AVALIAÇÕES A RESPEITO DA EVOLUÇÃO DAS CAPACIDADES CONTRATADA E INSTALADA E DOS CUSTOS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: DO PROINFA AOS LEILÕES DE ENERGIA

Andreza Cardoso Ferreira – andreza_car@hotmail.com
Luis Carlos Macedo Blasques – blasques@ifpa.edu.br
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA
João Tavares Pinho – jtpinho@ufpa.br
Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas da Universidade Federal do Pará – GEDAE/UFPA

Resumo. *O presente trabalho apresenta a evolução do cenário nacional da energia eólica, abordando desde as primeiras políticas de incentivo até o histórico atual das capacidades contratada e instalada e dos custos de geração desta fonte de energia renovável. A energia eólica tem vivenciado um significativo crescimento no Brasil nos últimos anos. Esta trajetória teve início com o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), iniciado efetivamente em 2004, que surgiu com o objetivo de ser um instrumento para a diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento energético no país. O PROINFA foi responsável pela contratação de 1.422,9 MW eólicos, sendo que, deste total, 90 % foi efetivamente posto em operação. Os leilões de energia elétrica realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), por delegação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), constituem-se em um dos principais mecanismos de comercialização no Brasil. Em 2009 foi realizado o primeiro leilão exclusivo para a fonte eólica no Brasil, que foi responsável pela contratação de 1.805,7 MW, dos quais aproximadamente 32 % encontram-se em operação. De 2009 a 2013, outros nove leilões, sendo apenas um deles também exclusivo, foram realizados, com a contratação de novas usinas eólicas. Considerando todos os leilões, inclusive o primeiro, de 2009, foram contratados 11.751,1 MW de energia eólica, distribuídos em 470 empreendimentos. O custo médio de venda de energia eólica de todos os leilões gira em torno de R$ 115,00/MWh, valor três vezes menor do que o custo de venda de energia do PROINFA, corrigido para os dias atuais.*

Palavras-chave: *Energia Eólica, PROINFA, Leilões de Energia, Capacidade Instalada, Custos.*

1. INTRODUÇÃO

Devido ao racionamento de energia que atingiu o Brasil no início dos anos 2000 e a crescentes preocupações relacionadas à segurança energética do país e a questões ambientais, foi iniciada uma discussão sobre a diversificação da matriz energética nacional, com inserção de outras fontes de geração diferentes da tradicional, as usinas hidrelétricas.

Diante desse cenário, foram introduzidas no país as primeiras políticas para incentivo à geração de energia elétrica baseada em fontes renováveis, que estão sendo aos poucos incorporadas à matriz energética brasileira, aumentando a segurança energética de forma sustentável.

Dentre as políticas de incentivo à geração de energia proveniente de fontes renováveis destaca-se o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Especificamente no caso da fonte eólica, a abertura do mercado em função do PROINFA foi tamanha que, poucos anos depois, praticamente não havia mais necessidade de incentivos e a fonte eólica passou a tornar-se competitiva, resultando no cenário atual, onde esta fonte já participa ativamente dos leilões de energia promovidos pelo governo, competindo em situação de igualdade com outras fontes, como as centrais hidrelétricas e térmicas.

O Artigo 3º da Lei 10.438, de 26 de abril de 2002, instituiu o PROINFA, com o objetivo principal de "aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional". O PROINFA também objetivou o desenvolvimento de novas tecnologias, baseadas em fontes renováveis, para produção de eletricidade, notadamente as pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), usinas a biomassa e eólicas, estabelecendo a instalação de 3.300 MW de capacidade de potência, sendo incialmente previstos 1.100 MW de cada fonte.

Os leilões de energia acontecem anualmente no Brasil com o intuito de contratar energia para atender a demanda futura do país. Em 2009, foi realizado o primeiro leilão para compra de energia exclusivamente proveniente de fonte eólica, sendo considerado um marco para a indústria eólica brasileira e representando o início da consolidação de investimentos no setor. O presente artigo apresenta a evolução das capacidades contratada e instalada e dos custos de energia eólica no país, apresentando resultados do PROINFA e de todos os leilões de energia que contaram com a participação da fonte eólica. Por fim, são realizadas análises da situação atual da energia eólica no Brasil.

2. O PROINFA

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, criado pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002 e atualizado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, teve como objetivo aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos concebidos com base em fontes alternativas de energia elétrica, dentre elas a eólica, a biomassa e as pequenas centrais hidrelétricas (PCH) no Sistema Interligado Nacional (SIN), instalando um total de 3,3 GW de capacidade de geração a partir dessas fontes (MME, 2013). O objetivo inicial do programa, em sua primeira etapa, era o de implantar os 3,3 GW com compra de energia assegurada no prazo de 20 anos. Em uma segunda etapa, o programa previu, após atingida a meta de implantação dos 3,3 GW, que as três fontes atendam 10 % do consumo anual de energia elétrica no país. A capacidade total a ser instalada foi inicialmente dividida em 1,1 GW para geração de energia através de biomassa, 1,1 GW através de energia eólica e 1,1 GW através de PCHs. Pode-se também citar como alguns objetivos indiretos do PROINFA o incentivo a pequenos produtores de energia através de financiamentos oferecidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) de até 70 % do investimento; a geração de 150.000 empregos diretos e indiretos; o aproveitamento das potencialidades das fontes renováveis de cada região; a capacitação tecnológica; a implantação da indústria de equipamentos; e o desenvolvimento limpo através da redução da emissão de poluentes na atmosfera na ordem de 2,8 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO_2) por ano.

Os números finais do PROINFA alteraram levemente a estimativa inicial, sendo contratados 144 empreendimentos, perfazendo um total de 3.299,40 MW, sendo 1.422,92 MW provenientes da fonte eólica, divididos entre 54 empreendimentos, representando uma geração anual estimada de aproximadamente 3,7 GWh e um custo de R$ 786 milhões/ano. 63 empreendimentos de PCHs resultaram em uma capacidade instalada de 1.191,24 MW, e 27 empreendimentos de biomassa resultaram em 685,24 MW contratados. A Tab. 1 resume estes valores, apresentando estimativas de energia gerada e custos, por fonte e totais.

