

O estado da arte da geração de energia eólica no mundo: apresentação e discussão

Luiziene Dantas de Macedo¹

Resumo: O ponto de partida deste trabalho é discutir a capacidade instalada de energia eólica no mundo. O objetivo é entender como essa fonte de geração de eletricidade evolui e identificar os aspectos principais que envolvem sua inserção na matriz global. Constatou-se que, em sendo a energia eólica essencial para a geração de eletricidade de forma ambientalmente justa e eficientemente sustentável, os países têm envidado esforços para implementar políticas específicas, indispensáveis à continuidade da sua representação na produção de energia. Conforme apontam os dados, a fonte eólica apresenta tendência de expansão do mercado, tanto no que se refere à geração quanto ao consumo de energia. Essa tendência ocorre especialmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil, cuja taxa de crescimento médio tem revelado um mercado pujante, com capacidade para alimentar a cadeia produtiva do setor anualmente. Diferentemente, nos países desenvolvidos, o mercado tem arrefecido relativamente, devendo assim permanecer nos próximos anos.

Palavras-chave: Energia eólica. Capacidade instalada mundial. Geração de eletricidade.

Abstract: The starting point of this paper is to present a discussion of the installed capacity of wind power in the world. It is thus intended as a general goal, to understand how this source of electricity generation is evolving in the world and what the main aspects involving their integration in the global energy matrix. It was found that, in being the essential wind energy to generate electricity in an environmentally sustainable fairly and efficiently, countries have made efforts to implement specific policies, which are essential to the continuity of representation of this source in the production of electricity. The collected data help determine that the wind power presents market expansion trend both generation and consumption, especially in developing countries, especially in Brazil, when the average growth rate has shown a vibrant market, with potential capacity to feed production chain in this sector annually, unlike the developed countries, the market has cooled respect and should remain so in the coming years.

Keywords: Wind energy. World installed capacity. Electricity generation.

¹ Doutora em Economia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Docente do Departamento de Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: luzienedm@uol.com.br

Introdução

Este artigo apresenta dados sobre capacidade instalada e geração de energia eólica no mundo. A ideia é entender como esse tipo de fonte evolui e quais países lideram o *ranking* nos quesitos produção de energia e megawatt (MW) instalado.

As fontes renováveis de energia fazem parte de uma concepção mais ampla de política energética. O foco das discussões e as medidas do setor elétrico mundial se direcionam para a necessidade de diversificação das fontes de suprimento de combustíveis fósseis. A segurança energética e a sustentabilidade ambiental são, conseqüentemente, pré-requisitos necessários à implementação de políticas públicas que visem garantir o fornecimento de eletricidade de maneira ambientalmente justa e eficientemente sustentável.

Todas as fontes energéticas são importantes, sobretudo as renováveis, porque elas representam um recurso que pode ser aproveitado ao longo do tempo, preservando-se, mormente, o suprimento de eletricidade às gerações presentes e futuras.

A energia eólica tornou-se essencial no mundo e, em particular, no Brasil, em função do esgotamento progressivo da fonte hídrica. Considerando a produção de eletricidade com base em fontes renováveis, a energia eólica tem uma representação significativa, 11%. Esse percentual significa que, nos últimos anos, ela vem conquistando um espaço importante. Trata-se, contudo, de uma tecnologia que demanda políticas específicas de criação de mercado e, portanto, de inserção na matriz elétrica mundial. Desse modo, não se pode prescindir das medidas direcionadas ao desenvolvimento dessa tecnologia, assim como não é possível se deixar prender pela ‘armadilha da natureza’, de forma que ‘não basta um país ou região apresentar disposição para atividades produtivas, ou de serviços’. É necessário, sobretudo, transformar o recurso natural em produtividade, em geração de riqueza (de emprego e renda), em desenvolvimento técnico-industrial, criando, conseqüentemente, encadeamentos a montante e a jusante de uma cadeia setorial.

A energia eólica já se consolidou no mundo, atingindo, assim, custos mais competitivos. A tecnologia, contudo, precisa evoluir com vistas a tornar o recurso renovável cada vez mais eficiente. Isso vem sendo considerado na implementação das políticas do setor eólico, visto que países e regiões podem desenvolver (aperfeiçoar) sua cadeia tecnológica de forma condizente com a dinâmica dos ventos de seus respectivos espaços.

É visível a importância da energia eólica na geração de eletricidade. Nos países considerados em desenvolvimento, destacando-se, nesse grupo, o Brasil, a perspectiva é de crescimento, de expansão de mercado, de muita demanda. Assim, este artigo visa mostrar a importância da energia eólica no mundo, tanto em termos de capacidade instalada adicional e cumulativa quanto de expansão de mercado. Para tanto, fez-se uma breve análise da taxa de crescimento médio dos países que assumiram, em 2014, as dez primeiras posições no *ranking* mundial de capacidade de geração de eletricidade por meio da energia eólica.

Aspectos metodológicos

Neste texto, se discute o desenvolvimento da produção de energia eólica até o ano de 2014. O propósito é averiguar as bases que sustentam a inserção da energia eólica no mundo e nos países que apresentam maior capacidade de produção de energia por essa fonte.

Trata-se de um estudo teórico-empírico sobre o desenvolvimento da energia eólica no mundo e seu impacto no mercado considerando a evolução da capacidade instalada. A discussão pauta-se na análise da bibliografia acerca do tema em questão e na coleta de dados secundários.

Do ponto de vista do método, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, visto que envolve um levantamento bibliográfico, análise de documentos oficiais e da legislação específica do setor, além de consultas realizadas na Internet para obter informações e ter acesso a estudos de casos que pudessem elucidar a problemática em questão.

Portanto, a coleta da maioria dos dados foi realizada via documentos oficiais, tomando-se como referência alguns estudos publicados pelo *Global Wind Energy Council (GWEC)*, *BP Statistical Review of World Energy, Fifteenth Inventory – Edition 2013* e *IEA WIND*, 2014.

Este artigo inicia-se apresentando, na primeira seção, dados sobre a capacidade instalada de energia eólica nos países líderes em MW. Na segunda seção, discutem-se as estimativas de crescimento da capacidade instalada de energia eólica. A terceira seção mostra dados sobre a geração de energia eólica no mundo. Em seguida, são feitas as considerações finais.

Capacidade instalada de energia eólica dos países líderes em MW

A capacidade instalada de energia eólica no mundo teve variação de 525,5% no período entre 2005-2014, passando de 59.091 MW, em 2005, para 369.597 MW, em 2014. Em 2014, foram adicionados 51.473 MW (Tabela 1). Ressalte-se que a capacidade instalada no mundo é mais do que o dobro da capacidade total de eletricidade do Brasil. O registro de 12/10/2015 é de 146.975 MW. O acréscimo de 2014 é quase 1/4 de toda a capacidade instalada de geração de energia. Esse total foi suficiente para atender, pelo menos, 2,6%-3% do consumo mundial de eletricidade. A China, os EUA e a Alemanha aumentaram em 59,4% a capacidade cumulativa de energia eólica nesse ano, percentual relativamente superior ao registrado em 2013, 58,6%. Em 2014, a China contribuiu com 45,1%. Esse percentual é ligeiramente inferior ao que foi verificado em 2013, 45,6%.

Tabela 1: Mundo – Capacidade instalada cumulativa em turbinas eólicas (MW), por país – 2005, 2013 e 2014.

