representava apenas 0,25% do total da capacidade instalada no Brasil, chegando a 3,65% em 2014. Havendo um aumento aproximadamente de 2.000% na sua capacidade.

A energia solar começou sua operação no Brasil somente em 2010, tendo uma capacidade instalada de 1 MW, chegando ao final de 2014 com 15 MW. Havendo um aumento de aproximadamente 1.400%. Na tabela 1 é apresentado o mapeamento das usinas eólicas instaladas juntamente com o potencial da Região Sul do Brasil (PR, SC e RS) no período de 2006 a 2014.

Tabela 1 – Número de usinas eólicas instaladas e o potencial (MW) por ano.

ESTADOS		Até 2006 ¹	2010 ²	2011	2012	2013	2014	TOTAL
Paraná	Potencial (KW)	2,5	-	-	-	-	-	2,5
	Nº de Usinas	1	-	-	-	-	-	1
Santa Catarina	Potencial (KW)	14,4	-	222,0	-	-	2,1	238,5
	Nº de Usinas	3	-	10	-	-	1	14
Rio Grande do Sul	Potencial (KW)	150,0	9,2	155,3	115,1	87,0	216,6	733,2
	Nº de Usinas	3	1	5	4	4	10	27

Fonte: BIG Aneel (2015)

Nota: ¹ Até 2006 refere ao número de usinas que foram instaladas e seu potencial até este ano

² Nos anos de 2007, 2008 e 2009 não houveram usinas e potencial instalados.

Dentre a Região Sul, o Paraná fica em último lugar no que se refere ao potencial instalado de usina eólica, tendo apenas uma usina, com um potencial de 2,5 MW, capaz de abastecer 7.000 pessoas, segundo a Copel. Situada na região de Horizonte, no Município de Palmas, ao sul do Estado, a Usina de Palmas foi a primeira eólica da Região Sul do Brasil, entrando em operação em fevereiro de 1999. Implantada pelas Centrais Eólicas do Paraná, da qual a Copel participava, inicialmente, com 30%. Em 2008 a Copel adquiriu 100% do controle dessa Empresa. Em janeiro de 2012, a Usina de Palmas passou efetivamente a fazer parte do parque gerador da Copel – ocasião em que a ANEEL aprovou a reversão da concessão para a Copel Geração S.A.

A capacidade instalada dos parques eólicos em operação em Santa Catarina representa 24,48% do total do Estado do Paraná, com um potencial agregado de 238,5 MW, geradas por 14 usinas e localizadas em três municípios: Bom Jardim da Serra, Água Doce e Tubarão.

O município de Água Doce é hoje reconhecido como a Capital Catarinense da energia eólica, por abrigar o maior conjunto eólico do Estado de Santa Catarina, composto por 109 aerogeradores. Localizado na região dos campos de altitude os oito parques: Horizonte, Água Doce, Amparo, Aquibatã, Campo Belo, Cascata, Cruz Alta e Salto. Que juntos produzem energia suficiente para abastecer um contingente de aproximadamente 500 mil habitantes.

Conforme a Tabela 1, nota-se que o investimento mais expressivo em parques eólicos em Santa Catarina se deu em 2011, sendo instaladas 10 usinas, com uma capacidade de 222 MW, representado 93% do total.

O Estado do Rio Grande do Sul é o maior Complexo Eólico da Região Sul, com uma capacidade Instalada de 27 usinas e um potencial 733,2 MW, representando 75% do potencial do total da Região. Em termos de Brasil, o Estado representa 15% de toda capacidade instalada no Brasil, ficando em segundo lugar no quesito capacidade instalada, perdendo apenas para o Estado do Ceará.

Os Parques Eólicos de Osório formam o maior complexo gerador de energia a partir do vento da América Latina e estão localizados no município de Osório, no Estado do Rio Grande do Sul. O empreendimento tem uma potência instalada de 150 MW. São 75 aerogeradores, de 2 MW cada, que entraram em operação em 2006. Tais estruturas são distribuídas igualmente ao longo dos três parques que integram o projeto: Osório, Sangradouro e Índios. Pertencentes a Ventos do Sul Energia S.A. A energia gerada anualmente equivale ao consumo residencial de 650 mil pessoas. No caso do Rio Grande do Sul, a energia eólica tem um papel estratégico, pois a época dos ventos coincide com o período de seca no Estado. A produção de energia estimada no final de 2014 foi de 425 GW/ano.