Tabela 1 - Resultado final da contratação do PROINFA.

FONTES	EMPREENDIMENTOS	POTÊNCIA CONTRATADA (MW)	ENERGIA (MWh/ano)	CUSTO (Milhões R$/ANO)
PCH	63	1.191,24	6.511.196	802
EÓLICA	54	1.422,92	3.719.799	786
BIOMASSA	27	685,24	2.304.992	230
TOTAL	**144**	**3.299,40**	**12.555.987**	**1.818,00**

Fonte: Elaboração própria, a partir de Eletrobrás (2013).

Um dos critérios estabelecidos para contratação de empreendimentos pelo PROINFA era que houvesse, na primeira fase do programa, no mínimo 60 % de nacionalização dos equipamentos e serviços envolvidos nos empreendimentos, com o objetivo de fomentar a indústria de base dessas fontes alternativas. Isto gerou dificuldades na implantação dos projetos, principalmente de usinas eólicas, já que, no início do programa, havia um único fabricante sediado no país e este não conseguiria atender a toda a demanda por equipamentos. Com isso houve atrasos no cronograma de implantação das usinas contratadas pelo PROINFA. Com a oferta escassa de equipamentos nacionais, a imposição deste índice foi um dos principais fatores para os recorrentes atrasos no cronograma do PROINFA (Nogueira, 2011). Outra dificuldade encontrada foi o atendimento às exigências estabelecidas pelo BNDES para a obtenção do financiamento, já que foi definida uma lei para os Produtores Independentes de Energia (PIE), que restringia o acesso de empresas que poderiam aportar grandes volumes de capital.

A região nordeste do Brasil concentrou o maior número de empreendimentos eólicos, com 37 usinas divididas pelos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, o que representa 56 % da capacidade total contratada pelo PROINFA para esta fonte. A Fig. 1 apresenta a divisão da capacidade de potência contratada por estado.

2.1 Custos da energia eólica no PROINFA

Os contratos do PROINFA têm duração de 20 anos e neles a Eletrobrás assegura ao empreendedor receita mínima de 90 % da energia contratada pela fonte eólica durante o período de financiamento. A Eletrobrás cumpriu o papel de agente executora, realizando a celebração dos contratos de compra e venda de energia e encarregada de elaborar o Plano Anual do PROINFA (PAP), um relatório anual sobre os fatos principais relativos ao programa, que deveria conter o montante de energia gerada e contratada e o demonstrativo dos custos administrativos, financeiros e tributários do programa (Lopes, 2011).

O PROINFA apresentou incentivos do tipo "feed-in" para os empreendimentos contratados, estipulando uma tarifa de compra de energia chamada Preço Premium, dada em R$/MWh, que corresponde ao valor econômico de cada fonte corrigido anualmente pelo índice geral de preços do mercado (IGP-M) de acordo com o mês de aniversário do contrato. Em dezembro de 2012, por exemplo, este valor esteve em R$ 303,97 para empreendimentos com menores fatores de capacidade, e R$ 344,74 para empreendimentos com maiores fatores de capacidade, conforme apresentado na Fig. 2, que mostra a evolução dos valores de Preço Premium de energia eólica estipulada pelo PROINFA, levando-se em consideração os valores mínimos e máximos dos fatores de capacidade de referência (FCR) de cada usina.

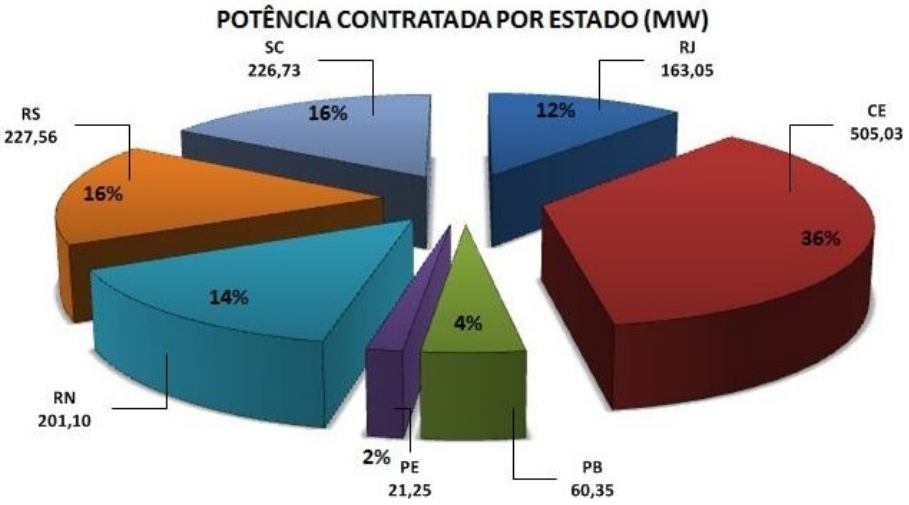

Figura 1 - Gráfico percentual de potência eólica contratada por estado pelo PROINFA.