Países	Total 2005	%	Total 2013	%	Acréscimo 2014	%	Total 2014	%	Posição no ranking
China	1.260	2,1	91.413	28,7	23.196	45,1	114.609	31,0	1°
EUA	9.149	15,5	61.110	19,2	4.854	9,4	65.879	17,8	2°
Alemanha	18.415	31,2	34.250	10,7	5.279	10,3	39.165	10,6	3°
Espanha	10.028	17,0	22.959	7,2	28	0,1	22.987	6,2	4°
Índia	4.430	7,5	20.150	6,3	2.315	4,5	22.465	6,1	5°
Reino Unido	1.332	2,3	10.711	3,4	1.736	3,4	12.440	3,4	6°
Canadá	683	1,2	7.823	2,5	1.871	3,6	9.694	2,6	7°
França	757	1,3	8.243	2,6	1.042	2,0	9.285	2,5	8°
Itália	1.718	2,9	8.558	2,7	108	0,2	8.663	2,3	9°
Brasil	29	0,0	3.466	1,1	2.472	4,8	5.939	1,6	10°
Suécia	572	1,0	4.382	1,4	1.050	2,0	5.425	1,5	11°
Turquia	NC	-	2.958	0,9	804	1,6	3.763	1,0	14°
Mundo	59.091	100	318.644	100,0	51.473	100,0	369.597	100,0	

Fonte: GWEC (2006, 2014).

A potência instalada no mundo cresceu bem mais que a capacidade adicionada em 2013. Em 2014, houve uma variação de 45,9% em relação ao ano anterior. A capacidade total de 2014, em relação a 2013, apresentou variação percentual de 16,2%, contra os 19% de 2012, em relação a 2011. Cerca de 50% dessa capacidade total acumulada concentra-se em países que fazem parte da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD).

Em termos de adicional, destacam-se China, Alemanha e EUA, conforme mencionado anteriormente. Entre os cinco primeiros colocados, a Espanha contribuiu com apenas 0,1% da nova capacidade instalada, enquanto o Reino Unido representou 3,4%. Em 2012, os EUA e a China assumiram a primeira e a segunda posição, respectivamente. Em 2013, os EUA caíram para o sexto lugar, visto que contribuíram com apenas 1.084 MW, número bem distante dos 13.124 MW apresentados em 2012. Naquele ano, a indústria eólica dos EUA enfrentou dificuldades no tocante ao incentivo fiscal. O quadro de incerteza política sobre a expansão (ou não) desse incentivo fez cair o volume de operação da indústria eólica. Em função disso, muitas empresas deixaram para anunciar novos contratos após a decisão do governo de estender o *Production Tax Credit* (PTC)². Tão logo as incertezas foram removidas, outras empresas do setor de tecnologia decidiram ampliar suas operações, em 2014, incluindo a energia eólica em seu portfólio. Nesse ano, os EUA contribuíram com 9,4%, percentual que os coloca na terceira posição no *ranking* (Tabela 1) no quesito capacidade instalada adicional de energia eólica.

Segundo dados do BP Global (2014), em 2014, mais de vinte países possuíam capacidade eólica instalada acima de 1.000 MW. Em 1997, eram apenas três: EUA, Dinamarca e Alemanha. Os dados da Tabela 1 revelam ainda que, em nove anos (entre 2005-2014), a capacidade de energia eólica acumulada no mundo cresceu a uma taxa média anual de 22,6%. Alguns países, Brasil, China, Canadá, França, Reino Unido e EUA, alcançaram taxas superiores às de crescimento médio anual. No mundo, a capacidade total em eólica cresceu cerca de seis vezes mais MW do que a registrada em 2005. Esses dados tornam-se relevantes, principalmente quando se discute a implementação de políticas que possam garantir uma geração de energia mais limpa como forma de enfrentar as mudanças climáticas em curso.

Em 2014, o Brasil assumiu a décima posição em termos absolutos no quesito capacidade instalada cumulativa em turbinas eólicas. Em termos de variação percentual, no período entre 2005-2014, tornou-se a economia com maior capacidade instalada cumulativa, 20.379%, seguida da China, com 8.996% e do Canadá, com 1.319%.

Várias ações convergem para o desenvolvimento sustentável: em 1992, a realização da Cúpula da Terra, que criou a Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD); em 1988, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC); em 1997, o Protocolo de Kyoto estabeleceu um tratado internacional, com o objetivo de reduzir a emissão de gases de efeito estufa nas nações desenvolvidas, durante o período de 2008 a 2012³. Nesse contexto, a questão energética e a dos transportes representaram os dois

² É um incentivo federal que fornece apoio financeiro para o investimento em energias renováveis nos EUA. É considerado um dos principais motores do desenvolvimento da energia eólica nesses estados. Promulgado inicialmente em 1992, no âmbito da política energética dos EUA, expirou e foi estendido várias vezes, tendo expirado novamente no final de 2013 (DSIREUSA, 2014; AWEA, 2014). De acordo com o Departamento de Energia dos EUA, a capacidade eólica dos EUA mais do que triplicou, entre 2007 e 2012, representando investimento médio anual de US\$ 18 bilhões; mais de 550 fábricas, localizadas dentro de 44 estados, produziram 72% dos aerogeradores e componentes instalados nos EUA, acima dos 25% em 2006. O custo da eletricidade de geração eólica caiu mais de 40% nos últimos três anos (UCSUSA, 2014).

³ Com a Conferência de Doha, esse compromisso foi adiado para 2020 (WEC, 2013 - Survey).

setores em que a emissão de gases ocorre mais fortemente, requerendo transformações técnico-produtivas de modo a torná-los coerentes com os mecanismos do desenvolvimento sustentável.

Contudo, vários governos fracassaram na tentativa de enfrentar as mudanças climáticas, alguns não conseguiram, inclusive, cumprir os compromissos firmados no Protocolo de Kyoto. Houve divergências de alguns países em relação a metas que envolviam a mitigação dos danos ambientais. É o caso, por exemplo, dos EUA que, embora tenham assinado o acordo de Kyoto, não ratificaram o protocolo em 2001, com a justificativa de que as metas iriam interferir na economia do país (PROTOCOLO DE KYOTO, 2016). Com isso, a Conferência de Copenhague, realizada em 2009, reafirmou que a mudança climática é um dos maiores desafios do nosso tempo, e exigiu urgência na superação dessa questão. A ideia é estabilizar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera a um nível inferior a dois graus Celsius⁴, por meio de uma cooperação internacional conjunta. Nos países em desenvolvimento, o tempo necessário para atingir esse nível será maior, tendo em conta que o crescimento socioeconômico e a erradicação da pobreza são prioridades absolutas para o desenvolvimento sustentável desses países, tornando indispensável a adoção de uma estratégia de baixa emissão de gases poluentes (ONU, 2009)⁵.

As discussões sobre mudanças climáticas são importantes à medida que os países puderem avançar nas políticas que procuram mitigar os efeitos dos danos causados pela emissão de gases de efeito estufa. Tudo isso depende de uma ação conjunta das nações. A questão energética é, nesse contexto, particularmente relevante quando busca implementar mecanismos de desenvolvimento limpo. Com especial atenção, discute-se sobre a importância da energia eólica, sobre a possibilidade de se obter uma matriz energética mais limpa. Conforme apontam os dados, essa fonte vem assumindo substancial representatividade ao longo dos anos. Uma variação de 525,5% (2014-2005) indica que os países estão buscando meios de tornar a sua matriz elétrica mais intensa em recursos renováveis, contribuindo, portanto, para deixar o meio ambiente limpo e melhorar os processos produtivos oriundos da economia de baixo carbono.

A Tabela 1 apresenta informações sobre os países que estão na vanguarda da representatividade da fonte eólica em sua matriz elétrica. A energia eólica no mundo é dominada, nos últimos anos, em termos de participação no total da capacidade instalada cumulativa, pela China, EUA e Alemanha. Segundo os dados da referida tabela, a Alemanha, que, em 2005, contribuía com 31,2% do total da capacidade instalada no mundo, atingiu uma participação de 10,6%, em 2014. A China aumentou sua participação de 2,1%, em 2005, para 31,0%, em 2014. Assim, em termos de capacidade cumulativa, esse país se destaca com 114.609 MW de turbinas eólicas. De igual forma, no que se refere à adição de capacidade anual, a China também atingiu a liderança no ano de 2014, com 23.196 MW. Conquistada desde 2009, essa liderança foi interrompida em 2012, quando o país ficou em segundo lugar e os

⁴ Considerada uma medida eficaz do ponto de vista científico e equitativo para evitar uma interferência antropogênica perigosa com o sistema climático (ONU, 2009).