Do ano de 2006 a 2010, houve uma evolução de 389% da potência gerada no Estado do Rio Grande do Sul. Nos anos de 2011, 2012 e 2013, foram instaladas 13 usinas no total. Devido ao Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), do Governo Federal, que foi o primeiro “empurrão” para explorar este tipo de energia que tinha um custo muito elevado inicialmente, como ocorre com as fontes novas e alternativas. No ano de 2014, foi instalada 10 usinas, com uma capacidade de 216,6 MW, fazendo parte do PAC 2, do Governo Federal, que tem como objetivo instalar 44 usinas eólicas na Região Sul do Brasil, até o ano de 2017.

Na tabela 2 é apresentado o mapeamento das Usinas Fotovoltaicas instaladas juntamente com o potencial da Região Sul do Brasil (PR, SC e RS) no período de 2006 a 2014.

Tabela 2 – Número de usinas fotovoltaicas instaladas e o potencial (MW) por ano.

Estados		Até 2011	2012	2013	2014	TOTAL
Paraná	Potencial (KW)	0,00046	-	-	0,0196	0,0201
	Nº de Usinas	1	-	-	1	2
Santa Catarina	Potencial (KW)	-	0,0017	-	3,9982	3,9999
	Nº de Usinas	-	1	-	2	3
Rio Grande do Sul	Potencial (KW)	-	-	-	-	-
	Nº de Usinas	-	-	-	-	-

Fonte: BIG Aneel (2015) Nota: Até 2011 refere ao número de usinas que foram instaladas e seu potencial até este ano

Os parques fotovoltaicos implantados no Paraná possuem um potencial instalado baixo, utilizando a energia gerada para suas respectivas empresas. A Renault do Brasil S/A, obtém sua usina solar na cobertura do estacionamento P1 da Renault em São José dos Pinhais, com capacidade instalada de 0,0196 MW. Já a usina Volpato, do proprietário Guilherme Volpato Melo, possui uma capacidade de 0,00046 MW e está localizada em Curitiba.

As usinas solares na Região Sul não são expressivas, com exceção do parque solar de Nova Aurora localizado no município de Tubarão – SC. A usina é coordenada pela Tractebel Energia S/A é considerada a maior do país, com capacidade instalada pouco maior que 3 MW, representando 20% do total instalado no Brasil.

Ainda em Santa Catarina, em Florianópolis, a usina Silva Neto I do proprietário João Bento da Silva Neto produz cerca de 0,0017 MW, utilizados para consumo próprio. A empresa Eletrosul Centrais Elétricas S/A, também em Florianópolis, possui a usina Megawatt Solar com uma capacidade instalada de 0,93 MW representando 6,2% da capacidade total do Brasil, conseguindo atender aproximadamente 500 residências.

O Rio Grande do Sul, atualmente, não possui usinas fotovoltaicas em operação cadastradas pela ANEEL. Devido às condições climáticas, que registram uma radiação solar baixa na maior parte do ano, a viabilidade de implantação não se torna atrativo. Em compensação, o Estado tem o maior potencial eólico da Região Sul, conforme Tabela 1.

As fontes de energia Hidrelétrica, provenientes das águas e compostas por usinas hidrelétricas, PCH e CGH, que justas representam a maior capacidade instalada na Região Sul do Brasil. A capacidade instalada no Paraná em 2014 chegou a 17.057,72 MW, provenientes de 20 usinas hidrelétricas, 1 usina eólica, 2 usinas fotovoltaicas, 29 pequenas centrais hidrelétricas, 44 centrais geradoras hidrelétricas. A energia das hidrelétricas predomina com 16.763,9 MW e responde por 98,28% da capacidade instalada do Estado, seguida das pequenas centrais hidrelétricas, com 251,5 MW. Compõem ainda: 39,8 MW de potência das centrais geradoras, 2,5 MW de eólica e 0,02 MW de fotovoltaicas.

A capacidade expressiva das usinas hidrelétricas se dá pelos empreendimentos de Salto Osório, Salto Santiago, Governador Bento Munhoz da Rocha Neto (Foz do Areia), Governador Ney Aminthas de Barros Braga (Segrego) e Governador José Richa (Salto Caxias), que somam um potencial instalado de 6.674 MW. A Usina de Itaipu (parte brasileira) sozinha, apresenta um potencial instalado de 7.000 MW. Juntas, estas têm 13.674 MW. As usinas citadas entraram em operação entre os anos de 1957 a 1999.