O fator de capacidade é a relação entre a produção efetiva de energia de uma usina durante um período de tempo e da energia que seria produzida se ela operasse em capacidade nominal durante todo o período. Para calcular o fator de capacidade utiliza-se a equação (1). As usinas participantes dos leilões de energia, apresentados no próximo item, são contratadas em função da garantia física informada, que é um termo que pode ser associado ao fator de capacidade da usina, conforme equação (2).

$$Fator\ de\ Capacidade = \frac{Energia\ total\ gerada\ (MWh)}{Potência\ Nominal\ (MW).Tempo(h)} \quad (1)$$

$$Fator\ de\ Capacidade = \frac{Garantia\ Física\ (MW)}{Potência\ Nominal\ (MW)} \quad (2)$$

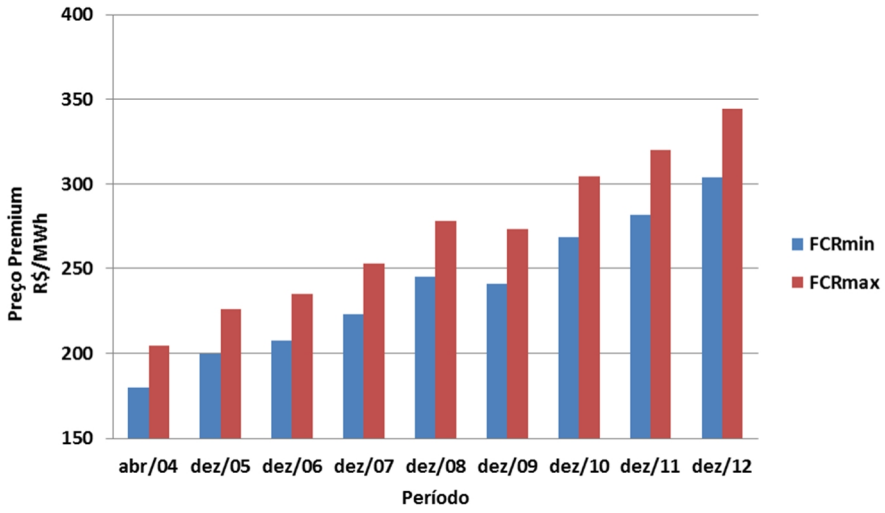

Figura 2 - Evolução dos custos de tarifas de energia eólica do PROINFA em função dos valores mínimos e máximos de fatores de capacidade.

53 das 54 usinas contratadas pelo PROINFA tiveram suas obras concluídas e foram colocadas em operação comercial. A usina de Quintanilha Machado, de 135 MW, contratada para ser instalada no município de São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro, rescindiu de forma amigável seu contrato de venda de energia para a Eletrobrás, após enfrentar entraves em função de sua localização, próximo ao aeroporto de Cabo Frio, o que poderia afetar o espaço aéreo no entorno. As 53 usinas do PROINFA representam um total de capacidade instalada da ordem de 1,3 GW e, a título de exemplo, no ano de 2012, ainda sem que todas as usinas estivessem em plena operação, foram gerados aproximadamente 3.100 GWh de energia, entregues ao sistema interligado nacional (SIN), resultando em um fator de capacidade médio de 36 %.

3. LEILÕES DE ENERGIA

A Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, que dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, define que esta comercialização deve ser realizada nos ambientes de contratação regulada e de contratação livre. No Ambiente de Contratação Regulada (ACR) os agentes de distribuição compram energia elétrica para atender seus mercados por meio de leilões públicos promovidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e operacionalizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Os referidos leilões buscam o menor preço possível da energia elétrica através da competição entre os agentes de geração. Com isso, garante-se a menor tarifa para o consumidor final.

Segundo Dutra (2007), os leilões são um processo mais competitivo, onde o regulador define as reservas de mercado para um montante de energia elétrica e organiza o processo de competição entre os produtores para fornecimento do montante previamente reservado. As concessionárias de energia elétrica ficam então obrigadas a pagar aos produtores vencedores do leilão o montante de energia gerada pela tarifa definida no certame.

O 2º Leilão de Energia de Reserva (LER), ocorrido em 14 dezembro de 2009, foi o primeiro leilão exclusivo de energia eólica do país, e viabilizou, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a contratação de 1.805,7 MW de capacidade instalada, ou 753 MW médios, distribuídos em 71 empreendimentos nas regiões sul e nordeste. Apresentou um preço médio final de venda de R$ 148,39/MWh, representando um deságio de 21,49 % em comparação ao preço teto inicialmente estabelecido, e aproximadamente 84 % inferior ao valor oferecido aos projetos do PROINFA, atualizados na mesma época (dezembro de 2009) e para faixas semelhantes de fatores de capacidade. O menor preço oferecido no leilão foi de R$ 131,00/MWh, muito abaixo das expectativas mais otimistas, o que levou a questionamentos sobre a sustentabilidade econômica de tais projetos. Neste sentido, vale ressaltar que um dos grandes benefícios do leilão de energia eólica, segundo Dantas e Leite (2009), é a indicação de um custo real da geração eólica no Brasil, porque é o primeiro instrumento de contratação competitivo de grande porte realizado no país. A Tab. 2 apresenta alguns resultados do primeiro leilão exclusivo de energia eólica.

Tabela 2 - Resultado do 2º Leilão de Energia de Reserva (Edital nº 003/2009), exclusivo para a fonte eólica.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	18	25,4	390	21,6	181,15	46,5	145,19
Ceará	21	29,5	542,7	30,0	225,81	41,6	150,40
Rio Grande do Norte	23	32,4	657	36,4	297,46	45,3	150,96
Rio Grande do Sul	8	11,3	186	10,3	71,23	38,3	141,87
Sergipe	1	1,4	30	1,7	10,50	35,0	152,50
Total	**71**	**100**	**1.805,7**	**100**	**786,15**	**43,5**	**148,39**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2009) e CCEE (2013)

Em agosto de 2010 ocorreram no Brasil o segundo Leilão de Fontes Alternativas (LFA) e o terceiro Leilão de Energia de Reserva, realizados em quatro fases e compreendendo as fontes de energia provenientes de biomassa, eólica e PCHs. Nas duas primeiras fases do LER, que ocorreram no dia 25/08/2010, foram realizados os leilões para contratação de energia de reserva proveniente de termelétricas a biomassa, para início de suprimento em 2011 e 2012, respectivamente. No dia 26/08/2010 ocorreu a terceira e última fase do LER, e o segundo LFA, ambos contemplando a fonte eólica.

