

Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade

ELBIA MELO

Apresentação

A ENERGIA eólica tem experimentado um exponencial e virtuoso crescimento no Brasil. De 2009 a 2012, nos seis leilões onde a fonte eólica participou, foram contratados 7 GW em novos projetos. Tais projetos elevarão o volume de instalações de energia eólica no país para mais de 8,4 GW até 2017, 3,5 vezes maior do que a capacidade atual, e atrairá mais de 21 bilhões de reais em investimentos.

Com a primeira inserção da fonte em leilões competitivos a partir de 2009, o ano 2011 foi marcado pela consolidação da energia eólica na matriz energética brasileira, considerando a expressiva contratação nos leilões ocorridos naquele ano, 2.905 MW no total. Tal montante foi muito superior aos 2 GW esperados para que a indústria mantenha, de forma sustentável, sua cadeia produtiva. Além disso, ao atingir o patamar médio de preços de R\$ 100,00/MWh, a eólica se firmou como a segunda fonte mais competitiva do país.

Fatores estruturais somados a uma conjuntura favorável explicam a trajetória virtuosa da energia eólica no Brasil. Essa trajetória teve início com o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Lançado em 2004 e baseado em um estruturado modelo de financiamento e políticas regionais, o Proinfa foi responsável pela contratação de 1.422,9 MW, por meio de preços subsidiados. Tal política, com a sua maturação, elevou o país a um patamar ímpar, em que se contratam, atualmente, energias renováveis não convencionais, sem necessidade de subsídios, como as tarifas *feed-in*, utilizadas pelos demais países que investem nessa fonte.

A trajetória tecnológica, principal fator de competitividade dessa indústria, o aumento na altura dos aerogeradores, de 50 m para 100 m, o diâmetro das pás e dos rotores, somados a especificidades dos ventos brasileiros nos permitem uma vantagem comparativa única. Soma-se a isso uma conjuntura de crise internacional, em que o Brasil tem sido o único *locus* de investimento para esse setor, uma vez que Europa e Estados Unidos reduziram e, em alguns casos, cortaram seus investimentos em fontes renováveis subsidiadas. Esses fatores fazem que a competição se torne ainda mais acirrada, de forma que os investidores, para ganhar mercado, tendem a aceitar uma remuneração menor para entrar no Brasil.

Aspectos da inserção da fonte eólica

O ano 2012 foi marcado pela comemoração da inserção de 2 GW de potência instalada de energia eólica no sistema elétrico nacional, de forma que o Brasil encerra o ano 2012 com 2,5 GW de potência eólica instalada e 2% de participação na matriz elétrica brasileira. Tal capacidade instalada representa, de fato, a efetiva inserção da indústria eólica no país. Somente em 2012 foram instalados 40 novos parques eólicos, totalizando 108 empreendimentos, e acrescentados 1 GW no sistema. Esse mesmo volume foi injetado anteriormente em um período de 13 anos, de 1998 a 2011. Demonstrando um salto virtuoso da participação da fonte na matriz. A capacidade instalada atual, de 2,5 GW, possibilita o fornecimento de energia a quatro milhões de residências.

A energia eólica é uma fonte limpa e renovável, que gera empregos e renda para o Brasil. Em 2012 foram gerados 15 mil empregos diretos e temos, hoje, 11 fabricantes instalados no país. No último ano foram investidos no setor certa de R\$ 7 bilhões, e a previsão é chegar a R\$ 50 bilhões até 2020.

Do ponto de vista socioeconômico, a geração de empregos e renda em regiões carentes demonstra um papel relevante das externalidades positivas decorrentes da geração eólica. O pagamento referente aos arrendamentos é feito diretamente aos proprietários das áreas, representando geração e injeção de renda por, no mínimo, vinte anos em regiões que, em sua maioria, são bastante carentes, com economias estagnadas, inclusive no semiárido brasileiro.

O potencial eólico brasileiro é estimado em 300 GW, possuindo alta relevância em face da necessidade de aumento da capacidade instalada nacional. Em condições normais de PIB, o país contrata, por ano, cerca de 6 GW de potência nos leilões de energia nova e o potencial eólico disponível deve ser explorado para atender essa demanda.

O Brasil é destaque com geração de energia elétrica limpa e renovável, preponderantemente hídrica, em que a eólica é complementar. Quarenta e cinco por cento (45%) da matriz energética provêm de fontes que não emitem CO₂, contra menos de 20% da média mundial. Adicionalmente, o país dispõe de diversas opções de geração de energia limpa e competitiva para sua expansão, incluindo a hidroeletricidade, a cogeração, a biomassa e a energia eólica.

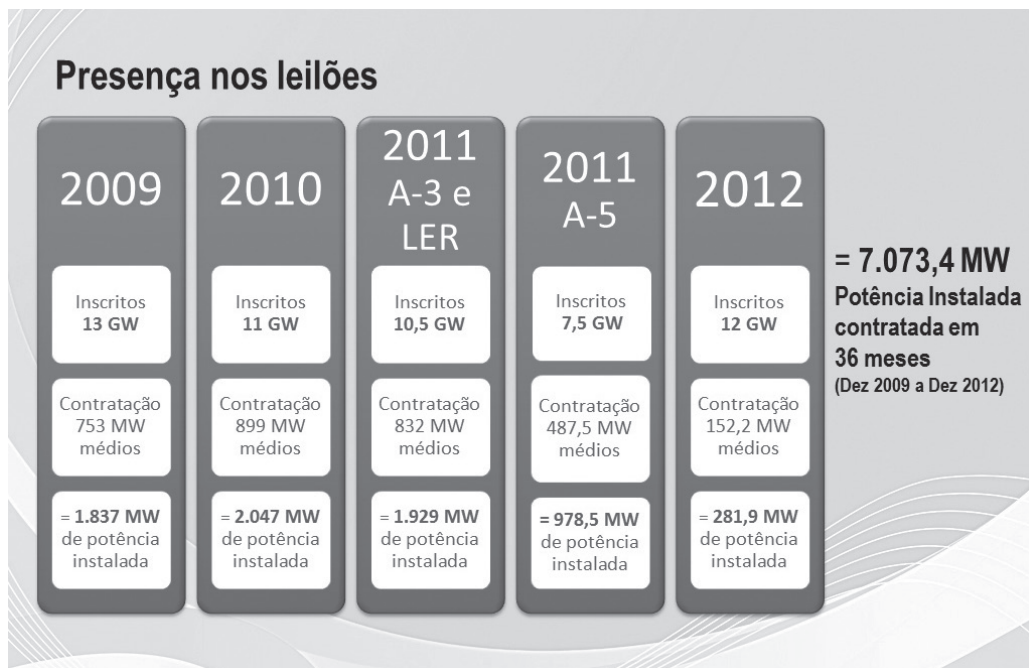
Diante desse cenário de oferta razoável de fontes limpas e renováveis para compor a matriz elétrica, a competitividade das fontes em termos de preços para os leilões apresenta-se como um grande diferencial para a inserção, consolidação e sustentabilidade das fontes de energia no país.