As hidrelétricas são dominantes devido à atrativa Bacia Hidrográfica do Estado. Os principais rios que compõem essa região são o Paraná, Paranaíba, Grande, Paranapanema, Tietê, Iguçu, Ivaí, Aporé, Pardo, Amambá, Sucuriú, Dourados e Verde. O principal rio é o Paraná, com extensão de 2.570 km, cuja foz é no Rio da Prata. O Rio Paranaíba é o segundo maior, percorrendo uma distância de 1.170 km.

Comparando as usinas hidrelétricas, eólicas, fotovoltaicas, PCHs e CGHs. No Estado de Santa Catarina a predominância da Matriz Energética Elétrica é representada pelas Usinas Hidrelétricas, que apresentam um potencial instalado de 5.557,1 MW, formadas por 10 unidades geradoras. Esse potencial representa 86,42% do total comparado no Estado.

Referente às hidrelétricas, as Usinas Itá e Machadinho, são as maiores do Estado, com um potencial de 1.450 MW e 1.140 MW, respectivamente. Estas entraram em funcionamento entre os anos de 2000 e 2002. A Usina Solar Nova Aurora, instalada no município de Tubarão, apresenta um potencial de 3 MW. Tem uma representação baixa, se comparada às hidrelétricas. Porém, se tratando de uma fonte alternativa, ganha destaque por ser a maior Usina Solar do Brasil, tendo capacidade para abastecer cerca de 2,5 mil residências.

Concebida como uma Usina Experimental para fins de pesquisa, desenvolvimento e capacitação técnica, objetivo do projeto Pesquisa & Desenvolvimento Estratégico nº 013/2011 da ANEEL, no qual a Tractebel Energia é a proponente, a Usina Solar Fotovoltaica é uma parceria com a UFSC, e 11 empresas cooperadas do setor elétrico, que formaram o P&D Fotovoltaico, para avaliar principalmente o potencial de geração solar no Brasil e a sua complementaridade com outras fontes de energia. O investimento total foi de R\$ 56,3 milhões, sendo R\$ 35,3 milhões aportados pela Tractebel Energia, R\$ 15,3 milhões pelas empresas cooperadas e R\$ 5,7 milhões em contrapartidas.

As usinas eólicas terminaram 2014 representando 3,72% do total da potência instalada. Nota-se, que estas tiveram suas maiores instalações concluídas em 2011, contra 2000 e 2004 das usinas hidrelétricas. Assim, fica evidente o avanço em fontes renováveis que o Estado de Santa Catarina vem apresentando.

No Rio Grande do Sul, até o final de 2014, estavam em operação 137 empreendimentos de geração de energia. Deste total instalado, 82,92% correspondem a 18 usinas hidrelétricas, com 5.953,3 MW. As usinas eólicas somaram 27 empreendimentos, com um potencial de 733,2 MW, representando 10,21% do total e ocupando o segundo lugar da matriz. As PCHs e CGHs, 92 usinas, com 492,5 MW.

A predominância da energia hidrelétrica é evidente, conforme demonstrado, porém, o Rio Grande do Sul, vem se tornando um polo de energia renovável. Somente nos últimos quatro anos, foram instaladas 23 usinas eólicas. Além disso, o Estado detém da maior Parque Eólico da América Latina, conforme já citado. Em 2015, foram instaladas 31 novas usinas eólicas, com um potencial instalado de 694,5 MW. A capacidade instalada das usinas eólicas na Região Sul do Brasil, somam 975,1 MW. O Rio Grande do Sul detém 75% desta capacidade, seguido de Santa Catarina, com 25,5% e por fim o Paraná, com 0,5% do total.

Das usinas Fotovoltaicas, 99,5% da capacidade instalada pertence a Santa Catarina. O Paraná representa 0,5 do total da Região Sul. A Região Sul é a menor região do Brasil em superfície territorial, mas por outro lado, o número de consumidores é praticamente o dobro do que o da Região Norte e da Região Centro-Oeste. De acordo com o censo realizado pelo IBGE em 2010, o sul do país possui uma população de 27.386.891 de pessoas, sendo contabilizado em 2014 um total de 11.601.597 de unidades consumidoras, com uma variação de 26,1% em comparação a 2006. O Gráfico 1 demonstra o crescimento das unidades consumidoras no período de 2006 a 2014, para melhor visualização do constante crescimento.