Os dois leilões de 2010 resultaram na contratação de 70 centrais eólicas, correspondendo a 2.047,8 MW de potência instalada e 925,3 MW médios, com preço médio de R$ 130,86/MWh. Foram contratadas basicamente usinas na região nordeste, com exceção de um parque eólico localizado na região sul. Os resultados individuais de cada leilão de 2010 são apresentados nas Tab. 3 e 4.

Tabela 3 - Resultados do 2º Leilão de Fontes Alternativas para a fonte eólica – Edital nº 007/2010 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	6	12,0	326,4	21,5	122,1	37,4	134,16
Ceará	5	10,0	150,0	9,9	67,8	45,2	135,6
Rio Grande do Norte	30	60,0	817,4	53,8	374,8	45,9	134,28
Rio Grande do Sul	9	18,0	225,8	14,8	93,8	41,5	135,82
Total	**50**	**100**	**1.519,6**	**100**	**658,5**	**43,3**	**134,46**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2010) e CCEE (2013)

Tabela 4 - Resultados do 3º Leilão de Energia de Reserva para fonte eólica – Edital nº 005/2010 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	10	50,0	261,0	49,4	137,7	52,8	121,43
Rio Grande do Norte	9	45,0	247,2	46,8	121,1	49,0	124,17
Rio Grande do Sul	1	5,0	20,0	3,8	8,0	40,0	125,65
Total	**20**	**100**	**528,2**	**100**	**266,8**	**50,5**	**122,87**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2010) e CCEE (2013)

O terceiro LER vendeu energia eólica a um preço médio de R$ 122,87/MWh. Já o preço médio do segundo LFA foi de R$ 134,46/MWh.

O décimo segundo leilão de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração de energia, também chamado de Leilão de Energia Nova (LEN), ocorreu no dia 17 de agosto de 2011 e abrangeu as fontes de energias provenientes de usinas a gás natural, eólicas, a biomassa e hidrelétricas.

A fonte eólica representou a contratação de 1.067,6 MW de capacidade instalada e 484,2 MW médios, distribuídos em 44 empreendimentos situados nas regiões sul e nordeste, com o surpreendente preço médio final de venda de R$ 99,58/MWh. A usina eólica com menor preço de venda neste certame vendeu energia a R$ 96,39/MW, preço considerado surpreendentemente baixo à época. A Tab. 5 apresenta alguns resultados do LEN para a fonte eólica.

Tabela 5 - Resultados do 12º Leilão de Energia Nova A-3 para a fonte eólica – Edital nº 002/2011 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	11	25,0	265,6	24,9	133,0	50,1	98,53
Ceará	4	9,1	103,6	9,7	49,8	48,1	103,74
Pernambuco	3	6,8	78	7,3	36,1	46,3	98,55
Piauí	3	6,8	75,6	7,1	38,9	51,5	100,15
Rio Grande do Norte	2	4,6	52,8	4,9	28,3	53,6	98,52
Rio Grande do Sul	21	47,7	492	46,1	198,1	40,3	99,08
Total	**44**	**100**	**1.067,6**	**100**	**484,2**	**45,4**	**99,58**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2011a) e CCEE (2013)

O quarto Leilão de Energia de Reserva de 2011, realizado pelo Governo Federal, ocorreu no dia 18/08/2011. Segundo a EPE, foram contratados 861,1 MW de capacidade eólica instalada, resultando em 428,8 MW médios, distribuídos em 34 empreendimentos situados nas regiões sul e nordeste, com um preço médio final ponderado de venda de R$ 99,54/MWh. A Tab. 6 apresenta alguns resultados do 4º LER para a fonte eólica.

Tabela 6 - Resultados do 4º Leilão de Energia de Reserva para a fonte eólica – Edital nº 003/2011 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	7	20,6	148,8	17,3	81,0	54,4	98,26
Ceará	7	20,6	174,5	20,3	83,3	47,7	99,59
Rio Grande do Norte	15	44,1	405,4	47,1	202,5	49,9	100,18
Rio Grande do Sul	5	14,7	132,4	15,3	62,0	46,8	99,60
Total	**34**	**100**	**861,1**	**100**	**428,8**	**49,8**	**99,54**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2011b) e CCEE (2013)

A consolidação dos resultados do 12º LEN A-3 e do 4º LER, ambos realizados em agosto de 2011, apresentou um total de 78 projetos contratados para geração de eletricidade provenientes da fonte eólica, com potência total instalada de 1.928,8 MW e com um preço médio final ponderado de venda de R$ 99,56/MWh.

No dia 20 de dezembro de 2011 foi realizado o 13º Leilão de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração de eletricidade, sendo contempladas usinas a biomassa, hidrelétricas e eólicas. Assim como nos últimos leilões de energia realizados pelo Governo Federal, a fonte eólica foi o grande destaque deste leilão, com 39 projetos negociados, totalizando 976,5 MW de capacidade instalada.

Os empreendimentos de geração eólica contratados neste leilão estão situados nas regiões sul e nordeste, com um preço médio final ponderado de venda de R$ 105,12/MWh. A Tab. 7 mostra os resultados do leilão A-5 para a fonte eólica.

Tabela 7 - Resultados do 13º Leilão de Energia Nova A-5 para a fonte eólica – Edital nº 007/2011 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	5	12,8	149,5	15,3	77,6	51,9	103,87
Ceará	15	38,5	328,0	33,6	157,8	48,1	107,75
Maranhão	2	5,1	57,6	5,9	32,6	56,6	104,48
Rio Grande do Norte	12	30,8	321,8	32,9	158,9	49,4	103,78
Rio Grande do Sul	5	12,8	119,6	12,3	51,6	43,1	105,13
Total	**39**	**100**	**976,5**	**100**	**478,5**	**49,0**	**105,12**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2011c) e CCEE (2013)

Realizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), no dia 14 de dezembro de 2012, o 15º Leilão de Energia Nova promoveu a licitação de empreendimentos novos de geração de eletricidade provenientes de fontes de energia eólica e hidrelétrica, com previsão de entrega de energia para 2017.