Nesse contexto, o recente desenvolvimento da indústria de energia eólica no Brasil pode ser explicado por fatores estruturais importantes, com destaque para o progresso tecnológico alcançado por essa indústria, as características do vento brasileiro, bem como as atrativas condições dos leilões do mercado regulado e as condições de financiamento. Tais fatores, dentro de uma conjuntura internacional de crise econômica, vem contribuindo para o acirramento da com-

petição no mercado brasileiro e a consequente redução dos custos de produção e dos preços negociados nos leilões de energia.

O Quadro 1 apresenta os resultados dos leilões competitivos realizados e a consequente contratação da fonte eólica de energia nos certames realizados a partir de 2009.

Quadro 1 – Leilões 2009, 2010, 2011 e 2012



Fonte: ABEEólica.

Os 7 GW de potência contratados a partir de 2009 contrastam fortemente com os primeiros investimentos feitos pelo Brasil nessa fonte de energia quando da implantação do Proinfa, em que 1,4 GW foi contratado a preços até três vezes superiores aos dos últimos leilões, conforme Gráfico 1.

A competitividade dessa indústria pode ser visualizada pela queda do valor médio de investimento (Capex total), o qual foi reduzido em quase 50% nos últimos oito anos. Apenas para exemplificar, o valor inicial de R\$ 6 milhões por MW instalado (Proinfa) foi reduzido para R\$ 3,5 milhões por MW instalado nos projetos recentes. Tal redução se justifica em grande parte pela revolução tecnológica que a indústria sofreu nos últimos anos e, especialmente, pela maciça entrada de fabricantes de aerogeradores no Brasil, especialmente a partir de 2009, quando o número passou de dois fabricantes para onze em 2012.

Uma demanda anual de 2 GW de capacidade instalada, conforme vem ocorrendo nos leilões a partir de 2009, movimenta mais de R\$ 7 bilhões por ano. Tal estrutura atualmente atende apenas o mercado potencial interno e representa a produção de 1.000 turbinas, 1.000 torres e 3.000 pás eólicas. Em

uma indústria capaz de gerar ao longo de toda a sua cadeia produtiva cerca de 15 postos de trabalho por MW instalado, a geração de emprego até o final de 2020 será superior a 280 mil postos de trabalhos diretos e indiretos acumulados, conforme Gráfico 2.

Diante dos números volumosos e virtuosos ora apresentados, é importante notar que o crescimento exponencial de um setor de infraestrutura com tamanha complexidade traz ao setor muita responsabilidade e muitos desafios. O setor enfrentou gargalos importantes ao longo de 2012, destaque para a logística de transporte e de transmissão: o caso do atraso das ICG. Soma-se a revisão das regras no credenciamento dos fabricantes na linha de financiamento Finame, oferecida pelo BNDES, os sucessivos adiamentos dos leilões e a publicação da MP 579 sinalizaram momentos sensíveis para o setor.

A despeito das dificuldades apresentadas, o país saltará do atual 16º lugar para se posicionar entre os dez países com maior capacidade eólica instalada no mundo já em 2013, o que demonstra o cenário virtuoso pelo qual o setor vem passando. A seção que segue apresenta os principais desafios enfrentando por essa fonte.

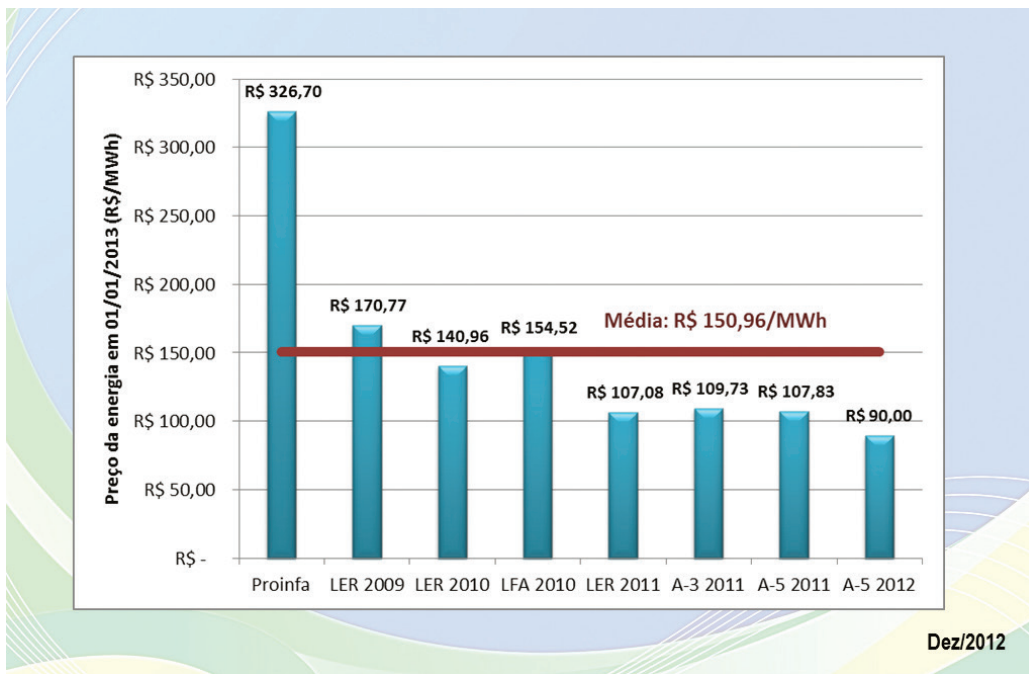
Os desafios para a consolidação e sustentabilidade da fonte eólica

Conforme mencionado, o Brasil encerra 2012 com 2,5 GW de potência eólica instalada e 2% de participação na matriz elétrica brasileira.

Desde 2009, quando foi realizado o primeiro leilão de energia para a fonte eólica, a indústria vem crescendo a uma taxa média anual de 2 GW por ano, de forma que até o final de 2017, considerando o Proinfa e tudo o que foi contratado até 2012, a fonte vai alcançar 8,7 GW de capacidade instalada, o que corresponde a 5,5% da matriz elétrica nacional.