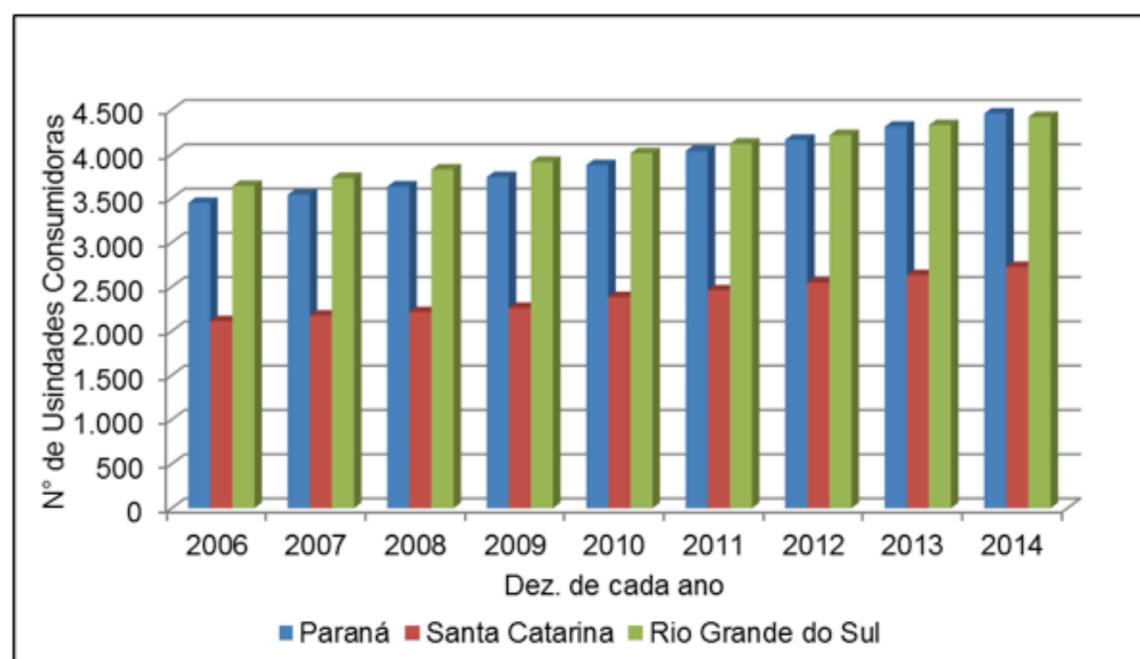


Gráfico 1 - Número de unidades consumidoras em Dezembro de cada ano (x1000).
Fonte: EPE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica (2009 e 2014)

O Estado do Paraná possui atualmente 399 municípios como uma área total de 199.880 km². Somando 4.458.000 unidades consumidoras de energia em 2014, representando 38,43% da Região Sul. As unidades consumidoras do Paraná assumem um percentual de aproximadamente 5,76% referente ao total do Brasil, no período de 2006 a 2014. Alcançando um crescimento em média de 3,3% ano após ano, isso está associado com o aumento das ligações novas de unidades consumidoras.

Santa Catarina é o menor Estado da Região Sul do país, com 95.346 km² e 295 municípios. Apresentando em 2014, 2.724.000 unidades consumidoras, referente 23,48% do total da Região. No decorrer do período analisado, a média que representa em percentual é de 3,52% em relação ao Brasil. Devido às ligações novas das unidades consumidoras, o Estado de Santa Catarina está tendo um crescimento de aproximadamente 3,2% ao ano.

Com um aumento em média de 2,5% dentre os anos de 2006 a 2014, o Rio Grande do Sul presentemente demonstra um total de 4.419.000 unidades consumidoras, devido às novas ligações que surgem constantemente. Esse número equivale a aproximadamente 38,09% da Região Sul e 5,92% do total das unidades consumidoras no Brasil.

De modo geral, os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul vêm em constante crescimento, conseqüentemente, as unidades consumidoras crescem proporcionalmente. Esse crescimento deve-se por, os três estados reunirem os melhores índices nacionais de qualidade de vida, educação e saúde. O setor industrial cresce principalmente nas capitais, Curitiba (PR) e Porto Alegre (RS), devido à oferta de incentivos fiscais a empresas estrangeiras. A

agricultura e também a agroindústria sofrem uma mecanização, o que favorece o deslocamento das famílias do campo para a cidade.