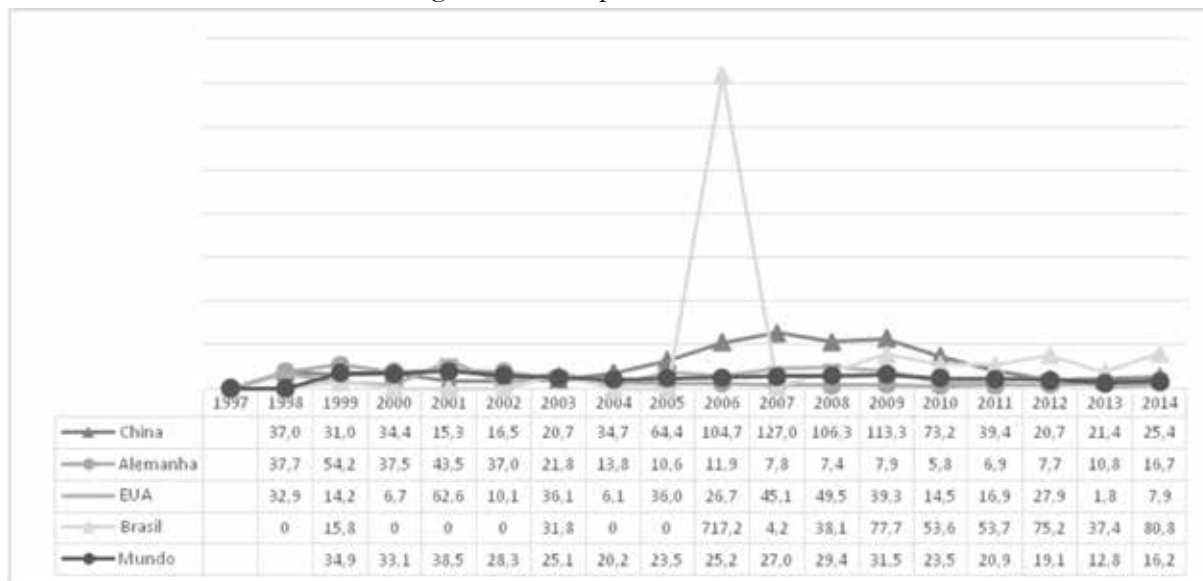
⁵ Em 11/03/2014, em *O Debate – Diário de Macaé*, foram divulgadas informações sobre um estudo realizado pela Organização Global de Legisladores (*Globe International*). Segundo esse estudo, as leis climáticas já vigoram em 66 países. Destes, 62 apresentam leis específicas para as mudanças climáticas, 61 têm políticas e incentivos para fontes limpas de energia e 52 possuem planos de resiliência. A reportagem cita a China como uma das nações que mais avançaram quando o assunto é legislação climática. Para o Brasil, o compromisso voluntário de mitigação das emissões de gases de efeito estufa é um fato importante, visto que pretende reduzir essas emissões entre 36,1% e 38,9%, em comparação com as emissões projetadas para até 2020. Ademais, o País conta com o Programa Agricultura de Baixo Carbono. A reportagem apresenta ainda informações sobre os EUA que, por meio da implementação de um Plano de Ação Climática, buscam reduzir as emissões e incentivar fontes limpas de energia. Na União Europeia, destacam-se, entre outras medidas, a aprovação de uma revisão da Diretiva de Eficiência Energética, que agora obriga todos os Estados Membros a possuírem programas e políticas que diminuam o consumo de energia. O referido estudo destaca também que o Japão e a Austrália apresentaram retrocessos na legislação climática. O Japão, porque vem utilizando mais carvão para gerar energia, após o acidente com as usinas nucleares, em 2011; a Austrália, pelo fato de ter abandonado suas políticas climáticas.

EUA assumiram a primeira posição no *ranking* dos que mais adicionaram potência instalada (WEC, 2013 - Survey).

Em termos de taxa de crescimento médio, destacam-se China, EUA e Alemanha nos três primeiros lugares. O Brasil está em décimo lugar na lista dos que alcançaram uma participação maior no total de capacidade cumulativa de energia eólica no mundo, em 2014. Da avaliação dos dados da Figura 1, é possível inferir: apesar de os referidos países apresentarem capacidade cumulativa significativa, em termos relativos, o mercado arrefeceu nos últimos anos. Isso interfere nas estratégias de expansão no mercado de energia eólica. A redução da demanda mundial de turbinas vem abrindo uma janela de oportunidades nos países emergentes, especialmente a partir de 2008, quando, devido à crise financeira internacional, os líderes em tecnologia eólica passaram a buscar outros mercados para escoar a produção do setor de equipamentos eólicos.

Em 2014, o crescimento médio global caiu para 16,2%. Em 1998, o percentual era de 30,6%. Na Alemanha, a queda foi de 37,7% para 9,6%; na China, de 37,0% para 25,4%, a menor redução do crescimento médio nos anos considerados; já nos EUA, constata-se uma queda brusca de 32,9% para 7,9%, no mesmo período, o que aponta 2014 como um ano de indefinições no que diz respeito à política de desenvolvimento do campo eólico, apesar da retomada da adição de capacidade instalada de energia eólica, conforme se enfatizou anteriormente.

Figura 1: Mundo e países – Taxa de crescimento médio (%) de capacidade instalada de energia eólica em países selecionados – 1997-2014



Fonte: Elaboração própria, com base no BP Global (2015).

No Brasil, existe uma tendência de crescimento da capacidade instalada. Conforme os dados da Figura 1, o potencial eólico do País em MW vem mais que dobrando a cada três anos, mostrando, em termos relativos, um mercado pujante e, portanto, capaz de alimentar a cadeia produtiva desse segmento. Ou seja, de 29 MW, em 2003, o país alcançou 237 MW, em 2006, um crescimento de 717,2%; em 2009, a capacidade instalada foi de 606 MW, 155,7%. Em 2012, 2.507 MW, 313,7%; entre 2011 e 2014, a capacidade instalada cresceu 335,2%.

A taxa de crescimento médio no Brasil, em 2006 e 2009, é efeito das políticas do governo para alavancar a inserção da fonte eólica na matriz elétrica do país. Se analisarmos a série de 1999 a

2014, temos uma diferença de 65%, o que representa uma expansão do mercado eólico nacional ao longo dos anos e uma tendência para o crescimento. O esgotamento progressivo da fonte hídrica vem mostrando sua essencialidade ao lado de outras fontes renováveis de igual importância, como a solar, a PCH e biomassa.

Esses dados revelam também que a tendência mundial de mais que dobrar a capacidade instalada de energia eólica a cada três anos interrompe-se em 2006 e 2012. A capacidade instalada global apresentou 39.878 MW, em 2003, e 74.089 MW, em 2006; em 2009, o setor contou com uma capacidade mundial de 160.139 MW, enquanto, em 2012, apresentou um potencial produtivo de 284.491 MW; já em 2014, a capacidade foi de 369.597 MW, não duplicando a potencialidade cumulativa apresentada em 2011, que foi de 238.997 MW (dados extraídos de BP GLOBAL, 2015)⁶.