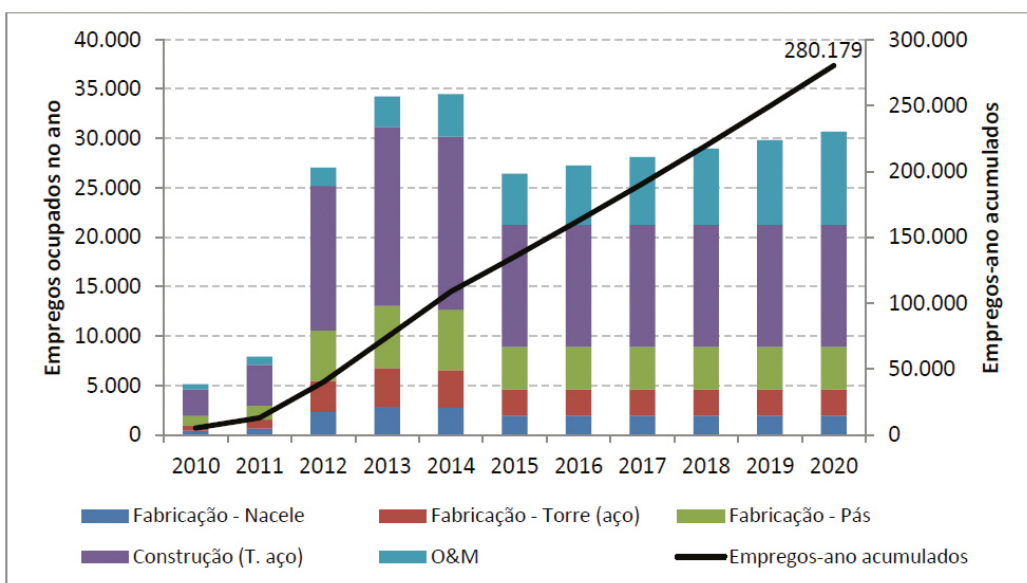
O ano 2012 foi, contudo, de grandes desafios e dificuldades para a fonte eólica, o que culminou em uma relativa desaceleração para essa indústria. Cabe destaque a realização de apenas um leilão, em dezembro de 2012, na modalidade A-5. No certame foram contratados no total apenas 574,3 MW, sendo desse total 281,9 MW de fonte eólica. Tais montantes muito inferiores ao que se espera do setor elétrico, que cresce em média 6 GW por ano.

A reduzida contratação também resultou em preços muito baixos, uma vez que a competição foi muito acirrada, a oferta foi 28 vezes superior à demanda, de forma que o certame foi encerrado com preços médios de R\$ 90,00 por MWh. Tal resultado foi bastante desanimador para o setor, considerando que a fonte eólica vinha desde 2009 vendendo cerca de 2 GW/ano nos leilões, e de que esse número é o esperado pela indústria, na medida que sustenta toda uma cadeia produtiva. É fato que o mencionado leilão não poderá servir de parâmetro para o futuro, pois os preços dessa fonte já haviam alcançado patamares muito baixos em 2011, da ordem de R\$ 105,00 por MWh (a preços correntes). A forte competição nos últimos certames, e especialmente em 2011, levou os



Fonte: ABEEólica.

Gráfico 1 – Preços médios da fonte eólica.



Fonte: Simas (2012).

Gráfico 2 – Estimativa de postos de trabalhos diretos e indiretos acumulados (2010-2020).

preços a patamares mínimos, com remuneração bem reduzida, de modo que preços inferiores a R\$ 100,00 por MWh não podem ser capazes de remunerar adequadamente a indústria.¹

Os principais fatores que explicam os resultados apresentados pelo leilão

A-5 relativamente no que se refere à baixa demanda são: PIB de 2012 da ordem de 1%; Medida Provisória 579/2012; e excesso de contrato no portfólio das distribuidoras. Considerando que as concessionárias de distribuição necessitam declarar suas necessidades de contratação para os próximos certames (seja A-3 ou A-5), é importante que seja calculado por parte dessas empresas o seu mercado futuro para os próximos três ou cinco anos. Ocorre que as empresas distribuidoras vêm apresentando desde 2010 um excesso de contratação devido especialmente aos contratos resultantes das Usinas de Jirau, Santo Antônio e Belo Monte, pois esses grandes projetos, ao serem vendidos inteiros nos leilões, alocam cotas de energia às distribuidoras, superiores as suas necessidades. O fator PIB por sua vez resulta em excessos de contratos para as distribuidoras, uma vez que ao calcular o PIB de 2012 no passado, as concessionárias incluíram no cálculo expectativas de mercado que não foram realizadas. E por último, a Medida Provisória 579, por anunciar uma realocação de energia já existente no portfólio das distribuidoras, levou a uma situação de incerteza muito grande a respeito de suas cotas, prejudicando o cálculo das distribuidoras a respeito do mercado futuro.

O Modelo de Financiamento Finame/BNDES também contribuiu para momentos de incerteza e volatilidade para o setor, ao longo de 2012, tendo em vista que o BNDES fez mudanças importantes na estrutura de financiamento para essa fonte de energia, trazendo algumas dificuldades e incertezas para a implementação dos projetos contratados no passado recente e, portanto, a respeito do estabelecimento da própria cadeia produtiva desta indústria.

A suspensão pelo BNDES do cadastro de seis² dos onze fabricantes de aerogeradores, por não atenderem o nível de industrialização necessário para o Finame, embora seja correta e adequada, atingiu um estágio da indústria ainda em franco processo de maturação e reduziu consideravelmente os potenciais fornecedores de equipamentos para a indústria eólica que, conforme mencionado, vem contratando em média 2 GW/ano. É fato que a redução no número de fornecedores reduz a oferta interna de equipamentos, e, portanto, afeta a competição. Entretanto, o principal problema foi que a ação do BNDES, trouxe aos projetos já contratados nos leilões A-5 e A-3 realizados a partir de 2009 um risco de grande magnitude, uma vez que os contratos já estavam assinados, os parques em construção, não havendo na maioria dos casos a possibilidade de reverter os contratos.

Situações de redução da demanda por energia e por bens de capital (equipamentos), somadas a redução no número de fornecedores de equipamentos, podem em princípio levar a crer que o mercado eólico está passando por uma fase de ajuste, ocasionando uma situação de equilíbrio no curto prazo. Aliado a isso, a chegada de um grande número de fabricantes no Brasil nos últimos dois anos vem trazendo questionamentos a respeito da capacidade da indústria brasileira de absorver todo o potencial de produção de equipamentos, trazendo dúvidas se no médio prazo haverá espaço para tantos players, o que será explorado na seção que segue.

Consolidação e sustentabilidade da indústria de energia eólica

A indústria eólica está passando por uma fase crucial de consolidação, apresentando estágio ainda imaturo. A existência de 11 fabricantes, cada um com capacidade média de produção de 500 MW por ano de equipamentos, não necessariamente determina uma oferta de 5.000 MW de máquinas para atender a indústria brasileira, devido a três fatores principais:

- Os onze fabricantes não estão completamente instalados no Brasil; portanto, a capacidade fabril de cada empresa varia, na proporção e velocidade que as fábricas estão sendo implementadas, e tal velocidade é determinada pela capacidade contratada de cada fornecedor;

- Para os fabricantes que não possuem código Finame e que, portanto, não podem ter seus equipamentos financiados por esse programa no BNDES, não há mercado, uma vez que os custos de financiamentos variam da ordem de quatro pontos percentuais, o que é bastante significativo quando se trata de um setor tão competitivo;

- Por último e não menos relevante, em um país de dimensões continentais como o Brasil, as bacias eólicas são bastante distintas quanto à característica do vento predominante. Isso significa que para um determinado site/região existe um projeto ótimo (*layout*) vinculado a um equipamento específico. Mudança em projeto e mudança em equipamento são possíveis, mas tão mais difíceis quanto mais avançados o desenvolvimento do projeto e o comprometimento firme de geração de energia – o contrato já assinado, CCEAR, por exemplo. Portanto, nota-se que os aerogeradores não são commodities – não são necessariamente máquinas substitutas perfeitas entre si – não tendo o empreendedor eólico mobilidade de trocar facilmente de fabricante ou mesmo fazer escolhas aleatórias entre as máquinas existentes. Demonstrando essa indústria uma estrutura de oligopólio diferenciado.