O destaque deste leilão ficou por conta do desempenho dos parques eólicos, que venderam eletricidade a preços nunca antes atingidos. O preço médio de venda foi de R$ 87,94/MWh, contra R$ 99,54/MWh do 4º LER de 2011, que tinha os menores preços já registrados até então. Uma central eólica de 28 MW de capacidade instalada, localizada no Rio Grande do Sul, vendeu energia a R$ 87,50/MWh, menor preço de venda já ofertado no Brasil por uma central eólica até hoje. Os projetos contratados, que somaram 281,9 MW, estão situados nos estados do Maranhão, Bahia e Rio Grande do Sul. A Tab. 8 apresenta resultados do 15º LEN para a fonte eólica.

Tabela 8 - Resultados do 15º Leilão de Energia Nova A-5 para a fonte eólica – Edital nº 001/2012 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	2	20,0	52,3	18,6	24,5	46,9	87,77
Maranhão	7	70,0	201,6	71,5	116,2	57,6	88,94
Rio Grande do Sul	1	10,0	28	9,9	11,5	41,1	87,50
Total	**10**	**100**	**281,9**	**100**	**152,2**	**54,0**	**87,94**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2012) e CCEE (2013)

66 usinas eólicas, compondo capacidade instalada total de 1.505,2 MW, foram contratadas no 5º Leilão de Energia de Reserva de 2013, realizado em agosto de 2013 pela CCEE. O objetivo principal do leilão foi a venda de energia proveniente de parques eólicos em contratos com prazos de suprimento de 20 anos, com início em 1º de setembro de 2015 e término em 31 de agosto de 2035 (CCEE, 2013). Detalhe interessante a ressaltar é que este foi o único leilão exclusivo de energia eólica ocorrido após o primeiro, em 2009.

O preço médio ao final da 5º LER ficou em R$ 110,51/MWh. Das 66 usinas contratadas, 28 estão na Bahia, 6 no Ceará, 7 em Pernambuco, 14 no Piauí, 7 no Rio Grande do Norte e 4 no Rio Grande do Sul. Destaca-se a forte participação da região nordeste, com aproximadamente 94 % das usinas contratadas, contra apenas 6 % da região sul, representada apenas pelo estado do Rio Grande do Sul. A Tab. 9 apresenta os resultados desse leilão.

Tabela 9 - Resultados do 5º Leilão de Energia de Reserva para a fonte eólica – Edital nº 005/2013 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	28	42,4	567,8	37,7	247,6	43,6	107,04
Ceará	6	9,1	113,2	7,5	48,5	42,8	115,90
Pernambuco	7	10,6	191,7	12,7	94,7	49,4	116,00
Piauí	14	21,2	420,0	27,9	224,3	53,4	109,97
Rio Grande do Norte	7	10,6	132,0	8,8	58,0	43,9	111,82
Rio Grande do Sul	4	6,1	80,5	5,3	27,6	34,3	114,93
Total	**66**	**100**	**1.505,2**	**100**	**700,7**	**46,6**	**110,51**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2013a) e CCEE (2013)

39 empreendimentos eólicos, somando capacidade instalada de 867,6 MW, foram contratados no Leilão de Energia Nova A-3, promovido em novembro de 2013 pelo Governo Federal, com o objetivo de suprir a demanda de eletricidade do país no ano de 2016. O preço médio ao final do Leilão ficou em R$ 124,43/MWh. A previsão é que sejam investidos cerca de R$ 3,3 bilhões na construção dos parques eólicos, situados nos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Sul (EPE, 2013). Os resultados desse leilão são apresentados na Tab. 10.

Tabela 10 - Resultados do 17º Leilão de Energia Nova A-3 para a fonte eólica – Edital nº 009/2013 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	4	10,3	83,0	9,6	33,3	40,1	122,23
Ceará	4	10,3	98,0	11,3	52,9	54,0	125,48
Pernambuco	4	10,3	120,0	13,8	43,6	36,3	122,88
Piauí	8	20,5	240,0	27,7	119,6	49,8	125,37
Rio Grande do Sul	19	48,6	326,6	37,6	130,8	40,1	124,65
Total	**39**	**100**	**867,6**	**100**	**380,2**	**43,8**	**124,43**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2013b) e CCEE (2013)

O 18º Leilão de Energia Nova A-5, o mais recente leilão promovido pelo Governo Federal, ocorreu em 13/12/2013 e o destaque, mais uma vez, ficou por conta do desempenho da fonte eólica, que compreendeu 81,5 % do total de empreendimentos contratados no certame. Usinas hidrelétricas e a biomassa completam o restante da capacidade contratada. Os 97 parques eólicos contratados, que somam 2.337,8 MW de capacidade instalada e 1.083,4 MW médios, se espalham pelos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul. O preço médio final ponderado do leilão A-5 foi de R$ 119,03/MWh. A Tab. 11 apresenta um resumo dos resultados deste leilão, referentes à fonte eólica.

Tabela 11 - Resultados do 18º Leilão de Energia Nova A-5 para a fonte eólica – Edital nº 010/2013 – ANEEL.

Estado	Projetos		Potência Instalada		Garantia Física		Preço médio
	Qtde	%	MW	%	MW	FC (%)	(R$/MWh)
Bahia	41	42,3	1.000,8	42,8	475,6	47,8	119,15
Ceará	10	10,3	212,3	9,1	93,6	43,5	120,60
Pernambuco	4	4,1	120,0	5,1	62,3	51,9	120,73
Piauí	7	7,2	168,0	7,2	85	51,1	119,62
Rio Grande do Sul	25	25,8	684,7	29,3	301,3	44,1	117,79
Rio Grande do Norte	10	10,3	152,0	6,5	65,6	42,9	119,48
Total	**97**	**100**	**2.337,8**	**100**	**1083,4**	**46,3**	**119,03**

Fonte: Elaboração própria, a partir de EPE (2013c) e CCEE (2013)

4. EVOLUÇÃO DOS CUSTOS E DAS CAPACIDADES CONTRATADA E INSTALADA NO BRASIL

No âmbito dos leilões de energia, o preço da energia eólica sofreu significativas variações no decorrer dos anos, conforme observado na Fig. 3. Do primeiro leilão exclusivo de energia eólica, realizado em 2009, ao quinto leilão, o de energia de reserva de 2011, o preço médio caiu cerca de 16 %. A partir de então, os preços passaram a variar de acordo com o volume de energia contratada, experimentando sensíveis oscilações.