Nos países da Ásia, particularmente na China e na Índia, as questões relacionadas à política energética apontam a necessidade de se resolver o *gap* entre oferta e demanda de energia, revelado após período de intenso crescimento econômico dessas economias nos últimos anos. Embora o crescimento tenha desacelerado a partir de 2011, provavelmente em face da recessão global, ocasionada pela crise econômico-financeira mundial de 2008/2009, uma pressão no campo da energia elétrica é esperada continuamente. Esses indícios geram, para a agenda política, preocupação com algumas questões: falta de energia, expansão do uso de energia renovável, eficiência energética, reavaliação dos planos para a construção de usinas nucleares⁷ (tendo em vista o acidente na usina nuclear de Fukushima Daiichi, em 2011). O cerne das discussões são os preços da energia, as questões climáticas, a recessão global e a dinâmica geopolítica do Oriente Médio. O relatório *World Energy Issues Monitor* do WEC (2013) afirma que a Arábia Saudita poderá exportar petróleo para países como a China e a Índia, de modo que o Japão e a Coreia poderão ser importadores de gás natural de outros países, como o Qatar, por exemplo.

O quadro da demanda de energia no mundo revela uma geopolítica que precisa ser entendida à luz da dinâmica específica de cada país e/ou região, pois os objetivos estabelecidos para o crescimento e o desenvolvimento socioeconômico não são homogêneos, ou não caminham pari passu a formulação de uma agenda interna e externa, a qual requer objetivos convergentes. Uma vez que os países são dependentes de energia, a questão é tentar reordenar essa dependência. Significa dizer que, em franca expansão, tal necessidade deve ser atendida por um sistema que privilegie a redução de combustíveis fósseis em favor do uso de fontes renováveis e limpas. Todavia, isso impõe um grande desafio às nações no processo de transformação da matriz energética: o uso mais intenso das fontes alternativas de geração de energia, o que implica cooperação intra e interpaíses, implementação de investimentos específicos e mobilização conjunta para enfrentar os efeitos das alterações climáticas.

Importante destacar que todas as nações enfrentam um desafio em torno dos seus objetivos: reduzir a emissão de gases de efeito estufa e garantir a segurança energética. Trata-se de uma aparente contradição, já que para atingir o primeiro objetivo é necessário reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e, ao mesmo tempo, garantir a oferta interna de energia, de modo que atenda

⁶ Interessante notar que, no Brasil, a capacidade instalada tem mostrado uma tendência de crescimento, se comparada ao processo de expansão dos países da Ásia.

⁷ A China cancelou os objetivos que previam a construção de duas plantas de segunda geração de energia nuclear e se concentra agora na terceira geração ao longo da costa. Na Índia, registram-se manifestações contínuas contra instalações nucleares e há discussões ativas sobre o direito de participação nuclear na França e na Coreia do Sul. Enquanto isso, os sinais mais favoráveis à energia nuclear vêm de países como os Emirados Árabes Unidos e Arábia Saudita, os quais anunciaram recentemente 2.030 objetivos (WEC, 2013).

às demandas presente e futura de recursos energéticos. Não restam dúvidas, o sistema energético mundial precisa favorecer a expansão das fontes renováveis e, nesse contexto, algumas nações necessitarão de mais tempo para completar o processo de mudança de sua matriz energética. Em várias partes do mundo o progresso material ainda não se efetivou. Além disso, há disparidades gigantescas, uma parte não desprezível da população sem as condições mínimas de sobrevivência. Na África Subsaariana e na Ásia em desenvolvimento, por exemplo, ainda existem regiões com mais de 90% da população sem acesso ao serviço básico de eletricidade. É necessário, portanto, que esses espaços completem seu processo de inserção no mercado econômico do mundo moderno (MACEDO, 2015).

No caso da China e da Índia, existem outros aspectos que também envolvem o processo de expansão econômica da sociedade capitalista. Em outras palavras, a transformação da matriz energética em curso nessa parte do mundo revela a necessidade de implementar políticas que possam minimizar/atenuar o uso do carvão na expansão da demanda de energia e de bens materiais, o que não é casual. A discussão que se estabelece é, entre outras⁸, tanto em relação à introdução de tecnologias mais eficientes no campo da oferta de energia elétrica, quanto em relação às políticas que possam ser implementadas. Tudo isso, visando à eficiência energética e à introdução de subsídios de energia. No centro da discussão sobre a ampliação dos recursos renováveis na matriz energética estão objetivos comuns como o desenvolvimento do país, a inserção de alguns segmentos da população no progresso econômico da sociedade moderna como forma de harmonizar as condições sociais e de acesso aos serviços básicos.

Atualmente, no que diz respeito aos incentivos para melhorar a eficiência energética em indústrias intensivas de energia, bem como à questão dos subsídios concedidos aos preços da eletricidade, as políticas não funcionam bem em um regime de regulação de preços, haja vista estes serem considerados muito baixos. Tal fator desestimula investimentos mais eficazes em energias renováveis, especialmente em inovação e tecnologia eólica, de forma a atender a demanda a montante e a jusante dos setores específicos. Assim, os governos vêm tentando implementar uma política de preços de energia que reflita os custos de produção, procurando, além disso, incentivar os consumidores a usar a energia de modo mais eficiente, minimizando os desperdícios. Com isso, espera-se reduzir a importação das fontes fósseis (WEC, 2013).

Ressalta-se, portanto, o desenvolvimento da energia eólica nessa região, a qual tem procurado incentivar, entre 2003 e 2009, o uso dessa fonte para enfrentar a redução da pobreza energética que vem *pari passu* com o seu desenvolvimento econômico. A China tem-se destacado nesse campo, em razão das políticas de incentivo ao uso da fonte eólica para efeito de geração de eletricidade. São exemplos a aprovação da Lei de Energias Renováveis, em 2005, (IRENA; GWEC, 2013)⁹, o Plano de Desenvolvimento de Médio e Longo Prazo de Energia Renovável, de setembro de 2007¹⁰, e o Catálogo de Investimento Estrangeiro, de dezembro de 2007¹¹. Em 2012, destacam-se o 12º Plano

⁸ Como redes inteligentes e modelos de cidades sustentáveis.

⁹ Essa lei cria um mecanismo de “*Feed-in*” para a rede, aborda a formação de preços, avança no processo da partilha de custos e cria facilidades de financiamento. Posteriormente, um conjunto de elementos regulatórios abordam especificidades, tais como incentivos fiscais, ligação à rede, *pricing*, análise de capacidade, regulamentos técnicos e *standards* (LEADERSHIP, 2015).

¹⁰ O referido plano destaca que, até 2020, 15% de toda a energia consumida deve vir de fontes renováveis (30% em 2050), um investimento esperado de US\$ 270 bilhões. A estimativa é de que, em 2020, existam 300GW de capacidade hídrica instalada, 30GW para capacidade eólica e biomassa, e 1.8 GW para energia solar (LEADERSHIP, 2015).

¹¹ O referido catálogo estabelece a construção e operação de estações de produção de energias renováveis (solar, eólica, magnética, geotérmica, marés, biomassa etc.) na categoria das Indústrias Encorajadas. “Na prática, e existindo três tipos de indústrias (Encorajadas, Restritas e Proibidas), a categorização das energias renováveis pode significar processos de aprovação simplificados, benefícios fiscais, subsídios e/ou condições especiais de financiamento” (LEADERSHIP, 2015).

Quinquenal para o Desenvolvimento de Energias Renováveis e o 12º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento da Indústria Eólica (IEA WIND, 2013).

Nesses dois últimos planos, a ideia reside em estabelecer metas de desenvolvimento de energia eólica e tecnologias eficientes para 2015 e 2020. O documento *IEA Wind 2012 Annual Report* (IEA WIND, 2013) destaca ainda que, segundo o relatório do 18º Congresso Nacional do Partido Comunista da China (PCC), o governo chinês fixará, entre outras metas, a construção de uma sociedade mais ecológica. Para tanto, apoiará o desenvolvimento de indústrias eficientes em termos de energia e de baixa emissão de gás carbônico, bem como promoverá novas fontes de energia renovável para efeito de geração de eletricidade. Na estimativa daquele país, ao longo dos anos, o consumo de energia renovável será responsável por 11,4% do consumo de energia primária¹². Da mesma forma, o país estima que a proporção de capacidade instalada de energia renovável chegue a 30% e que, comparado a 2011, o consumo de energia por unidade de Produto Interno Bruto (PIB) seja reduzido em 16%, assim como as emissões de CO₂ por PIB, em 17%¹³.