Dadas essas características, no curto e no médio prazos, o Brasil não possui excesso de capacidade para atender a demanda interna, considerando a característica de produto diferenciado do equipamento, não havendo, conforme mencionado, tanta flexibilidade para ajuste de projetos já negociados em leilões a preços de equilíbrio extremamente competitivos.

A maioria dos fabricantes do setor eólico no Brasil tem buscado cada vez mais o aumento do conteúdo local, com o objetivo principal de propiciar aos seus clientes o financiamento pelo BNDES. Entretanto, como a indústria é muito nova no Brasil, no contexto atual, são praticamente inexistentes os fornecedores locais dos principais componentes, subcomponentes e peças necessárias à nacionalização completa dos aerogeradores, o que torna importante a manutenção de alguns itens relevantes da cadeia produtiva na lista de importados essenciais.

O BNDES, ciente desse cenário, ao estabelecer recentemente as novas regras para credenciamento de aerogeradores para obtenção de financiamento, criou um programa de nacionalização e industrialização progressiva, que vai de

2012 a 2015, e reconheceu, no caso de aerogeradores com caixa multiplicadora, que somente em 2015 a Gearbox, Gerador ou DFIG Panel devem estar nacionalizadas. Para as configurações de aerogeradores sem caixa multiplicadora, a exigência de nacionalização em 2015 recai sobre alguns elementos estruturais do gerador, a estrutura da Nacelle ou o inversor. Isso mostra que o processo de criação e consolidação da cadeia produtiva é lento, demanda qualificação e certificação de fornecedores além de transferência de tecnologia. A política industrial preconizada pelo governo e praticada pelo BNDES aponta para 2015 o seu estágio completo de implantação.

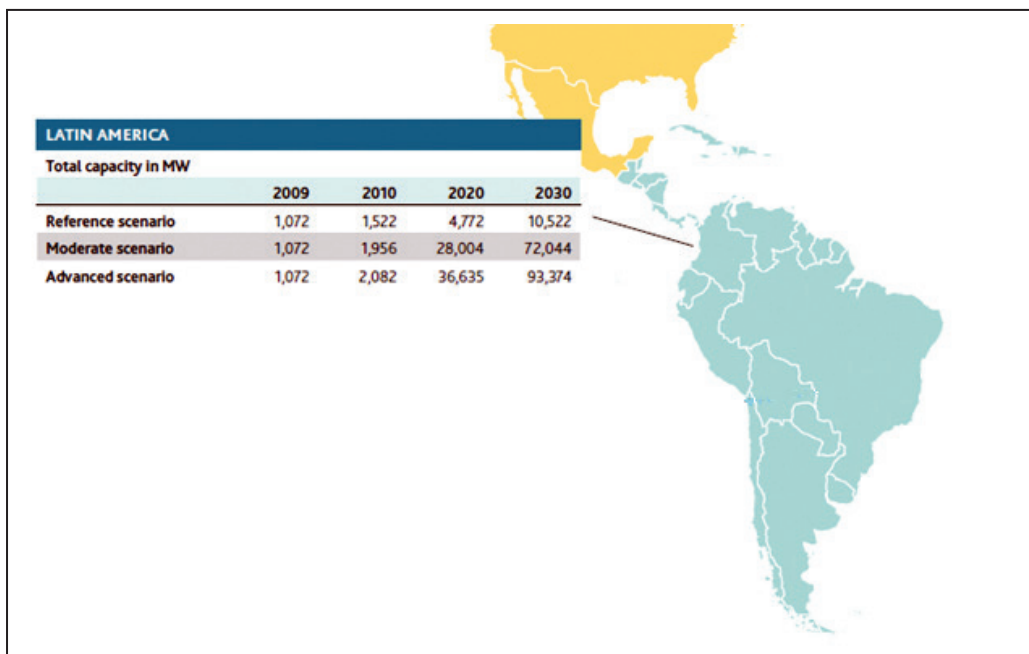
De acordo com a regra do BNDES, antes do início da fabricação de quase todos os componentes no Brasil, os fabricantes deverão apresentar o plano de negócios da planta industrial (julho de 2013), construir as obras civis e adquirir o maquinário necessário à fabricação das nacelles (janeiro de 2014) e, ainda, montar a nacelle com fundidos e caldeirados de procedência nacional (julho de 2014).

Embora haja um potencial de 2 GW a serem instalados por ano, não houve tempo e nem escala suficiente para desenvolver uma cadeia produtiva completa para a indústria eólica. As máquinas de 2 MW que vêm sendo instaladas recentemente desdobram na necessidade de entrada de componentes inovadores importados. Dessa forma, o ciclo de maturação da cadeia produtiva, onde se vê oportunidades de se desenvolver, precisa ser estimulado.

Em termos de indústria, até meados de 2008 havia uma única empresa fabricante de aerogeradores no Brasil. Hoje são oito fábricas de aerogeradores em operação, duas em construção, e ainda outras fábricas planejadas ou em estudo. Atualmente, o país conta com a presença de treze empresas fabricantes de aerogeradores atuando no mercado nacional. Somam-se ao setor seis fábricas de torres eólicas em operação, uma em construção e a segunda maior fabricante de pás eólicas do mundo, a Tecsis, empresa totalmente brasileira.

Segundo o relatório Global Wind Energy Outlook elaborado pelo Global Wind Energy Council – GWEC, a América Latina é uma região com diversidade cultural e econômica que possui ventos com ótima qualidade para a implementação de Parques Eólicos para a geração de energia elétrica. A Figura 1, extraída do relatório, mostra três cenários estimados de crescimento. No cenário moderado, a capacidade instalada na região deverá ser de 28 GW em 2020. Supondo que o Brasil esteja com 14 GW em 2020, os demais países terão os 14 GW restantes representando um grande investimento da fonte e necessidade de crescimento da cadeia produtiva.

O Brasil é o principal desenvolvedor de parques eólicos na América Latina, mas vários outros países também estão investindo nessa fonte. O Chile possuía quase 170 MW em operação no final de 2009, com um potencial eólico superior a 40 GW. O Peru, com quase 150 MW em construção no final de 2009, possui potencial superior a 20 GW. O Uruguai tem uma meta de 500 MW até 2015 e possui potencial superior a 1,5 GW.



Fonte: GWEC.

Figura 1 – Três cenários estimados de crescimento de instalação de Parques Eólicos.

Pelos dados apresentados pelo GWEC a respeito da América do Sul, somado aos recentes movimentos da América Central – com destaque para o Caribe e os demais países da América Latina, como Argentina, Venezuela, Colômbia, Equador, Bolívia – que estão investigando seus potenciais eólicos, e a possibilidade de investimentos, vislumbra-se aqui um mercado em potencial para o Brasil em termos de produção de equipamentos eólicos. O que pode contribuir em grande grau para a sustentabilidade de longo prazo dessa indústria.