As usinas hidrelétricas e termelétricas do Brasil são conectadas pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) em uma grande rede de transmissão. Com isso, é possível o Nordeste utilizar a energia produzida pelo Sul do país. O SIN é dividido em dois subsistemas: o Sul/Sudeste/Centro-Oeste e o Norte/Nordeste, de acordo com o ONS. Na Região Sul, os excedentes energéticos são transferidos para a região Sudeste/Centro-Oeste, respeitando-se os limites elétricos vigentes na interligação Sul/Sudeste/Centro-Oeste.

Já o Nordeste, Centro-Oeste e Norte historicamente concentram a maior parte da população sem acesso à rede. O atendimento foi comprometido por fatores como grande número de habitantes com baixo poder aquisitivo (no caso do Nordeste principalmente), baixa densidade demográfica (principalmente na região Centro-Oeste) e, no caso da região Norte, baixa densidade demográfica e pequena geração de renda, aliada às características geográficas. Estas últimas, por sinal, comprometeram a extensão das redes de transmissão e distribuição.

A Região Sul, no período analisado, 2006 a 2014, indicou um aumento de 74% de geração em GWh, provenientes principalmente das usinas hidrelétricas. Dentre a região, o Paraná detém 61% do total. Isso se dá por conter um grande potencial hidráulico instalado. A Região Sul é responsável também por cerca de 27,5% da demanda total de energia no Brasil.

As informações demonstram que, no geral, o aumento na capacidade instalada do país tem sido permanente – ao contrário do que ocorreu no final dos anos 80 e início da década de 90, quando os investimentos em expansão foram praticamente paralisados.

A crise econômica de 2008 não representou um grande impacto na geração de energia, na região Sul do Brasil, apresentando pequena diminuição nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Isto se deu principalmente por questões climáticas, que foram favoráveis neste período, se tratando que esta região a energia que predomina é a hidrelétrica.

A pequena queda na geração do setor elétrico, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocorreu pela redução no crédito internacional, que por consequência, acarretou à falta de liquidez do mercado e a restrição de investimentos.

Em 2012, três fatos explicam a redução da geração de energia. Primeiro, o governo baixou a tarifa no momento em que o custo crescia, incentivando o uso perdulário e criando um prejuízo nas distribuidoras, que tiveram que recorrer ao Tesouro Nacional. Segundo, o governo atrasou as obras de geração e transmissão e fez leilões de energia, privilegiando preço baixo, com taxas de retorno inferior a do mercado. Terceiro, a falta de chuva, principalmente em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, diminuindo seus reservatórios.

O consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Ele reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis (que demandam combustíveis), eletrodomésticos e eletroeletrônicos (que exigem acesso à rede elétrica e pressionam o consumo de energia elétrica).

O consumo nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul deixa a Região Sul em 2º lugar em relação ao Brasil com aproximadamente 85 GWh, perdendo apenas para a Região Sudeste com 243 GWh no ano de 2014. A evolução do número de unidades consumidoras, o uso de equipamentos eletrodomésticos e a renda per capita tem papel essencial na estimativa desse consumo de energia.

Observou-se uma queda tanto na geração quanto no consumo em 2009, na Região Sul, quando houve retração da economia em decorrência da crise econômica global instaurada no final de 2008. Está ocorreu principalmente pela diminuição de consumo do setor industrial.

Oposto da geração de energia, em 2012, onde houve queda, o consumo apresentou um crescimento, devido à redução na tarifa de energia elétrica, imposto pelo Governo Federal.

5. Considerações finais

O objetivo geral desse trabalho foi demonstrar a energia eólica e a energia solar como alternativa para a geração de energia elétrica na Região Sul do Brasil no período de 2006 a 2014. Verificando o crescimento de tais fontes renováveis, a geração de energia na Região, a quantidade de unidades consumidoras e o consumo de energia elétrica em GW.