Na expectativa dos referidos planos, haverá expansão da capacidade instalada acumulada de energia eólica na China (de 100 GW do tipo *onshore* e 5 GW do tipo *offshore*), bem como de geração de eletricidade por esse tipo de fonte, estimada em 190 TWh. Isso poderá representar mais de 3% da geração nacional de energia elétrica até 2020. A esperança é de que a capacidade instalada registre um crescimento de 100% e a geração de energia eólica 57,9%, o que representa mais de 5% da geração nacional de eletricidade (IEA WIND, 2013).

Contudo, as maiores dificuldades de desenvolvimento da energia eólica na China são a integração da rede e transmissão de energia¹⁴, a redução do consumo de energia em períodos de expansão de sua economia, o excesso estrutural da capacidade eólica e o controle de qualidade dos equipamentos (IEA WIND, 2013).

As dificuldades com relação à transmissão de energia com base no uso de turbinas eólicas, principalmente nos espaços mais populosos, residem no fato de que 16 TWh se perdem devido aos cortes constantes de energia (GWEC, 2013). No entanto, segundo o referido documento, novas linhas de transmissão e implantação de turbinas em áreas com melhor acesso à rede estão reduzindo o número de turbinas ociosas. Logo, a redução caiu de 17%, em 2012, para 11%, em 2013.

Nos EUA, o desenvolvimento do setor eólico também depende de incentivos específicos. Trata-se de um dos principais desafios, uma vez que a decisão de ampliar o prazo das políticas de *Production Tax Credit* (PTC) ou do *Investment Tax Credit* (ITC) incentiva os investimentos, estabelecendo uma dependência do setor para com a capacidade do poder público de aprimorar os instrumentos de desenvolvimento do setor produtivo de energia eólica.

O mercado eólico dos EUA enfrentou um clima de incerteza com relação à continuidade do PTC, o que gerou resultados não favoráveis à expansão da capacidade adicional, em 2013, e, conseqüentemente, à contratação de mão de obra para esse setor, que arrefeceu em 2012 e, mais intensamente, em 2013 (GWEC, 2014). Dessa forma, a tomada de decisão sobre a política de incentivo ao desenvolvimento da indústria e produção de energia eólica, definirá, portanto, os rumos do referido setor nos próximos anos. Ademais, de acordo com o *Global Wind Energy Outlook* (GWEC;

¹² Segundo os dados do BP Global (2013), em 2012, o consumo de energias renováveis na China, incluindo o consumo de hidroeletricidade, correspondeu a 9,5% do consumo total de energia primária. Excluindo a hidroeletricidade, a soma de todas as energias renováveis representou 2,3% nesse ano.

¹³ Segundo os dados BP Global (2013), em 2011, o consumo de energia *per capita* na China foi de 9,1% e as emissões de CO₂ por PIB 1,9% (IEA, 2014).

¹⁴ O *China's National Energy Administration* (NEA) espera incentivar ativamente o desenvolvimento eólico em zonas onde a capacidade de vento é reduzida, haja vista a proximidade dos centros de carga (IRENA, 2013).

GREENPEACE, 2012), a energia eólica já está estabelecida em 38 estados norte-americanos. Do mesmo modo, a fabricação de turbinas e a indústria de transformação de componentes abrangem 43 estados. Isso significa dizer que os EUA forneceram ao seu mercado cerca de 60% dos equipamentos fabricados localmente desde 2011. Ressalta-se que a maioria desses estados e províncias têm políticas próprias, no entanto, procuram tomar como base o incentivo emanado do presidente do país para, com base nisso, definir seus próprios parâmetros e limites. Além do mais, esses estados se beneficiaram de uma nova tecnologia (torres maiores e diâmetro de rotor mais potente), o que possibilitou ao processo de geração de eletricidade capturar uma capacidade de vento maior.

Assim como a China, os EUA enfrentam desafios com relação ao crescimento do uso da energia eólica: a experiência *offshore* (IEA WIND, 2013), que ainda necessita de medidas mais direcionadas, com o objetivo de tornar possível o desenvolvimento desse tipo de energia em águas americanas. Outro desafio é o custo da energia. Em 2012, por exemplo, a geração de eletricidade com base no uso do gás natural fez reduzir o custo de outras fontes de energia, incluindo a eólica. O intuito foi tornar essas fontes competitivas em relação ao gás natural. Transmissão e Integração são consideradas grandes entraves, porque onde os ventos têm potencialidade maior para gerar eletricidade, existe a dificuldade de transmissão, o que pode provocar o deslocamento de investimentos para outros locais. Se esses investimentos forem mais condizentes com o nível de transmissão daquele espaço, eles se perdem no contexto da geração maior de eletricidade por meio do vento, pois esses espaços não apresentam ventos suficientes para tornar a geração de energia eólica viável, compatível com o investimento necessário. Isso pode aumentar o custo da energia e, portanto, as dificuldades de transporte pelos canais de transmissão e integração existentes.

Estimativa de crescimento da capacidade instalada de energia eólica no mundo

Tomando por base as estimativas de crescimento da capacidade de energia eólica no mundo, os dados da Tabela 2 revelam que, em 2020, a capacidade instalada de energia eólica, considerando o Cenário Moderado¹⁵, passaria para 759.349 MW, mais de três vezes a capacidade instalada em 2010. Para 2030, a estimativa é que essa capacidade mais que dobraria, atingindo 1.617.444 MW. As regiões que tendem a apresentar maior participação no total da capacidade mundial instalada são

¹⁵ O GWEC trabalha com três cenários de crescimento: Novas Políticas, Moderado e Avançado. Considerar-se-á apenas o Cenário Moderado, também contemplado na análise do WEC (2013). Pela definição do GWEC, o Cenário Moderado partilha das mesmas características do cenário Novas Políticas do IEA, tendo em conta as medidas de apoio às energias renováveis promulgadas em todo o mundo (ou em vias de promulgação). Ao mesmo tempo, os compromissos dos governos, firmados em Cancun, de reduzir a emissão de gases serão implementados. De igual modo, são considerados os objetivos nacionais e regionais existentes e previstos para a geração de eletricidade com base em fontes renováveis, em particular, a eólica. O cenário moderado está muito perto da previsão anual do mercado de cinco anos, com base nas encomendas da indústria e do planejamento e da existência das redes de especialistas sobre os mercados novos e emergentes. Depois de 2016, momentos maiores de dificuldades no processo de realização das previsões para o setor são aguardados, dada a atual conjuntura de incertezas globais (GWEC; GREENPEACE, 2012). O Cenário Novas Políticas baseia-se em uma avaliação de direções e intenções nacionais e internacionais em torno da política energética e climática em curso, ainda que não tenham sido incorporadas em decisões formais ou transformadas em lei. Exemplos disso são as metas de redução de emissões adotadas em Cancun, em 2010, os vários compromissos com a busca pela eficiência no uso da energia renovável em nível nacional e regional, e compromissos por parte dos governos em fóruns como o G-8/G-20 e no ministerial de energia limpa (GWEC; GREENPEACE, 2012, p. 2). Já o Cenário Avançado, considerado o mais ambicioso, explora até que ponto a indústria eólica poderia crescer em um melhor caso *wind energy vision*, mas ainda dentro da capacidade da indústria, tal como existe hoje, sendo esperado um crescimento do setor no futuro. Ele assume um compromisso inequívoco de energias renováveis, em conformidade com as recomendações da indústria e com a vontade política de se comprometer com medidas adequadas ao desenvolvimento do setor. Também pressupõe que os governos adotem políticas claras e eficazes de redução da emissão de gases de efeito estufa em conformidade com o objetivo, agora universalmente aceito, de manter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C e acima dos níveis de temperatura pré-industriais. Nesse contexto, a energia eólica é uma tecnologia absolutamente importante para atingir o primeiro objetivo na batalha para ficar abaixo de 2°C (GWEC; GREENPEACE, 2012, p. 2).

OECD-Europa, China, Índia e OECD-América do Norte. Há estimativas de crescimento expressivo de capacidade instalada de energia eólica nos EUA, embora elas apontem certo arrefecimento do crescimento da capacidade instalada em 2030.

Tabela 2: Mundo – Avaliação prospectiva do crescimento acumulado da capacidade de energia eólica (MW), segundo as regiões – Estimativa considerando cenário de crescimento moderado – 2010, 2020 e 2030

Regiões	2010	%	2020	%	2030	%	Var. (%) 2020/2010	Var. (%) 2030/2020
OECD-América do Norte	44.707	22,7	155.208	20,4	296.705	18,3	247,2	91,2
América Latina	1.489	0,8	21.903	2,9	56.075	3,5	1.371	156,0
OECD-Europa	84.965	43,1	211.276	27,8	371.627	23,0	148,7	75,9
África	976	0,5	19.027	2,5	64.336	4,0	1.849,5	238,1
Oriente Médio	99	0,1	2.150	0,3	16.181	1,0	2.071,7	652,6
Europa Oriental/ Eurásia	1.355	0,7	10.383	1,4	70.374	4,4	666,3	577,8
Índia	13.065	6,6	59.351	7,8	124.826	7,7	354,3	110,3
China	44.733	22,7	214.445	28,2	400.130	24,7	379,4	86,6
OECD-Pacífico	5.069	2,6	38.523	5,1	97.715	6,0	660,0	153,7
Não OECD-Ásia	606	0,3	27.083	3,6	119.476	7,4	4.369,1	341,1
Mundo	197.081	100	759.349	100	1.617.444	100	285,3	113,0

Fonte: GWEC e GREENPEACE (2012).

Nos EUA, a ideia é se esforçar para alcançar 80% de geração de eletricidade de fontes renováveis (incluindo as tecnologias nuclear, carvão limpo e gás natural) até 2035. Desse modo, a energia eólica pode contribuir significativamente para atingir esse objetivo, haja vista seu expressivo potencial, em torno de 8.000 GW, em terra, e de 4.000 GW *offshore*, ao longo das costas marítimas e nos grandes lagos (IEA WIND, 2013).

A Tabela 2 mostra ainda que o arrefecimento do percentual de participação na capacidade instalada mundial em 2030 é um fato esperado na OECD-Europa, na OECD-América do Norte e na China. A ideia é que, em 2030, o mercado da capacidade instalada de energia eólica estabilize-se nos países considerados desenvolvidos e cresça em regiões como América Latina, África, Oriente Médio, Europa Oriental/Eurásia, OECD-Pacífico e Não-OECD-Ásia. Tais economias, em particular a África Subsaariana e a Ásia em desenvolvimento, necessitam inserir-se no crescimento econômico mundial para avançar no processo de desenvolvimento produtivo e comercial, de forma a fechar o ciclo de investimentos na produção e consumo de bens e serviços. Esse desenvolvimento é absolutamente preciso na África, onde ainda existem milhões de pessoas sem acesso à energia moderna e três milhões que dependem da biomassa tradicional e do carvão como fontes de energia disponíveis (GWEC; GREENPEACE, 2012).

Diferentemente, a população mais rica, responsável por metade das emissões de gases de efeito estufa, consome de forma significativa a energia elétrica de fontes fósseis, revelando, sobremaneira, mais um exemplo de desigualdade internacional, além daqueles historicamente determinados e inerentes a cada nação. No caso da questão energética, é importante mitigar o processo de transição para um sistema elétrico baseado em fontes renováveis, de modo a permitir o acesso da população

a esse serviço básico e reduzir os danos ambientais. O uso da eletricidade por fonte renovável deve ser encarado como “benefício relevante de aumentar a confiabilidade do suprimento energético, tanto em termos físicos quanto econômicos” (OLIVEIRA, 2012, p. 27).

Outrossim, destaca-se o gargalo das redes de transmissão nacionais ou locais. Nas regiões mais pobres, essas redes são permanentemente desafiadas pela crescente demanda de equipamentos de consumo, como geladeiras, iluminação, telefones celulares, televisores e computadores. Nessas regiões as constantes interrupções do fornecimento de eletricidade são comuns. Em muitos países, o fornecimento estável de energia elétrica parece não ser uma prioridade de governo. Todavia, alguns países, como o Egito (por meio da hidroeletricidade) e a África do Sul (por meio do carvão), por exemplo, contam com sistemas de fornecimento de eletricidade em grande escala.

A escalada de geração de energia eólica está começando a desempenhar papel-chave nos sistemas centralizado e descentralizado da região africana (OLIVEIRA, 2012).

Na China, o crescimento moderado faz parte do compromisso do governo de desenvolver o setor eólico, com a estimativa de que a capacidade instalada cresça de 44.733 MW, em 2010, para 214.445, em 2020, e 400.130, em 2030, perfazendo uma variação de 379,4% no período 2020/2010 e de 86,6% no período 2030/2020. Segundo o GWEC e o Greenpeace (2012), esse resultado requer um investimento de € 23 bilhões no desenvolvimento eólico chinês a cada ano até 2020. Dessa forma, haveria um crescimento significativo de postos de trabalho. Dos atuais 260.000, passaria para 312.000, em 2020, e 355.000, em 2030.

Já na Índia, a expectativa é de estabilidade do mercado eólico no nível de participação de 6% a pouco mais de 7%, com variação percentual de 110,3%, em 2030, em relação a 2020, contra 354,3% em 2020, comparado ao ano de 2010. Isso implicaria uma variação percentual menor de investimento no setor. De € 5,3 bilhões por ano até 2015, passaria para € 7,2 bilhões, em 2020 e € 8,3 bilhões, em 2030. Esse crescimento alcançaria os postos de trabalho. Os atuais 47.500 passariam para mais de 98.000, em 2020, e para 126.000, dez anos depois (GWEC; GREENPEACE, 2012).

Segundo o referido documento, a Índia teria condições de avançar no processo de desenvolvimento desse setor, em virtude da necessidade premente e do aumento do consumo de energia. Com uma produção maior, a fonte eólica poderia assumir uma parcela mais significativa na geração de eletricidade. Para tanto, esse país deve manter as políticas de incentivo à geração de eletricidade com base em fontes renováveis, conforme o 12º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento de Energias Renováveis, cujo período vai de abril de 2012 a março de 2017¹⁶.

No tocante a América Latina, as expectativas são boas, visto que a capacidade instalada de energia eólica deverá crescer 1.371% (2020/2010) e 156% (2030/2020). Para o GWEC e Greenpeace (2012), essa região é considerada uma das melhores áreas para a implantação de parques eólicos. Assim, espera-se que, a médio e longo prazo, a demanda da diversificação da oferta de energia elétrica cresça na região. Com especial atenção, espera-se uma maior participação da fonte eólica na oferta interna de energia elétrica.