Nesse sentido, considerando que o Brasil já atraiu cerca de onze fabricantes de aerogeradores e mais um grande número de indústrias na cadeia de suprimento, podendo ter em um futuro próximo uma capacidade de produção superior à demanda interna, sinaliza-se um cenário bastante favorável para o país, podendo esse se tornar futuramente um grande *hub* de produção e exportação de equipamentos eólicos.

Tal possibilidade é facilmente vislumbrada tendo em vista os vultosos investimentos necessários a essa indústria de equipamentos, e os ganhos de escala fundamentais para atrair fabricantes, os quais não encontrariam escala suficiente para fixar sua indústria em nenhum outro país da América Latina e Caribe, consolidando seus investimentos no Brasil.

Nesse contexto, o Brasil está vivendo uma oportunidade única de atrair investimentos em capital e tecnologia e auferir todos os benefícios que uma indústria desse porte pode trazer para uma economia. Cabe ressaltar, portanto, que o estímulo à inovação se faz absolutamente necessário, o que será tratado na seção que segue.

Aspectos da inovação e da competição na indústria

Uma indústria forte, consolidada, inovadora e exportadora só se sustenta em uma situação de competição. Nesse sentido, faz-se necessária para estruturas industriais que exigem vultosos investimentos de capital a concorrência, mesmo que essa seja de forma potencial. A manutenção da possibilidade de importação se mostra crucial para a indústria eólica brasileira no momento em que essa se passa por um estágio inicial de consolidação. Nesse contexto, chama a atenção a necessidade da manutenção da concorrência potencial da importação, somada a uma competição efetiva em menor grau entre os players participantes do mercado.

Pois o mercado por si só é um ambiente seletivo e tem capacidade enquanto ambiente competitivo de induzir e de “selecionar” inovações de produto e de processo que possam levar à eventual redução futura de custos e preços e à melhoria de qualidade dos produtos. (Schumpeter, 1965)

A existência de economias de escala, as vantagens de custos das firmas estabelecidas e a forte diferenciação de produto em indústrias altamente concentradas não levariam aos objetivos de competição e sustentabilidade se essas são protegidas por barreiras à entrada, uma vez que a forte presença da concorrência potencial, aliada a alguma concorrência efetiva entre as firmas estabelecidas, reduziria as injustiças da concentração, “a força da competição potencial pode ser vista como um regulador de preços e produto de uma importância comparável à da competição efetiva” (Baumol; Sidak, 1985).

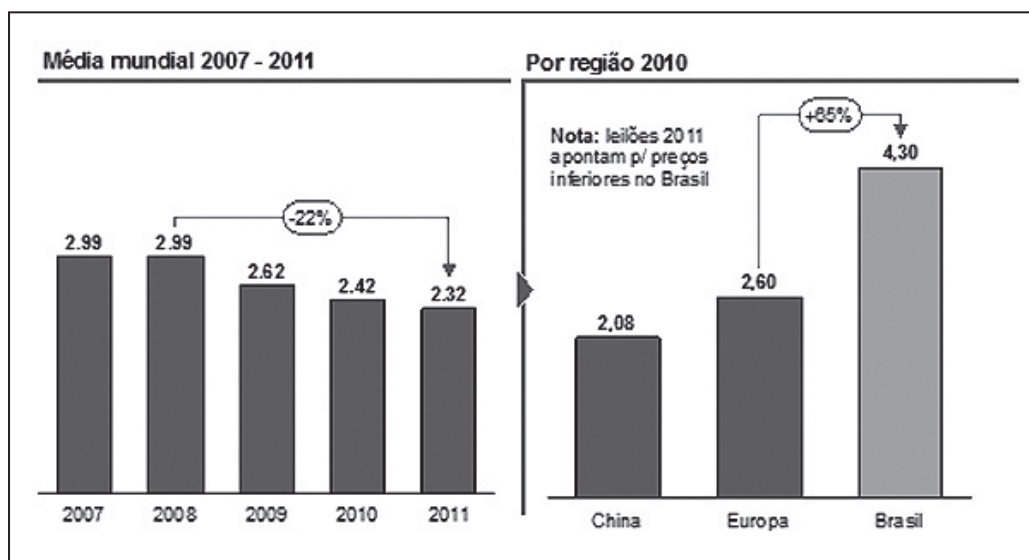
Ainda partindo do resultado inicial de Schumpeter de que a inovação é favorecida por monopólio³ e chegando a uma visão mais benigna do papel da concorrência, a visão mais predominante é que o cenário ideal para inovação é uma concentração de mercado intermediária. Pois, se por um lado, empresas muito fragmentadas não conseguem alavancar recursos e nem ter interesse em inovar; por outro, os monopolistas são acomodados e se não tiverem o temor de serem substituídos, não inovam (o que faz realçar o papel de ao menos ter a concorrência potencial). Além disso, mesmo as firmas incumbentes em geral são menos inovadoras porque o ganho marginal da inovação é menor do que entrantes dado que ele substituía a si mesmo devido ao *replacement effect*. Dessa forma, uma estrutura de oligopólio seria o melhor cenário para estimular a inovação.⁴

O ponto central dessa discussão é que, se a indústria nacional de equipamentos não estiver tão longe da fronteira tecnológica do setor, essa consegue incentivos e condições para reagir à entrada, e reage. Sai da zona de conforto, que não sairia se não tivesse competição. Se a indústria nacional for muito ineficiente, essa não reage simplesmente porque não consegue. Nesse conceito, há um claro *trade-off*: Se forem permitidas importações, corre-se o risco de “matar” a indústria nacional; por outro lado, a produtividade aumenta e o custo de produção reduz a conta com equipamentos mais modernos. Se, entretanto, não

se permitir importações, a indústria nacional sobrevive, mas em uma situação de “locked-in”,⁵ em um equilíbrio de baixa produtividade com preços maiores, o que onera toda a sociedade.

Sobre esse aspecto, é importante destacar que a indústria de energia eólica no mundo com tecnologia econômica viável é demasiadamente recente, quando a partir de meados da década de 1990 começou a receber maciços investimentos em tecnologia.

Ao se referir à indústria de energia eólica no Brasil, a maturidade tecnológica se torna ainda mais importante, uma vez que a indústria brasileira, estando no estágio inicial de desenvolvimento, ainda apresenta preços por MW instalado bem superiores à China e Europa, conforme Gráfico 3.



Fonte: Roland Berger (2012).

Gráfico 3 – Comparação de preços de instalação [BRL m/MW].