Segundo Lopes (2011), o fato dos preços da energia eólica comercializados nos últimos leilões atingirem baixos patamares – menores inclusive que aqueles praticados por hidrelétricas convencionais – pode ser justificado pelos desdobramentos da crise financeira de 2008. Com a recessão, houve uma queda na demanda por equipamentos para usinas eólicas nos países desenvolvidos. Assim, esses fabricantes buscaram mercados em ascensão, como o brasileiro, ofertando seus produtos a preços muito aquém dos que poderiam ser praticados em épocas de estabilidade econômica dos países desenvolvidos.

Além das usinas contratadas pelo PROINFA e pelos leilões de energia, outras estão em operação no país. Algumas iniciativas anteriores ao PROINFA, basicamente usinas experimentais atuando como produtores independentes através de iniciativas isoladas de algumas empresas e, mais recentemente, usinas instaladas no âmbito do ambiente de contratação livre (ACL), somam ao parque gerador eólico nacional outros 96,89 MW, sendo a maioria, 69,79 MW distribuídos em três usinas no nordeste, provenientes do ACL. Vale ressaltar que já se nota uma pequena capacidade eólica instalada no Brasil proveniente da geração distribuída, regulamentada no Brasil recentemente, através da Resolução ANEEL Nº 482, de 17 de abril de 2012. No entanto, estes tipos de instalações fogem ao escopo do presente trabalho, não sendo aqui considerados.

No total, 96 usinas eólicas foram interligadas ao sistema elétrico nacional desde 1994, quando a usina eólio-elétrica experimental do Morro do Camelinho, de 1 MW, operada pela Cemig, entrou em operação. Atualmente, um total de 2.188,76 MW, distribuídos em três regiões e 11 estados brasileiros, estão em operação comercial, todos associados a usinas que comercializam diretamente a energia produzida para o sistema elétrico. O Maranhão não está entre os 11, pois não possui usinas em operação, mas já possui capacidade contratada em 9 usinas, comercializadas em dois leilões. O nordeste brasileiro concentra o maior número de parques eólicos e volume de capacidade instalada entre as regiões do país, com 64 usinas, somando 1.458,81 MW, o que representa cerca de 67 % das instalações de energia eólica no país. As usinas estão distribuídas pelo Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Em termos de

capacidade instalada, o Ceará ainda é o líder nacional, com 22 usinas em operação, com um total de 659,22 MW, muito em função das usinas do PROINFA, responsáveis por 76 % deste total. O Ceará é seguido pelo Rio Grande do Sul, com 463 MW instalados em 16 usinas. O Rio Grande do Norte, que é o estado com maior capacidade contratada em todo os leilões, é o terceiro em capacidade instalada atual, com 423,15 MW em 14 usinas. Logo em seguida vêm Santa Catarina, com 236,4 MW em 13 usinas, e Bahia, com 233,19 MW em 8 usinas.

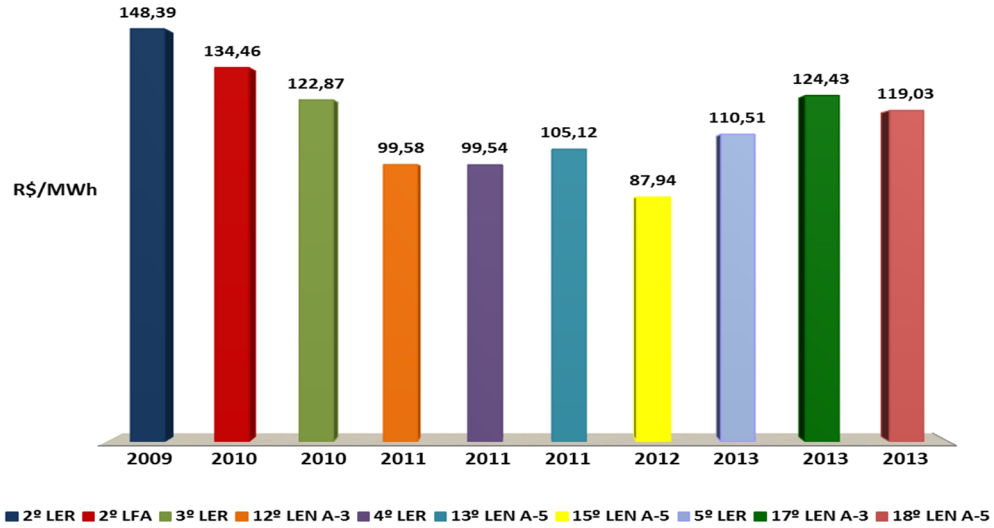

Figura 3 - Gráfico dos preços médios ponderados de todos os leilões de energia eólica.

Vale ressaltar que, apesar do cenário de capacidade instalada atual indicar o Ceará como o maior produtor de energia eólica no país, as capacidades contratadas nos leilões e ainda não instaladas deverão alterar este cenário. Considerando usinas em operação e as já contratadas, o líder em capacidade eólica nacional seria a Bahia, com 3.245,20 MW, praticamente um terço deste total contratado no último leilão, de dezembro de 2013. A Bahia seria seguida pelo Rio Grande do Norte, com 3.002,75 MW, pelo Rio Grande do Sul, com 2.523,60 MW, e só então viria o Ceará, com 2.297,22 MW. A Fig. 4 apresenta o mapa brasileiro, indicando a capacidade efetivamente instalada e a capacidade contratada, que ainda não encontra-se em operação, com dados atualizados até novembro de 2013.