¹⁶ É importante ressaltar que o relatório recomenda a continuidade do regime de incentivos, na geração de eletricidade, com base em fontes renováveis, destacado no período quinquenal do Plano de Desenvolvimento de Energias Renováveis. O relatório tem buscado priorizar os investimentos em transmissão, considerado até agora um elo fraco na cadeia de valor. Cadastrado no grupo de trabalho do *Ministry of New and Renewable Energy (MNRE)*, o Ministério de Energia, a Autoridade Central de Eletricidade e o *Power Grid Corporation of India* estão olhando mais de perto essa questão. No entanto, para a Índia alcançar as metas potenciais e impulsionar o investimento necessário em energia renovável, será essencial introduzir um mecanismo de implementação políticas de longo prazo, estável e abrangente, cuidadosamente projetadas para garantir que essas políticas se desenvolvam em harmonia com as existentes nos seus estados, objetivando, assim, evitar o arrefecimento de sua eficácia (GWEC; GREENPEACE, 2012).

O referido documento chama atenção para o fato de que tanto a economia latino-americana como as economias asiáticas e da Europa Oriental/Eurásia têm diversidade econômica e regimes políticos diferenciados e implantados dentro dos limites regionais, obedecendo à dinâmica histórica de cada país. Por isso, muitos deles ainda padecem de renda *per capita* muito baixa, de pobreza extrema e desenvolvimento limitado. Entretanto, conforme os dados da Tabela 2, a expectativa é de que a participação da energia eólica no processo de geração de eletricidade cresça de 0,8%, em 2010, para 2,9%, em 2020, e 3,5%, em 2030, notadamente no Brasil, no Chile e no Uruguai.

Em suma, nos mercados tradicionais, como Europa e EUA, é esperada uma redução do crescimento do setor, em razão da estabilidade econômica e da expansão urbana. Em mercados como América Latina, África e Ásia existe um potencial de crescimento a médio e longo prazo. O crescimento da indústria eólica nesses países busca, sobretudo, atingir objetivos diversos, tais como segurança energética, estabilidade dos preços de energia elétrica, criação de empregos e desenvolvimento econômico local, além da redução de emissão de dióxido de carbono na atmosfera.

Nas economias mais prósperas, apesar do ritmo lento do desenvolvimento da indústria eólica, esperado para os próximos anos, os objetivos para implementação de políticas no campo da energia elétrica não serão menosprezados. Pelo contrário, continuarão importantes, mas dentro de um ritmo de crescimento econômico mais moderado.

Geração de energia eólica no mundo

Em termos de produção mundial de energia eólica, o destaque é a União Europeia (notadamente a Europa Ocidental), no ano de 2002. Essa representatividade arrefeceu em 2012. Nos países do Leste e do Sudeste da Ásia, ao contrário, a participação de 2,5%, em 2002, passou para 23,3%, em 2012.

A eletricidade exerce um importante papel em economias que almejam alcançar altos níveis de crescimento socioeconômico. Desse modo, conforme revelam os dados mundiais, a maior representatividade das fontes renováveis (como a eólica, por exemplo) na geração de eletricidade, é resultado dos investimentos para inserção social e aumento da capacidade produtiva. Isso ocorre especialmente nos países em desenvolvimento, cuja penetração mais rápida na economia mundial, seguindo os marcos da sustentabilidade e do crescimento econômico, revela uma possibilidade de efetivação do crescimento da capacidade de geração de energia eólica.

Isso requer minimizar o *gap* entre crescimento econômico e acesso da população aos bens e serviços produzidos no sistema capitalista e, conseqüentemente, crescimento da demanda de energia, inclusive de eletricidade. Portanto, o desenvolvimento de fontes de energia renováveis é relevante para a construção de uma sociedade sustentável (PODCAMENI, 2014). Em tempos de diversificação das fontes de energia e, com o aumento da exploração e do uso de recursos alternativos, esse propósito tem parte nos marcos do crescimento econômico, em que é possível usufruir de bens e serviços sem agredir o meio ambiente.

Nos últimos anos tem-se constatado, em regiões menos desenvolvidas, principalmente no Leste e Sudeste da Ásia, um aumento da participação da energia eólica no total mundial. A produção saltou de 2,5%, em 2002, para 23,3%, em 2012 (dados extraídos do *Fifteenth Inventory - Edition 2013*). Esses números são resultado do esforço para aumentar o grau de desenvolvimento de suas economias, significando, portanto, uma possibilidade de criar mecanismos específicos para, de forma sustentável, incluir essa fonte na matriz elétrica ao longo do tempo.

Já a América do Norte ocupa a segunda posição no *ranking* das regiões com representatividade na produção mundial de energia eólica, tanto no ano de 2002 (20,6%), como em 2012 (28,6%), ficando atrás da Europa Ocidental (36,8%) e à frente do Leste e Sudeste da Ásia (23,3%).

Em termos de participação da energia eólica na produção doméstica de eletricidade, os destaques são, por ordem de importância, Europa Ocidental, América do Norte, Oceania, Sul da Ásia, Europa Central, Leste e Sudeste da Ásia e América Central e Caribe.

Os dados de 2014, Tabela 3, revelam: China, EUA, Alemanha, Espanha, Índia e Reino Unido representam, juntos, mais de 80% de participação da fonte eólica no total mundial da produção de eletricidade. Em termos absolutos, os EUA aparecem na primeira posição. A taxa de crescimento médio anual no período 1997-2014 foi de 23,5%. A China e a Espanha assumem a segunda e a terceira posição, respectivamente, com taxa de crescimento anual de 41,8% e 16,6%.

Tabela 3: Mundo – Geração de energia eólica (TWh)*, por país – 1997 e 2012

Países	Geração de energia eólica em 1997*	(%) da energia eólica no total mundial em 1997	Geração de eólica 2014**	(%) da energia eólica no total mundial em 2014	Var. (%) produção de energia eólica – 2014/1997	Taxa de crescimento anual (%) – 2012/1997	(%) da geração eólica na demanda nacional de eletricidade em 2014**
China	0,2	1,7	153,4	25,6	76.600,0	41,8	2,8
EUA	3,3	27,3	182	30,4	5.415,2	23,5	4,4
Alemanha	3,0	24,8	55,9	9,3	1.763,3	16,6	9,6
Espanha	0,7	5,8	51,1	8,5	7.200,0	25,3	20,4
Índia	1,0	8,3	30,0***	5,0	2.900,0	25,5	3,7
Reino Unido	0,7	5,8	31,6	5,3	4.414,3	22,2	9,0
Itália	0,1	0,8	15,0	2,5	14.900,0	30,2	4,9
França	0,0	0,0	14,9***	2,5	-!	-	3,3
Canadá	0,1	0,8	22,1	3,7	22.000,0	32,9	3,8
Dinamarca	1,9	15,7	13,1	2,2	589,5	10,7	39,1
Portugal	0,0	0,0	12,1	2,0	-	-	24,0
Brasil	0,0	0,0	12,2****	2,0	-	-	2,3
Resto do mundo	1,1	9,1	5,4	0,9	390,9	8,7	-
Mundo	12,1	100	598,8	100,0	4.848,8	22,8	4,1

Fonte: * (IEA, 2014); ** (IEA WIND, 2014); ***Fifteenth Inventory – Edition 2013; BEN (EPE, 2015).

Ainda segundo os dados da Tabela 3, no mundo, a geração de energia eólica passou de 12,1 TWh, em 1997, para 598,8 TWh. A maior participação coube aos EUA e à China. Juntos, esses dois países perfazem um total de 56% da produção mundial de energia eólica.

Aspectos conclusivos

Em termos de participação no consumo mundial de eletricidade, os países da OECD arrefeceram em favor dos países em desenvolvimento. A diferença aponta a importância dos países emergentes no consumo da eletricidade. Além disso, reflete a magnitude do crescimento econômico desses países, bem como sua influência no consumo de energia elétrica. Quanto maior o crescimento, maior o uso. É importante assinalar que o consumo de eletricidade é um indicador, por excelência, quando se pretende planejar a capacidade de oferta de energia elétrica, conforme o potencial existente e os objetivos dos próximos anos no tocante à expansão da atividade econômica.