Os custos das turbinas eólicas são influenciados pelo custo de insumos no país, pela escala de produção atingida, assim como pelo “Custo Brasil”.⁶ Nesse sentido, a redução nos preços das turbinas ainda é uma das maiores alavancas para redução do custo total de produção de energia eólica. O que demonstra a necessidade de incentivos fortes ao progresso tecnológico, seja no sentido de investimentos diretos em P&D e Inovação, seja no sentido de manutenção de uma relativa abertura do país para receber investimentos externos. O Brasil ainda tem um longo caminho para melhorar a competitividade e garantir a sustentabilidade de longo prazo da fonte eólica de energia, tal caminho passa necessariamente pela melhora da competitividade das turbinas eólica no Brasil.⁷

Um fato curioso é que os recentes investimentos no Brasil têm demonstrado uma clara redução no preço da energia eólica nos leilões. O Brasil produz hoje o mais competitivo MWh do mundo, e, entretanto, ainda apresenta Capex

superiores à média mundial. Tal característica pode ser explicada por dois fatores centrais: o contexto de crise mundial e a forte redução dos investimentos em fontes renováveis.

A crise financeira internacional, a partir de 2008, trouxe consequências importantes para a indústria de energia eólica no mundo, uma vez que, entre outras, ocasionou uma forte redução nos investimentos nas fontes renováveis de energia, com destaque para a fonte eólica. O que se percebe é que, tanto na América do Norte quanto na Europa, os novos investimentos nessas fontes de energia praticamente acabaram. Diante da ausência de encomendas nos principais mercados do Ocidente e com seus estoques cheios, as empresas fabricantes de equipamentos tiveram que buscar alternativas, como os promissores mercados dos países em desenvolvimento, e em especial, nos BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China).

A China poderia ser uma boa alternativa para esses fabricantes, por ser o país com maior mercado crescente de energia eólica. No entanto, esse exuberante mercado é essencialmente suprido por fornecedores locais. Assim, os fabricantes de aerogeradores europeus e norte-americanos passaram a concentrar suas vendas em novos mercados, como a América do Sul.

Dessa forma, o Brasil aparece como o verdadeiro polo de atração de investimentos para os fabricantes de equipamentos, considerando sua perspectiva de crescimento econômico sustentável, e demanda com elasticidades superiores a 1,3, o que traduz um aumento constante na demanda de eletricidade. Conforme apresentado no PDE 2021, para os próximos dez anos, o país necessitará mais de 60.000 MW de potência instalada, e a energia eólica vai participar fortemente desse mercado.

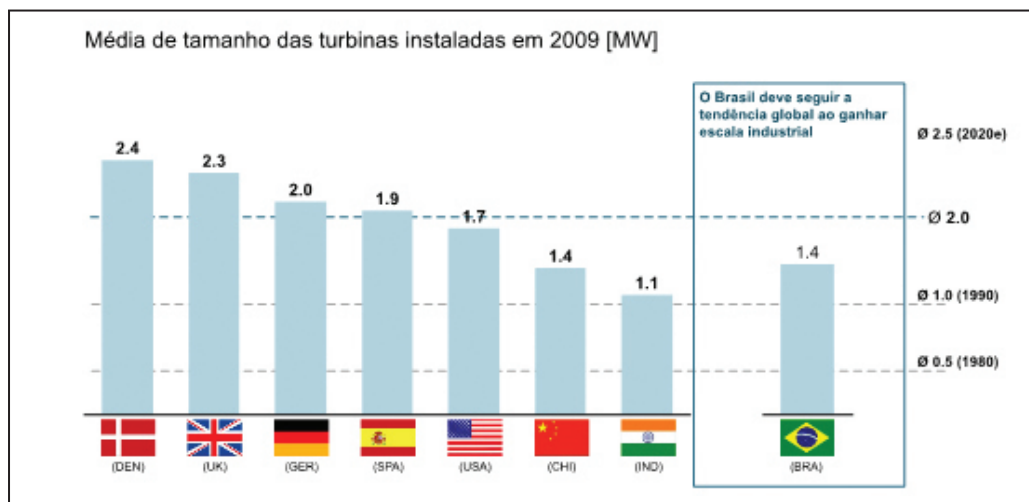
Diante desses fatos, registra-se especialmente a partir de 2009 a chegada de um grande número de fabricantes interessados no mercado brasileiro e uma forte redução nos preços de venda. A estratégia dessas firmas se fez com a entrada agressiva no mercado brasileiro, com preços baixos e com a oferta dos equipamentos em estoque, e, no futuro, a instalação de unidades fabris no país. Por essa razão, no início houve uma tendência da entrada de equipamentos de tecnologia secundária para atender a demanda por equipamentos de custos mais baixos, não vindo, portanto, a tecnologia de ponta. Entretanto, a partir dos leilões de 2010 e especialmente dos leilões de 2011, esse cenário já mudou, de forma que os últimos equipamentos instalados vêm refletindo a tecnologia de ponta dos fabricantes.

Destaque-se que essa indústria, por ser relativamente nova no mundo, apresenta graus de maturação diferentes, sendo explicada muitas vezes pelas próprias condições de mercado apresentadas, conforme Gráfico 4.

Os leilões de 2011 e 2012 já apresentam equipamentos com uma tecnologia mais avançada, entretanto, por conta de um segundo fator, não há sinalização de uso de máquinas mais eficientes. O segundo fator se explica na diferença

da metodologia de contratação utilizada pelo Brasil no regime de leilões competitivos em contraste com a contratação utilizada pela maioria dos países do mundo que utilizam o modelo de *Feed-in Tariff*.

O sistema *Feed-in Tariff* é baseado no preço fixo da energia e na receita total variável. Como tarifas *feed-in* são geralmente muito elevadas, os investidores buscam maximizar a geração da energia. Dessa forma, aerogeradores cada vez maiores tendem a ser construídos. Assim, o uso do potencial local do vento tende a ser maximizado, mas o custo unitário do investimento é alto.



Fonte: Roland Berger (2012).

Gráfico 4 – Média de tamanho das turbinas instaladas em 2009 [MW].

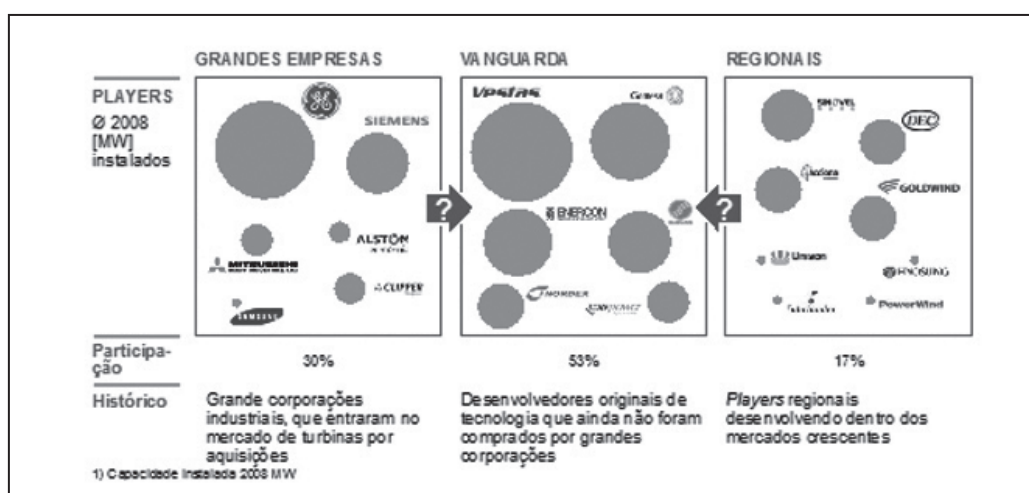
Como consequência, grandes geradores operam frequentemente por um longo tempo abaixo da capacidade nominal. Isso significa uma maior relação MW por área local e um menor fator de capacidade.⁸ Considerando que o regime *Feed-in* apresenta um claro incentivo ao aumento da produção de energia, uma vez que essa é remunerada por uma tarifa atrativa, o regime de *Feed-in tariff* é naturalmente um propulsor de tecnologia.