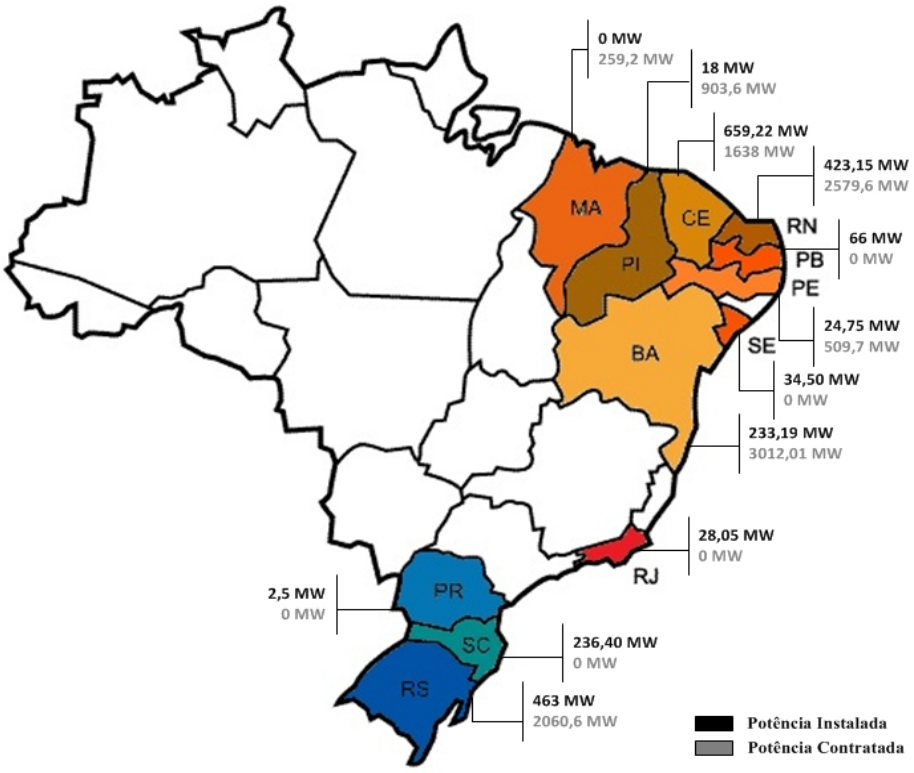

Figura 4 - Mapa da capacidade eólica no Brasil, indicando potência instalada (em preto) e contratada, mas ainda não em operação comercial (em cinza).

5. CONCLUSÃO

A análise dos empreendimentos eólicos em operação ou já contratados mas ainda não instalados, principalmente em função do PROINFA, já concluído, e dos leilões de energia, pode motivar diversas conclusões a respeito da evolução da energia eólica no Brasil.

Antes do PROINFA, havia no país apenas um fabricante de aerogeradores, que foi o responsável por grande parte das primeiras instalações de usinas eólicas no país, ainda de forma tímida. A capacidade nacional instalada antes da primeira usina do PROINFA, em Osório, no Rio Grande do Sul, entrar em operação, era de apenas 28,1 MW, o que resume o cenário naquele momento. A capacidade da usina eólica de Osório, uma das 3, de 50 MW cada, do complexo que inclui também as usinas de Sangradouro e de Índios, quase que duplicava a potência instalada no país antes do programa. Entre o PROINFA e o primeiro leilão exclusivo de energia eólica, em 2009, apenas uma segunda fábrica de aerogeradores foi posta em operação no país. Atualmente, a maioria dos grandes atores do mercado de energia eólica no mundo já possui fábricas no Brasil, e a indústria eólica também se expandiu através de novas fábricas de torres e pás, também crescentes no país. Ao final de 2012, estudos indicavam uma capacidade de produção no Brasil da ordem de 4.400 a 4.600 MW/ano, valor semelhante ao incremento de demanda verificado nos Estados Unidos no ano de 2010 (CGEE, 2012).

Com relação aos custos, percebe-se uma redução drástica das tarifas de venda de energia dos primeiros leilões, comparados aos valores praticados pelo PROINFA. Os custos mais elevados do PROINFA refletem a realidade da época no país, em que os investimentos em energia eólica ainda eram bastante tímidos e havia a necessidade de se incentivar as empresas a buscarem investimentos no país, gerando então um crescimento natural da indústria eólica, o que de fato ocorreu. O que causou espanto foi o nível de redução das tarifas de venda obtidas no primeiro leilão. O valor médio de R$ 148,39/MWh representou um deságio de 21,49 % em comparação ao preço teto inicialmente estabelecido, o que causou surpresa a praticamente todos os envolvidos no setor eólico nacional. O menor custo de venda deste leilão, de R$ 131,00/MWh, foi ainda mais surpreendente.

Os custos das tarifas de venda de energia eólica continuaram decrescendo de forma surpreendente até o 5º leilão onde a energia eólica foi negociada, o 4º LER, ocorrido em 2011. O decréscimo comparativo entre o primeiro leilão e este foi de 33 %. A partir de então, passou a ocorrer o que já era esperado, os custos passaram a subir, atingindo no último leilão, realizado em dezembro de 2013, o valor médio de R$ 119,03. O custo verificado no 15º leilão de energia nova A-5, ocorrido em 2012, de R$ 87,94, pode ser considerado um ponto fora da curva, uma vez que o certame negociou apenas 281,9 MW em 10 usinas, os menores valores dentre todos os leilões de energia eólica, e 7 das usinas localizavam-se em áreas próximas, no Maranhão, controladas por uma única empresa. Se o valor médio de venda deste leilão for excluído, nota-se um acréscimo, do 4º LER, de 2011, ao último leilão, de aproximadamente 20 %.