Com base nisso, o desenvolvimento de recursos renováveis para geração de eletricidade é relevante na medida em que busca um desenvolvimento econômico socialmente justo e ambientalmente sustentável. Os países em desenvolvimento investem em inovação tecnológica no campo de energia elétrica visando à competitividade econômica dos segmentos produtivos e de consumo e à garantia da sustentabilidade no suprimento de energia no médio e longo prazo.

Particularmente, a representatividade da energia eólica na matriz elétrica mundial apresenta uma tendência de expansão, à medida que contribui para a substituição das fontes fósseis, mas, sobretudo, por permitir que essa nova fase do capitalismo global, dinamizada pelos países emergentes, influencie uma sustentabilidade energética comandada pelo uso intensivo das fontes renováveis. Desse modo, os países emergentes podem fazer diferença no campo da ciência e tecnologia, pois o crescimento econômico almejado pode ser progressivamente substanciado pelas fontes de energias limpas. Isso implica desenvolver continuamente pesquisas que possam viabilizar o uso das fontes disponíveis e fazer surgir outras capazes de atender à crescente demanda resultante do progresso socioeconômico da população.

No tocante à capacidade instalada de energia eólica, é importante ressaltar que China, EUA, Alemanha, Espanha e Índia responderam por 71,7% da capacidade instalada de turbinas eólicas no mundo, em 2014. A Índia apresenta-se como um mercado-chave para a indústria, revelando oportunidades substanciais para os *players* nacionais e internacionais que desejam intensificar os investimentos no setor. Em 2014, a capacidade adicional de 2.315 MW permitiu ao país posicionar-se entre os cinco primeiros no *ranking* global no quesito capacidade instalada cumulativa em turbinas eólicas.

Nos próximos anos, os países considerados “em desenvolvimento” tenderão a sustentar significativas taxas de crescimento no ramo eólico, refletindo o esforço de reordenar suas economias. Tal mobilização reforça a sinergia entre o setor de energia elétrica e o processo de desenvolvimento socioeconômico de qualquer país ou nação.

Ademais, constata-se a liderança mundial da China e dos EUA no que se refere à capacidade instalada de energia eólica, bem como a evolução da demanda mundial de energia, fator que tende a pressionar mais intensamente a sua oferta. Dessa forma, os recursos renováveis são relevantes porque contribuem tanto para reduzir a emissão de gases de efeito estufa como garantir a sustentabilidade ambiental, a segurança energética e a eficiência no suprimento de energia. Uma vez que a discussão envolve o meio ambiente, abrange, portanto, a necessidade de as nações adotarem políticas que privilegiem o desenvolvimento sustentável, conforme os objetivos de crescimento econômico, o que remete à necessidade de optar por fontes energéticas mais limpas e renováveis.

De um lado, destacam-se os EUA, um país considerado desenvolvido, que, apesar de se concentrar nas políticas mais direcionadas ao campo dos combustíveis fósseis, com programas

dirigidos pelas “forças de mercado” e, portanto, mais estáveis, vem tentando diversificar sua matriz elétrica, de modo a torná-la menos dependente das fontes convencionais de energia. Porém, o campo de energia renovável requer a adoção de medidas específicas e de longo prazo. Com isso, os desafios envolvendo o campo energético poderão ser minimizados à medida que se fortaleçam as políticas em favor das fontes renováveis, a tal ponto que o mundo possa transformar o uso da eletricidade em meio para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável.

De outro lado, países como a China e outros emergentes também enfrentam dificuldades quando o assunto é privilegiar o campo da energia renovável em detrimento da utilização dos combustíveis fósseis. A esses países se adiciona uma problemática: o fato de estarem ingressando em um nível de crescimento econômico nunca antes experimentado na história faz com que a demanda por energia, principalmente a elétrica, vá de encontro aos objetivos de crescimento econômico, com aumento do nível de consumo de bens e serviços, capacidade de produção intensiva em capital, um contexto que pressiona a demanda e a oferta de eletricidade.

Os dados permitem indicar, portanto, que a perspectiva de as fontes renováveis ganharem espaço no mundo é positiva, principalmente nos países em desenvolvimento. A estimativa de geração de energia eólica, por exemplo, é de expansão até 2030, em relação aos dados de 2010. Nos países desenvolvidos ocorre uma situação diversa. Embora eles continuem dominando a participação no total da capacidade mundial instalada, as estimativas apontam um arrefecimento dessa representatividade no setor de energia eólica.

Referências

AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION (AWEA). *Federal Production Tax Credit for wind Energy*. Disponível em: <<https://www.awea.org>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

BP GLOBAL. *BP Statistical Review of World Energy June 2015*. Disponível em: <www.bp.com>. Acesso em: 27 set. 2015.

_____. *BP Statistical Review of World Energy June 2013*. Disponível em: <www.bp.com>. Acesso em: 30 set. 2015.

DSIREUSA. Renewable Electricity Production Tax Credit (PTC). In: *Last DSIRE Review*: 10/02/2013. Disponível em: <<http://dsireusa.org>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Balanco Energético Nacional 2015: Ano Base 2014*. Rio de Janeiro: EPE, 2015.

FIFTEENTH INVENTORY – EDITION 2013. *Worldwide electricity production from renewable energy sources – Stats and figures series*. Disponível em: <<http://www.energies-renouvelables.org>>. Acesso em: 27 jan. 2015.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). *Global Wind 2006 Report*. 2006. Disponível em: <<http://www.gwec.net/>>. Acesso em: fev. 2015.

_____. *Global Wind Report: Annual Market Update, 2013*. Disponível em: <<http://www.gwec.net/>>. Acesso em: abr. 2015.

_____. *Global Wind Report: Annual Market Update*, 2014. Disponível em: <<http://www.gwec.net/>>. Acesso em: mar. 2015.

GWEC. GREENPEACE. *Global Wind Energy Outlook*. November, 2012.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Key World Energy Statistics*. IEA, 2014. Disponível em: <www.ica.org/statistics>. Acesso em: 22/12/2015.

IEA WIND. *2014 Annual Report*. In: IEA Wind, August 2015.

IRENA; GWEC. *30 Years of Policies for Wind Energy: Lessons from 12 Wind Energy Markets*, 2013.

LEADERSHIP – BUSINESS GROUP. *China – o imperativo das energias renováveis*. Disponível em: <<http://www.leadership-bg.com>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

MACEDO, L. D. *Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte*. 2015. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – UNICAMP, Instituto de Economia, Campinas, 2015.

OLIVEIRA, A. Planejamento elétrico: uma agenda amigável com a natureza. In: VEIGA, J. E. (Org.). *Energia eólica*. São Paulo: Editora Senac, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Acordo de Copenhague, décima quinta sessão*. Dezembro de 2009.

PODCAMENI, Maria Gabriela V. B. *Sistema de inovação e energia eólica: a experiência brasileira*. 2014. 364 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia da UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

PROTOCOLO DE KYOTO. *Protocolo de Kyoto*. Disponível em: <<http://protocolo-de-kyoto.info/>>. Acesso em: ago. 2016.

SANTAFÉ, Martinho. Leis climáticas já estão vigorando em 66 países. *O Debate – Diário de Macaé*, Macaé, RJ, 11/03/2014. Disponível em: <<http://www.odebateon.com.br/site/noticia/detalhe/30832/leis-climaticas-ja-estao-vigorando-em-66-paises>>. Acesso em: 1º mar. 2016.

UNION OF CONCERNED SCIENTISTS (UCSUSA). *Production Tax Credit for Renewable Energy*. Disponível em: <<http://www.ucsusa.org>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

WORLD ENERGY COUNCIL (WEC). *For sustainable energy*. World Energy Resources, 2013 Survey. 2013.

_____. *World Energy Issues Monitor*, 2013.

WWEA. *Quarterly Bolletim*. Wind Energy Around the world, June 2013.

Recebido em maio de 2016.
Aprovado em agosto de 2016.