Já no sistema de leilão brasileiro, o preço é resultado da concorrência. Nessa metodologia os geradores recebem uma receita “fixa”, baseada na produção de energia anual esperada. O objetivo do menor preço oferecido no momento do leilão força os investidores a minimizar o investimento, apostando na implantação de aerogeradores menores⁹ ou menor número de aerogeradores por empreendimento. Turbinas com geradores menores e pás maiores são mais baratas, embora não maximizem o uso do potencial local de vento. Com isso, esses geradores operam com maior frequência perto da capacidade nominal do que os maiores. Isso significa menor relação MW por área local e maior fator de capacidade.¹⁰

Nesse formato, o mecanismo de contratação e preços no Brasil não otimiza necessariamente o uso do recurso vento, diferente do *Feed-in tariff* ou do Proinfa. O modelo do Proinfa e o *Feed-in* pagam ao produtor de energia pela energia gerada, o que faz que se busque o máximo de geração possível por máquina e uma máquina mais eficiente para uma determinada área.

No caso do leilão brasileiro, a metodologia dos contratos é por disponibilidade e não há forte incentivo ao gerador para que esse gere mais energia. O que se contrata é uma determinada disponibilidade, a partir daí a energia excedente é, até certo ponto, utilizada como hedge de períodos ruins, e o que ultrapassar o hedge permitido é liquidado no curto prazo. Não há incentivo para maximização da extração energética por área de empreendimento. Dessa forma, o parque gerador é dimensionado para atender uma determinada disponibilidade,¹¹ e o projeto resultante não é necessariamente aquele que mais produz energia por área de influência do empreendimento. O modelo brasileiro otimiza custo, mas não otimiza a produção. Dessa forma, o modelo de leilões não é, por definição, um mecanismo propulsor de tecnologia.

Cabe considerar, ainda, que, conforme mencionado anteriormente, a indústria de energia eólica é ainda muito jovem, tendo um longo caminho tecnológico a ser percorrido; por essa razão, o mercado de equipamentos eólicos é bastante heterogêneo, havendo também uma razoável pulverização das empresas fabricantes de equipamentos, conforme Figura 2.



Fonte: Roland Berger (2012).

Figura 2 – Visão geral dos grupos de produtores de turbinas (2010).

A Figura 2 demonstra um mercado ofertador de equipamentos eólicos em diferentes graus de maturação, quando 30% dos *players* são formados por grandes corporações industriais que entraram nesse mercado por aquisições, como é o caso da GE. As empresas desenvolvedoras originárias somam 53% desse mercado e são representadas por Vestas, Gamesa, Suzlon, Enercon e outras. Os de-

mais 17% estão representados por *players* regionais, como é o caso das empresas chinesas Sinovel e Goldwind.

O grau de evolução tecnológica dos equipamentos e a estrutura de mercado mundial da indústria de equipamentos eólicos demonstram claramente que essa indústria encontra-se em seu estado inicial, seja no Brasil, seja no mundo, o que permite concluir que esse setor tem um grande potencial de evolução, não podendo estar sujeito, portanto, a fortes barreiras para entrada nos países onde os investimentos estão acontecendo, pois a ausência de competição nesses mercados poderá manter a indústria em um grau de desenvolvimento inferior ao seu potencial.

Considerações finais

O recente desenvolvimento da indústria de energia eólica no Brasil está explicado por fatores estruturais importantes com destaque para o progresso tecnológico e para características de ventos do Brasil e as condições atrativas de financiamento e contratação nos leilões. A rápida inserção dessa fonte de energia na matriz elétrica brasileira e a consideração por parte do governo da importância dessa fonte estão consolidadas no Plano Decenal 2012-2021, quando a fonte eólica atinge 9% dessa matriz em 2021, com um total de 16 GW instalados. A competitividade dessa indústria se apresenta pela queda do valor médio de investimento (Capex total) que reduziu cerca de 50% nos últimos oito anos.

Em termos de perspectivas futuras para o setor elétrico, é importante reconhecer que o período de competição acirrada no mercado eólico deva ser encerrado, uma vez que a indústria já atraiu investidores e já fez sua inserção definitiva na matriz. O momento agora é de consolidação e sustentabilidade da indústria. Para uma matriz energética de longo prazo, é preciso pensar em um modelo que priorize as fontes renováveis e limpas de energia, tendo em conta o quesito segurança do suprimento. Nesse sentido, é importante revisitar o modelo de leilão que utiliza o critério único de preço. Tal modelo faz que o planejamento de longo prazo e a definição da matriz energética futura sejam determinados pelo preço e não pela proporção de recursos que se pretende ter, o que pode comprometer a eficiência no longo prazo.

No processo de inserção da fonte eólica, com crescimento exponencial nos últimos três anos, a indústria vem passando por uma fase crucial de consolidação, por essa razão o setor enfrentou gargalos importantes ao longo de 2012. A logística de transporte e de transmissão, no caso o atraso das ICG, a revisão das regras no credenciamento dos fabricantes na linha de financiamento Finame, oferecida pelo BNDES, os sucessivos adiamentos dos leilões e a publicação da MP 579 sinalizaram momentos sensíveis para o setor.

É certo que o ano 2012, sob o aspecto da contratação, não foi um período muito animador, visto que a economia cresceu menos do que o esperado. Para 2013, espera-se a retomada do crescimento do PIB nacional, em torno de 4%, e a retomada nos níveis de contratação de energia elétrica, possibilitando, dessa

forma, que seja mantida a meta do setor de 2,0 GW por ano, garantindo a consolidação e a sustentabilidade da indústria no longo prazo.

Notas

- 1 O Brasil apresenta a energia eólica mais barata do mundo, sendo seu gap de preço com os demais países da ordem de US\$ 100,00 por MWh.
- 2 Foram as empresas Vestas, Suzlon, Acciona, Furlhander, Clipper e Siemens. Mantiveram com o Finame as empresas Wobben, Alstom, GE, Gamesa e Impsa. Atualmente as empresas Vestas e Siemens recuperaram o registro e as demais estão em processo de recuperação.
- 3 Monopolista inova para agarrar os lucros de monopólio.
- 4 Cada vez mais, a concorrência é valorizada para incentivar a inovação, mas nunca chegando tão longe como a concorrência perfeita, pois esta em contrapartida se perde (Aghion & Griffith, *Competition and Growth: Reconciling Theory and Evidence*, MIT, 2005).
- 5 O risco de *locked-in* preconizado nas teorias schumpeteriana e neoschumpeteriana traduz o grande risco que um país pode sofrer ao implementar barreiras a entrada e estandarizar a sua indústria, são citadas no passado recente a indústria automobilística brasileira e a indústria de informática, que manteve o Brasil desalinhado da evolução mundial.
- 6 É fato que parte do custo mais alto no Brasil vem da deficiência de infraestrutura, custo de transporte, falta de concorrência na cadeia de fornecedores de componentes elétricos e escassez de mão de obra. Naturalmente, não se pode imputar toda diferença de custo ao aerogerador.
- 7 Vale lembrar que, quanto maior a quantidade de fabricantes e com suas respectivas participações, maior será a demanda desdobrada na cadeia produtiva brasileira, o que gera uma demanda de investimentos e desenvolvimento tecnológico.
- 8 O Fator de Capacidade representa a proporção de energia efetivamente gerada em função da capacidade instalada do parques eólico
- 9 Não se trata aqui de julgar o modelo brasileiro; o modelo de leilões é claramente uma opção política do país, que possui um potencial imenso de recursos renováveis para a produção de energia. Entretanto, é importante atentar para a tecnologia utilizada no país, sendo importante manter sempre uma concorrência potencial do mercado externo para o país não correr o risco de *locked-in*.
- 10 Soma-se a isso um terceiro fator, a exigência de 60% de conteúdo nacional e o processo de “classificação” das máquinas para o registro no Finame que inibe a chegada de novas tecnologias. O fabricante diante do processo de inscrição de novas máquinas acaba oferecendo ao mercado uma tecnologia anterior já classificada no Finame. Uma vez que esse processo tende a ser lento.
- 11 O ganho em geração extra não compensa o custo marginal do investimento a uma máquina mais potente.

Referências

BAUMOL, W.; SIDAK, J. *Transmission pricing and stranded costs in the electric power industry*. S. l.: The AEI Press, 1995.

EPE. Setor Eólico Brasileiro, Apresentado no Brazil Wind Power, Rio de Janeiro, Brasil, 2012.

MELO, E. et al. An evaluation of the regulation of incentives for alternative electricity sources in Brazil. In: 8th BIEE ACADEMIC CONFERENCE IN ASSOCIATION WITH UK ENERGY RESEARCH CENTRE. St John's College Oxford, England, September 22nd e 23rd 2010.

ROLAND BERG, Proposta de consultoria apresentada à ABEEólica sobre o estudo da cadeia produtiva da indústria de energia eólica, 2012.

SIMAS, M. *Energia eólica e o desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz de insumo-produto ampliada*. 2012. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

SCHUMPETER J. A. Economic Theory and Entrepreneurial History. In: AITKEN, H. G. (Ed.) *Explorations in enterprise*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1965.

VINHAES, E. A. S. *Estrutura de governança e comportamento estratégico em sistemas elétricos reestruturados: uma análise do poder de mercado na indústria de energia elétrica brasileira*. 2003. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia e Produção de Serviços, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

RESUMO – A energia eólica tem experimentado um exponencial e virtuoso crescimento no Brasil. De 2009 a 2012, nos seis leilões em que a fonte eólica participou, foram contratados 7 GW em novos projetos representando mais de 25 bilhões de reais em investimentos. A trajetória da fonte eólica que deverá chegar em 2017 com 8,5 GW de capacidade instalada teve início com o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Lançado em 2004 e baseado em um estruturado modelo de financiamento e políticas regionais, o Proinfa foi responsável pela contratação de 1.422,9 MW, por meio de preços subsidiados. O ano 2012 foi marcado pela comemoração da inserção de 2 GW de potência instalada de energia eólica no sistema elétrico nacional, de forma que o Brasil encerra o ano de 2012 com 2,5 GW de potência eólica instalada e 2% de participação na matriz elétrica brasileira. Porém, também foi um ano de grandes desafios e dificuldades para a fonte eólica, o que culminou em uma relativa desaceleração para esta indústria. Inclusive com a realização de apenas um leilão que teve a menor demanda contratada de todos os leilões de energia nova já realizados. A reduzida contratação também resultou em preços muito baixos, uma vez que a competição foi muito acirrada, a oferta foi 28 vezes superior a demanda, de forma que o certame foi encerrado com preços médios de R\$ 90,00 por MWh. A indústria eólica está passando por uma fase crucial de consolidação, apresentando estágio ainda imaturo, a existência de onze fabricantes, cada um com capacidade média de produção de 500 MW por ano de equipamentos, não necessariamente determina uma oferta de 5.000 MW de máquinas. É certo que o ano 2012, sob o aspecto da contratação, não foi um período muito animador, visto que a economia cresceu menos do que o esperado e para 2013 espera-se a retomada do crescimento do PIB nacional, em torno de 4%, e a retomada nos níveis de contratação de energia elétrica, possibilitando, dessa forma, que seja mantida a meta do setor de 2,0 GW por ano, garantindo a consolidação e a sustentabilidade da indústria no longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia eólica, Geração de energia, Leilões, Fontes alternativas, Sustentabilidade.

ABSTRACT – The wind power industry has experienced an exponential and virtuous growth in Brazil. From 2009 to 2012, in six auctions with participation of wind source, were hired 7 GW in new projects, representing over 25 billion dollars in investments. The trajectory of wind power is expected to reach in 2017, with 8.5 GW of installed capacity, which began with the Incentive Program for Alternative Sources of Electric Energy (Proinfa). Launched in 2004 and based on a structured model of funding and regional policies, Proinfa was responsible for hiring 1422.9 MW through subsidized prices. 2012 was marked by the celebration of the insertion of 2 GW of installed capacity of wind power in the national electricity system. Therefore, Brazil closed 2012 with 2.5 GW of installed wind power, and 2% stake in the Brazilian energy matrix. But it was also a year of great challenges and difficulties for wind power, which culminated in a relative slowdown for this industry. Even doing just one auction, that had the lowest contracted demand of all, of new energy auctions that were already made. A limited engagement also resulted in very low prices, because the competition was very fierce, the offer was 28 times greater than demand, so the event was closed with the average prices of R\$ 90.00 per MWh. The wind industry is passing through a crucial phase of consolidation, showing an immature stage. The existence of 11 manufacturers each have production capacity of 500 MW average per year of equipment, not necessarily determines a supply of 5,000 MW in machines. Admittedly the year 2012, for hiring, was a year under expected and it was not a very exciting period, because the economy grew less than the expected in 2013. But is expected the return to growth of national GDP, around 4%, and resumption in hiring levels of electricity, enabling thus the maintenance of the sector target of 2.0 GW per year, ensuring the consolidation and sustainability of the industry in the long run.

KEYWORDS: Wind Energy, Power Generation, Auctions, Alternative Sources, Sustainability.

Elbia Melo é presidente executiva da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica). Economista com mestrado e doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). @ – elbia@abeeolica.org.br

Recebido em 24.1.2013 e aceito em 10.2.2013.