Mapeando as usinas eólicas e solares, verificou-se um aumento no número de usinas e na capacidade de geração deixando o Rio Grande do Sul com o maior parque eólico da Região Sul e Santa Catarina com o maior parque solar do Brasil. No Rio Grande do Sul. O Projeto dos Parques Eólicos de Osório foi o primeiro a receber a Licença de Instalação da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) instituição responsável pelo licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul e Vinculada à secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA). Além disso, trata-se também do primeiro parque eólico conectado à rede básica do Sistema Interligado Nacional (SIN), controlado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

O investimento nos Parques Eólicos de Osório Totalizou R\$ 670,00 milhões. Desse total, 69% ou R\$ 465,00 milhões foram financiados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), sendo R\$ 105 milhões financiados diretamente no banco de fomento. Os outros R\$ 360 milhões por um consórcio entre o banco ABN Amro Real, Branco do Brasil, Bannrisul, BRDE, Caixa Econômica Federal e Santander. O capital restante foi aportado pelo Grupo Elecnor.

Iniciada em outubro de 2005, a construção dos parques eólicos de Osório alterou diferentes equipes, totalizando cerca de cinco mil empregados diretos e indiretos, que trabalharam em três turnos. Concluindo a obra em dezembro de 2006, conforme prazo estabelecido.

Santa Catarina se destaca no mapa da energia solar do Brasil com o início da operação comercial, da Usina Fotovoltaica de Tubarão. Concebida como uma Usina Experimental para fins de pesquisa, desenvolvimento e capacitação técnica, objetivo do projeto P&D Estratégico nº 013/2011 da ANEEL, no qual a Tractebel Energia é a proponente, a Usina Solar Fotovoltaica é resultado do investimento de aproximadamente R\$ 30 milhões, dos R\$ 56,3 milhões deste P&D. Um dos objetivos do Projeto Geração Solar Fotovoltaica foi conhecer o comportamento desta fonte na matriz elétrica, os custos envolvidos e o desempenho dos equipamentos implantados.

Montada próximo ao Complexo Termelétrico Jorge Lacerda, ao lado da BR 101, o local foi estrategicamente selecionado, pois recupera uma área de antigos depósitos de cinzas, provenientes da queima do carvão mineral das Termelétricas, conta com a sinergia de atividades dos nossos profissionais de Operação, Manutenção e Engenharia, além estar muito próxima das equipes de Pesquisa da UFSC e da sede da Tractebel Energia em Florianópolis. Do início da montagem até a operação comercial foram nove meses, com mais de 150 profissionais envolvidos diretamente nos estudos, projeto e implantação da Usina Solar Fotovoltaica.

A venda de MW, no leilão de energia de reserva, as usinas eólicas apresentaram um preço médio de R\$ 110,51/MWh, contra R\$ 75,00/MWh das usinas hidrelétricas. Comparando qual a energia que prevalece nos estados, notou-se uma grande diferença entre as energias renováveis com a energia hidrelétrica. A Região Sul, assim como o Brasil, ainda é dependente da energia hidráulica, pois a geração dessa energia ocorre de forma superior às demais energias. Sendo o Paraná é o maior gerador de energia hidrelétrica do Brasil. É possível afirmar que, no médio prazo, tanto o Brasil, quanto a Região Sul, terão a energia Eólica e Solar como uma fonte complementar, se tratando de ser relativamente nova se comparada com a matriz energética hidráulica, que compõe o território nacional há mais de meio século.

No entanto, o impacto ambiental causado por essas duas fontes renováveis, é quase nulo comparado com o impacto causado pela hidrelétrica. Outro ponto favorável às energias limpas é o tempo necessário para a implantação dos parques, pois enquanto uma usina hidrelétrica leva para sua construção, em média de 2 a 4 anos ou até 7 anos (como foi o exemplo da Usina Hidrelétrica de Itaipu), as usinas eólicas e solares levam em média 12 a 18 meses e, essas fontes renováveis podem ser instaladas em áreas tanto urbanas, quanto rurais, sem impactos sócios econômicos negativos.

Em relação às unidades consumidoras percebe-se um crescimento positivo no decorrer dos anos estudados. Conforme essas unidades consumidoras vêm crescendo num percentual baixo, porém constante, a capacidade de geração das energias renováveis aumenta em um volume maior. Também, cabe ressaltar que existem vários desafios para esse setor, dentre outros, o aumento da produção, demandas da sociedade por melhorias na qualidade no fornecimento, no uso eficiente, bem como a atenuação dos impactos ambientais.