Mesmo com os valores aquém das expectativas praticados nos primeiros leilões, seus resultados podem ser considerados parcialmente positivos. O primeiro leilão de energia eólica, o 2º LER, de 2009, contratou 1.805,7 MW com data de início de fornecimento de 01/07/2012, determinada à época. Atualmente, apenas 568,2 MW encontram-se em plena operação, o que poderia indicar um cenário altamente desfavorável às usinas eólicas. Ocorre que a ampla maioria das usinas não operacionais encontra-se instalada e apta a entrar em operação, porém, não o fazem em função de atrasos em obras de sistemas de transmissão necessários para o escoamento da energia gerada por essas usinas. Segundo Barros Neto e Moura (2013), no início de 2013, 26 usinas prontas a operar estavam desconectadas do sistema somente nos estados do Rio Grande do Norte e da Bahia, representando uma capacidade ociosa de 622 MW, gerando um prejuízo médio mensal de R$ 33,6 milhões aos cofres do Governo Federal, que é obrigado a repassar o valor para as empresas vendedoras, para compensar seus prejuízos. Apenas seis usinas, localizadas no Ceará e totalizando 186 MW, atrasaram suas obras e não conseguiriam cumprir o prazo de início de suprimento para 2012.

REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível online em: http://www.aneel.gov.br, acessada em 4 nov. 2013.

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Disponível online em: http://www.ccee.org.br/portal/faces/oquefazemos_menu_lateral/leiloes, acessada em 15 nov. 2013.

CGEE, 2012. Avaliação e percepções para o desenvolvimento de uma política de CT&I no fomento da energia eólica no Brasil. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE. Série Documentos Técnicos, Nº 13, nov. 2012, Brasília.

Barros Neto, N. e Moura, R, 2013. Atraso em obras deixa geradoras de energia eólica paralisadas no NE. Matéria veiculada no jornal "Folha de São Paulo", caderno "Mercado", edição de 13/01/2013, disponível online em: http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1214002-atraso-em-obras-deixa-geradoras-de-energia-eolica-paralisadas-no-ne.shtml, acessada em 27 nov. 2013.

Dantas, G. A. e Leite, A. L. S., 2009. Os custos da energia eólica brasileira. Textos de Discussão do Setor Elétrico Nº 9. Grupo de estudos do setor elétrico/UFRJ. Rio de Janeiro.

Dutra, R., 2007. Propostas de Politicas Especificas para Energia Eólica no Brasil após a Primeira Fase do PROINFA. UFRJ/COPPE, 2007.

Eletrobrás, 2007 – Fórum Permanente de *Energias Renováveis*. *Regulamentação e Incentivo ás Energias Renováveis no Brasil*. PROINFA. Brasília.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2009. Informe à imprensa: Primeiro leilão de energia eólica do país viabiliza a construção de 1.805,7 MW. São Paulo.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2010. Informe à imprensa: Leilões de fontes alternativas contratam 89 usinas, com 2.892,2 MW. São Paulo.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2011a. Informe à imprensa: Leilão de energia para 2014 contrata 51 usinas, somando 2.744 MW. São Paulo.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2011b. Informe à imprensa: Contratação no leilão de reserva totaliza 1.218,1 MW, através de 41 usinas. São Paulo.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2011c. Informe à imprensa: Leilão de energia para 2016 contrata totaliza 1.211,5 MW de 42 projetos de geração. São Paulo.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2012. Informe à imprensa: Leilão de geração para 2017 contrata usinas hidrelétricas e parques eólicos. São Paulo.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2013a. Informe à imprensa: Leilão de energia contrata 1.505 MW de energia eólica para o ano de 2015. São Paulo.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2013b. Informe à imprensa: Leilão de energia para 2016 contrata 867,6 MW através de 39 parques eólicos. São Paulo.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2013c. Informe à imprensa: Leilão de energia para 2018 contrata 3,5 mil MW através de 119 novas usinas. São Paulo.

Lopes, L. V., 2011. Políticas de Incentivo ás Fontes Alternativas de Energia Elétrica no Brasil, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

MME - Ministério de Minas e Energia, "PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica", Disponível online em: www.mme.gov.br/programas/proinfa/, acessada em 10 nov. 2013.

Nogueira, L.P.P., 2011. Estado atual e perspectivas futuras para a indústria eólica no Brasil. Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

ANALYSIS ABOUT THE EVOLUTION OF THE HIRED AND INSTALLED CAPACITY AND OF THE COSTS OF WIND ENERGY IN BRAZIL: FROM PROINFA TO ENERGY AUCTIONS

Abstract. *This work presents the evolution of the Brazilian wind energy scenario, approaching from the first incentive policies to the current historical of the hired and installed capacity and costs of this renewable energy source. Wind energy has experienced a significant growth in Brazil in the last years. This trend began with the Incentive Program for Alternative Energy Sources (PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), effectively initiated in 2004, which emerged with the goal of being an instrument for the diversification of the national electricity matrix, guaranteeing greater reliability and security to the country's energy supply. PROINFA was responsible for hiring 1,422.9 wind MW, and of this total, 90 % was effectively installed. The energy auctions, conducted by the Chamber of Electricity Commercialization (CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica) delegated by the National Electricity Agency (ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica), are one of the main mechanisms for electricity commercialization in Brazil. The first auction exclusively for wind power was held in Brazil in 2009, which was responsible for hiring 1,805.7 MW, of which approximately 32 % is under operation. From 2009 to 2013 nine new auctions, only one exclusively for wind power, were performed with the hiring of new wind farms. Considering all auctions, including the first, of 2009, CCEE hired 11,751.1 MW of wind energy, over 470 projects. The average energy cost of wind power of all auctions is around R$ 115,00/MWh, three times lower than the energy cost of PROINFA, corrected to present days.*

Keywords: *Wind Energy, PROINFA, Energy Auctions, Installed Capacity, Costs.*