Realizado uma comparação da geração de energia elétrica com o consumo na Região Sul, esta aumenta gradativamente para poder suprir a demanda de consumo da população, transportando, se houver, o excedente para as regiões Sudeste e Centro-Oeste. Para ser alcançado, o desenvolvimento sustentável depende de planejamento e do reconhecimento de que os recursos naturais são finitos. Esse conceito representou uma nova forma de desenvolvimento econômico, que leva em conta o meio ambiente.

O desenvolvimento sustentável sugere, de fato, qualidade em vez de quantidade, com a redução do uso de matérias-primas e produtos e o aumento da

reutilização e da reciclagem. Se referindo ao termo de desenvolvimento, que leva em consideração, além de custos, a qualidade de vida e o meio ambiente, as fontes de energias renováveis, eólica e solar, se torna cada vez mais importante para a geração de energia.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas, 2005. Disponível em: <http://www3.aneel.gov.br/atlas/atlas_2edicao/index.html>. Acesso em: 12 ago. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas de energia elétrica do Brasil. 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

BNDES. (2015). O BNDES e a questão energética e logística da Região Sul. Disponível em <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3022/1/O%20BNDES%20e%20a%20quest%C3%A3o%20energ%C3%A9tica%20e%20logistica_4_P.pdf>. Acesso em: 5 de jul. 2015.

BORENSTEIN, C. R., CAMARGO, C. C. de B., CUNHA, C. J. C. A., *et al.* (1999). Regulação e gestão competitiva no setor elétrico brasileiro. Porto Alegre. Sagra-Luzzatto.

CHAVES, A. C., SILVA, F. F. (2008). Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v. 1, n.3, p. 345-356, set./dez. ISSN 1981-9951

ECO REVISTA. Indústria Sustentável. Disponível em: <<http://www.ecorevista.com.br/index.php?pag=home&materia=28>>. Acesso em: 13 ago. 2012.

FERREIRA, R. LEITE, C. B. M. (2015). Aproveitamento de energia eólica. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/eolica/eolica.htm>>. Acesso em: 13 out. 2015.

FUNCHAL, P. H. Z. (2008). A Contabilização das Externalidades como instrumento para a Avaliação de Subsídios: o Caso das PCHs no Contexto do Proinfa. Dissertação de Mestrado, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo.

GIL, A. C. (2005). Metodologia do Ensino Superior. 4. Ed. São Paulo: Atlas.

GOETZBERGER, A., V.U. H, (2005). Photovoltaic Solar Energy Generation, Berlin, Springer-Verlag, 2005.

KAEHLER, José Wagner Maciel. Comentários relativos a proposta da ANEEL para modificação do manual para elaboração do regulamento anual de combate ao desperdício de energia elétrica das concessionárias. ANEEL, 2000.

LIMA, J. B. A. (2003). Otimização de Sistema de Aquecimento Solar de Água em Edificações Residenciais Unifamiliares Utilizando o Programa TRNSYS. 123f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Universidade de São Paulo – São Paulo, p. 1.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), (2012). Fatos sobre energia sustentável. Disponível em <<http://www.onu.org.br/rio20/energia.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2014.

PACHECO, F. (2006). Energias Renováveis: Breves Conceitos. Salvador: Conjuntura Econômica n. 149.

PONTES, J. R. (1999). A indústria de energia elétrica no Brasil: causas fundamentais de sua reestruturação. In: BORENSTEIN, C. R. (Org.). Regulação e gestão competitiva no setor elétrico brasileiro. Porto Alegre. Sagra-Luzzatto.

STIGLITZ, J. (2007) A questão de maior alcance mundial. Disponível em: <http://www.brasilpnuma.org.br/pordentro/artigos_030.htm>. Acesso em: 12 fev. 2008.

TIAGO FILHO. G. L. (2003). Pequenas Centrais Hidrelétricas. Cap. 3. In: TOLMASQUIM, M. T. Fontes Renováveis de Energia no Brasil.

VASCONCELOS, G. C. de *et al.* (2007). Energia lignocelulosica da biomassa: uma perspectiva sustentável. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. Revista Brasileira Agroecologia, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1017-1020.

1. Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO. E-mail: bruno_kmendes@hotmail.com

2. Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO. E-mail: magno.heron@hotmail.com

3. Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio. Docente da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, Departamento de Ciências Econômicas. E-mail: felipe_polzin@hotmail.com

4. Doutor em História Econômica, Docente da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, Departamento de Ciências Econômicas. E-mail: ffranconetto@yahoo.com.br

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 06) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados