

# Energia renovável com baixa emissão de carbono

JOSÉ EUSTÁQUIO DINIZ ALVES

## I. INTRODUÇÃO

“Assim como a Idade da Pedra não acabou por falta de pedras, a Era do Petróleo chegará ao fim, não por falta de óleo”.

(Sheikh Ahmed-Zaki Yamani, 2000)

■ A energia extrassomática é a chave para se entender a história dos últimos 240 anos. O ano de 1776 – data da Independência dos Estados Unidos da América e do lançamento do livro “A Riqueza das Nações” de Adam Smith – marca também o início da entrada em operação da máquina a vapor, aperfeiçoada por James Watt. O carvão mineral (hulha, linhito e antracito) foi o insumo energético da máquina que impulsionou a 1ª Revolução Industrial. O petróleo, que começou a ser explorado comercialmente por Edwin L. Drake, em 1859, na Pensilvânia, foi a energia que movimentou o motor a combustão interna, insumo essencial da 2ª Revolução Industrial. Assim, a oferta e a demanda de carvão, petróleo e gás, que adquiriu proporções gigantescas no século XX, afetaram não só a arquitetura social, mas até mesmo o mundo natural, modificando a química da atmosfera.

O desenvolvimento da sociedade urbana-industrial coincidiu com o período de maior prosperidade da história humana. Entre o ano 1 da Era Cristã e o ano de 1776 a economia mundial cresceu 5,5 vezes, porém o crescimento entre 1776 e 2014 foi de 120 vezes, segundo dados de Angus Maddison (2009) e do Fundo Monetário Internacional (FMI, 2014). Em quase 18 séculos, o crescimento da renda per capita foi de apenas 1,27 vez (27%). Em 238 anos (1776-2014) o aumento da renda per capita foi superior a 13 vezes. Um cidadão médio da atualidade recebe em um mês o que um indivíduo médio, antes da Revolução Industrial, levava mais de um ano para receber.

O uso generalizado dos combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás) foi fundamental para o desenvolvimento econômico e social da humanidade. Segundo Abramovay (2011); “A eficiência energética do petróleo é, até hoje, inigualável: três colheres contêm o equivalente à energia média de oito horas de trabalho humano. O crescimento demográfico e econômico do século 20 teria sido impossível sem esse escravo barato” (p. 1).

Todavia, a queima dos combustíveis fósseis provoca a emissão de CO<sub>2</sub>, o que contribui para o efeito estufa e a aceleração do aquecimento global. Segundo a Agência de Pesquisa Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA), órgão da Agência Espacial norte-americana (NASA), a média conjunta da temperatura do solo e da superfície do oceano ao redor do globo em outubro de 2014 ficou cerca de 0,74° Centígrafos acima da média do século XX (NOAA, 2014). Foi o mês de outubro mais quente desde o início da manutenção de registros regulares que começaram em 1880, e significa que a temperatura atual é uma das mais altas do Holoceno (últimos 12 mil anos), podendo gerar mudanças climáticas imprevisíveis.

As mudanças climáticas podem ser catastróficas, o que torna urgente a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Se todas as reservas de petróleo forem extraídas (mesmo que a elevados custos de produção) a temperatura global média do Planeta chegará a um patamar em que consequências poderão ser mais caras do que os benefícios gerados pela energia fóssil.

Desta forma, o abandono do predomínio dos combustíveis fósseis na matriz energética mundial é uma ação necessária e inadiável. Desta forma, o mundo necessita avançar na produção de energias renováveis, mais limpas e com baixa emissão de carbono. Caso contrário, a sociedade urbana-industrial pode entrar em colapso.

## 2. REDUZIR A PEGADA ECOLÓGICA E MITIGAR AS EMISSÕES

■ O avanço da civilização foi excepcional nos últimos 240 anos. Mas a humanidade passou a consumir mais recursos naturais do que a capacidade regenerativa do Planeta. A Footprint Network (2014) utiliza duas medidas para se avaliar o impacto humano sobre o meio ambiente e a disponibilidade de “capital natural” do mundo. A Pegada Ecológica é um indicador que serve para avaliar o impacto do ser humano sobre a biosfera e a Biocapacidade é um indicador que avalia o montante de terra e água, biologicamente produtivo, para prover bens e serviços

do ecossistema à demanda humana por consumo, sendo equivalente à capacidade regenerativa da natureza.

A pegada ecológica per capita do mundo, em 1961, era de 2,4 hectares globais (gha) e a biocapacidade per capita era de 3,7 gha. Para uma população de 3,1 bilhões de habitantes, o impacto global do ser humano era de 7,2 bilhões de gha, representando 63% dos 11,5 bilhões de hectares globais disponíveis naquele momento. Portanto, havia um superávit ou reserva ecológica não utilizada no mundo.

A reserva ecológica foi sendo reduzida na medida em que cresciam a população e a economia. Em 1975, a pegada ecológica per capita ficou em 2,8 gha para uma biocapacidade de 2,9 gha. Como a população mundial chegou a 4,1 bilhões de habitantes, o impacto antrópico ficou em 11,2 gha para uma biocapacidade total de 11,6, representando um pequeno superávit ambiental de 3,3%. Mas na segunda metade da década de 1970 toda a reserva ambiental já havia sido consumida e o superávit ecológico se transformou em déficit. Em 1980, a pegada ecológica per capita se manteve nos mesmos 2,8 gha, mas houve redução da biocapacidade para 2,6 gha. Para um população de 4,4 bilhões de habitantes, o impacto global do ser humano foi de 12,3 bilhões de gha, atingindo 105,8% dos 11,5 bilhões de hectares globais da biocapacidade, indicando o início do déficit ecológico global.

Em 2010, a pegada ecológica per capita foi de 2,6 gha. Mas com o acelerado crescimento da população mundial que chegou a 6,95 bilhões de habitantes, o impacto global atingiu 18,1 bilhões de hectares globais (gha). Mas como a biocapacidade per capita caiu para 1,7 gha, o mundo possuía apenas 12 bilhões de hectares globais de terras e águas bioprodutivas. isto significou um déficit ecológico global de 50% em 2010. Ou dito de outra forma, a humanidade estava gastando em 1 ano o que a capacidade regenerativa da natureza só repunha em um ano e meio. Evidentemente, esta sobrecarga é insustentável, pois o déficit ambiental só aumenta.

A humanidade só tem conseguido manter funcionando seu modelo de produção e consumo devido: 1) ao sobreuso das riquezas naturais, como a biodiversidade das florestas, as fontes de água limpa, os estoques de peixes, etc. 2) ao uso da herança acumulada no passado e que estava estocada nas reservas de combustíveis fósseis criadas a milhões de anos pela decomposição de material orgânico.

Segundo Tverberg (2012) a disponibilidade de energia por habitante aumentou pouco mais de 4 vezes entre 1820 e 2010. Somente nas últimas décadas, o consumo total de energia no mundo passou de cerca de 4 bilhões de toneladas de óleo equivalente, em 1965, para pouco mais de 12 bilhões em 2013, um cresci-

mento de 3 vezes, enquanto a população mundial dobrou de tamanho no mesmo período. A energia fóssil (petróleo, carvão e gás) responde por mais de 80% do consumo mundial. Cresceu a disponibilidade de energia extrassomática per capita, o que possibilitou o aumento da renda per capita e uma elevação do padrão médio de vida humana.

Porém, o uso e o abuso de toda esta herança energética fóssil deixou um rastro de poluição na terra, na água e no ar. A queima dos hidrocarbonetos emite gases de efeito estufa (GEE), como o CO<sub>2</sub>, que provocam o aquecimento global. Em 2014, a concentração GEE ultrapassou 400 partes por milhão (ppm), o nível mais elevado dos últimos 800 mil anos (IPCC, 2014). Em consequência, a temperatura média na superfície da Terra e dos oceanos aumentou 0,85°C entre 1880 e 2012. Os degelos elevaram o nível do mar em 20 cm, desde 1900. Os cenários para as mudanças climáticas no século XXI são dramáticos se as emissões de GEE continuarem no ritmo atual.

O secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon e o diretor do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) da ONU, Rajendra Pachauri, apresentaram, em 01/11/2014, o mais recente relatório sobre mudança climática, alertando que os danos causados por este processo poderão ser irreversíveis, embora ainda haja formas de evitá-los. Eles reafirmam, com base em evidências empíricas, que a influência humana no sistema climático é clara e quanto maiores forem os impactos antrópicos, maiores serão os riscos de consequências graves, amplas e irreversíveis. Nenhuma parte do mundo ficará intocada. O relatório do IPCC (2014) afirma que a mudança climática já aumentou o risco de ondas de calor severas e outros eventos extremos. O Brasil tem sofrido vários desastres climáticos nos últimos anos e a crise hídrica é apenas um exemplo. O relatório também alerta que o pior está por vir, incluindo escassez de alimentos e conflitos sociais violentos.

De acordo com os cenários do IPCC (2014), a Terra caminha atualmente para um aumento de cerca de 4° C (quatro graus Celsius) até 2100 na comparação com nível da era pré-industrial, o que pode levar a uma alta de 55 cm do nível do mar, somente no século XXI. Tudo isto, caso não evitado, provocará grandes secas, inundações, acidificação dos oceanos e extinção de muitas espécies, além de fome, populações deslocadas e conflitos inter e intra países.

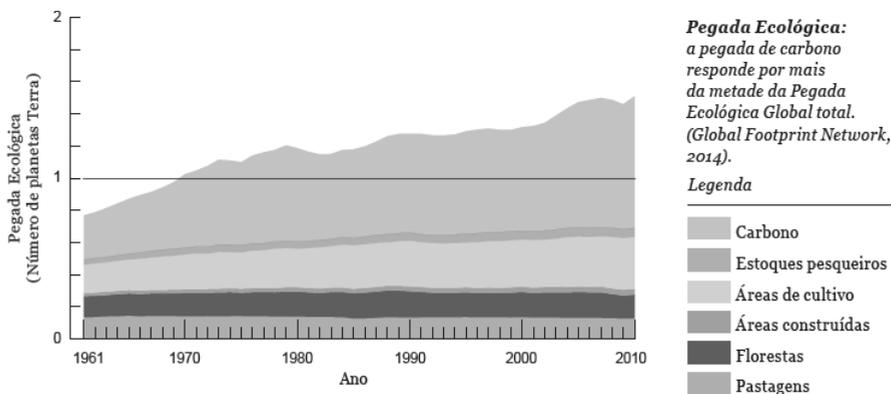
Para o IPCC (2014), o uso de energias renováveis, o aumento da eficiência energética e o estabelecimento de outras medidas destinadas a limitar as emissões custaria muito menos que enfrentar as consequências do aquecimento global. Os custos para mudar a matriz energética são mais baixos do que os gastos mundiais

com a conta a pagar decorrente dos desastres climáticos. Adiar a resposta aumentaria consideravelmente a fatura para as gerações futuras.

Ainda segundo o IPCC (2014), para efetivar o objetivo de limitar a elevação da temperatura global média a 2°C, até 2100, conforme o acordado na Conferência de Copenhague em 2009, a quantidade de energia fóssil a ser queimada pelas atividades antrópicas não pode ultrapassar o que corresponde à emissão de algo entre 900 e 1.000 gigatoneladas de Gases de Efeito Estufa entre 2010 e 2050. Portanto, a economia internacional precisa superar a era dos combustíveis fósseis e avançar na produção de energia renovável e de baixo carbono. Assim como a idade da pedra não acabou por falta de pedras, a Era do petróleo pode ser superada pela Era das energias renováveis, antes mesmo de se retirar as últimas jazidas do subsolo.

Desta forma, a civilização urbano-industrial precisa reduzir a Pegada Ecológica e cortar as emissões de gases de efeito estufa. O gráfico 1 mostra que a Pegada de Carbono responde por mais da metade da Pegada Ecológica Global. Portanto, a superação da dependência econômica aos combustíveis fósseis será fundamental para a redução do déficit ambiental e para o controle do aquecimento global.

GRÁFICO 1. Os componentes da Pegada Ecológica



Fonte: WWF Relatório Planeta Vivo 2014, Sumário pág. 10. [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/relatorio\\_planeta\\_vivo](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/relatorio_planeta_vivo)

A mudança da matriz energética requer o investimento na diversificação das fontes potenciais e passa necessariamente pela utilização da energia natural proveniente do sol e das correntes de ar. A mitologia grega já representava Éolo como o

deus dos ventos e Hélio como a representação do Sol. O Sol irradia durante 365 dias o equivalente a 10 mil vezes a energia consumida anualmente pela população mundial. O potencial dos ventos também é imenso. Estas duas fontes podem ser as grandes alternativas para consolidar as energias renováveis do planeta e mitigar o aquecimento global.

## ENERGIAS RENOVÁVEIS E DE BAIXO CARBONO: SOLAR E EÓLICA

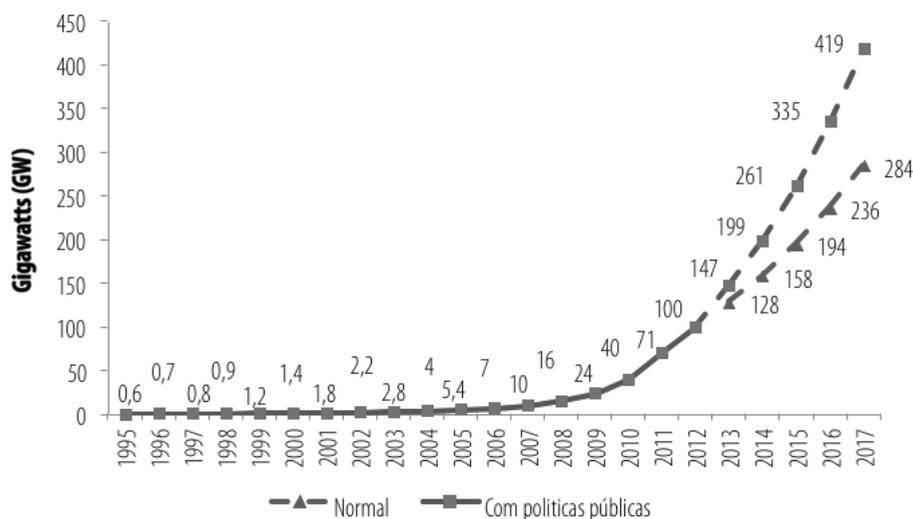
■ O sol e o vento são fontes de produção energética cada vez mais utilizadas, mas sofrem com a intermitência na geração e no fornecimento e não estão livres de problemas ambientais. Contudo, não há como fugir do desafio de substituir a queima dos combustíveis fósseis por estas fontes renováveis, possibilitando a redução da pegada ecológica e a diminuição dos efeitos indesejáveis das mudanças climáticas.

A Energia Solar Concentrada (Concentrated Solar Power – CSP – na sigla em inglês) utiliza espelhos para concentrar a luz do sol sobre encanamentos ou torres para produzir vapor em seu interior, que por sua vez movimenta turbinas que produzem eletricidade. Para manter a usina em funcionamento durante a noite ou em dias nublados, utiliza-se o calor excedente produzido durante o dia por meio do armazenado de um líquido especial em tanques apropriados. As usinas termossolares (CSP) podem ser construídas em áreas desérticas, evitando a utilização de áreas produtivas urbanas ou rurais.

Mas a forma de produção de eletricidade que mais cresce no mundo atualmente é a energia solar fotovoltaica (Photovoltaics – PV). Como mostra o gráfico 2, a capacidade global de produção de energia solar fotovoltaica aumentou mais de 200 vezes, de 1995 a 2013, passando de 0,6 gigawatts (GW) para mais de 120 GW, sendo um crescimento exponencial impressionante, segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês).

Os cenários até 2017 indicam uma continuidade do crescimento exponencial e variam segundo a estimativa que segue o crescimento normal dos últimos anos ou a estimativa com apoio das políticas públicas. No cenário habitual (Business-as-usual) a capacidade instalada chegaria a 284 GW em 2017 (isto seria o equivalente a energia produzida por 20 usinas de Itaipu). No cenário com apoio do poder público (Policy-driven) a capacidade instalada poderia chegar a 419 GW (equivalente a 30 usinas de Itaipu).

GRÁFICO 2. Capacidade global de geração de energia solar, 1995-2017



Fonte: IEA. International Energy Outlook 2013.

Segundo relatório da Bloomberg New Energy Finance (BNEF) o preço de uma célula de energia fotovoltaica custava US\$ 76,67 por watt em 1977 e caiu para US\$ 0,74 por watt em 2013, devendo chegar a US\$ 0,64 por watt em 2014. Com preço competitivo e abaixo do preço do carvão mineral, a perspectiva é que o crescimento exponencial da energia solar continue ou até se acelere. A BNEF estima que a capacidade instalada de energia fotovoltaica em 2013 foi de 36,7 GW (o maior crescimento anual de todos os tempos), conforme citado por Alves (21/02/2014).

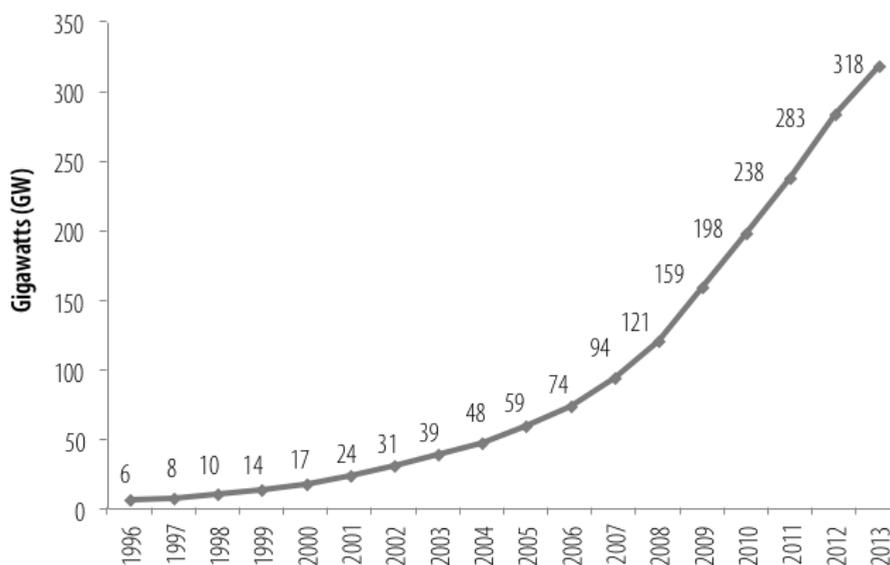
A outra fonte de energia renovável de grande crescimento se dá pelo aproveitamento do potencial da energia eólica que ocorre pela conversão da força dos ventos em eletricidade, por meio da utilização de aerogeradores de diversas capacidades de geração de energia. Segundo dados da Agência Internacional de Energia (IEA), a energia eólica responde atualmente por 2,5% da participação na matriz elétrica mundial.

Segundo o Conselho Global de Energia Eólica (Global Wind Energy Council – GWEC, 2014), a capacidade instalada de energia eólica era de 6,1 Gigawatts (GW) em 1996 e atingiu pouco mais de 318 GW em 2013 (isto equivale a mais de 22 usinas de Itaipu). Um crescimento de quase 52 vezes em 15 anos,

conforme mostra o gráfico 3. A melhoria recente em tecnologias de energia eólica, bem como a mudança de contexto global, em busca de fontes mais limpas, explicam o cenário mais positivo para o setor no longo prazo.

Contudo, ocorreu uma queda de 10 GW nas instalações de 2013 em comparação ao ano anterior, embora a capacidade global tenha crescido 12,5%. Segundo o GWEC, foram instalados 35,47 GW em 2013, abaixo dos 45,17 GW de 2012. O pior desempenho se deveu às incertezas políticas dos Estados Unidos, que tem dado mais incentivos ao gás de xisto e às areias betuminosas, do que a energia renovável.

GRÁFICO 3. Capacidade global instalada de energia eólica: 1996-2013



Fonte: Global Wind Energy Council – GWEC, 2014

A China instalou sozinha 16 GW em 2013 (mais do que uma usina de Belo Monte) e deverá superar a Europa e os Estados Unidos na produção de energia eólica, entre 2020 e 2025. O aproveitamento do potencial eólico no mundo deverá poupar emissões de gases efeito estufa de até 4,8 bilhões de toneladas por ano até 2050. Porém, diversos obstáculos podem retardar esse processo, como a disputa política no Congresso americano é um fator limitador.

Outra vantagem das energias renováveis é que a produção em pequena escala pode ser viável para as famílias, comunidades e empresas, democratizando

a produção. Mas, para tanto, será fundamental que os governos promovam ou facilitem a construção de redes inteligentes de energia (smart grids), que são uma nova arquitetura de distribuição de energia elétrica, mais segura e inteligente, que integra e possibilita ações a todos os usuários a ela conectados.

Nestas redes, o fluxo de energia elétrica e de informações se dá de forma bidirecional. Assim, a energia tradicionalmente gerada, transmitida e distribuída de forma radial a partir de instalações das concessionárias poderá, também, ser gerada e integrada às redes elétricas a partir de unidades consumidoras. Cria-se, então, a figura do “prosumidor”, aquele que é produtor e consumidor, que produz e que fornece energia à rede.

O crescimento da produção de energia eólica e solar, mesmo não sendo uma panaceia para todos os desafios energéticos, pode contribuir para mitigar as dificuldades advindas de um possível “Pico de Hubbert” e o agravamento do aquecimento global, podendo ser uma maneira de promover um outro tipo de modelo econômico, mais integrado ao meio ambiente, com menos emissão de CO<sub>2</sub> e que respeite a biodiversidade. Neste ritmo, o mundo teria muita energia limpa até 2040 e o clima se beneficiaria drasticamente pela redução dos gases de efeito estufa provocados pela queima de combustíveis fósseis.

## CRESCIMENTO EXPONENCIAL E 100 % ENERGIAS RENOVÁVEIS

■ A participação da energia solar e eólica na matriz energética internacional, embora tenha crescido de maneira expressiva como vimos, ainda é pequena. O cientista Ray Kurzweil (2011), entusiasta do potencial das energias renováveis, argumenta que o crescimento da energia solar tem se dado de forma exponencial, partindo de quase zero em 2000 para 16 gigawatts (GW) em 2008 e cerca de 100 GW em 2012. Extrapolando estas tendências, Kurzweil considera que é possível manter a tendência de dobrar a capacidade produtiva fotovoltaica a cada dois anos, o que significa multiplicar por mil vezes, em 20 anos. Em palestra na Universidade de Berkeley, Ray Kurzweil (que trabalha atualmente na Google) disse: “Nesse ritmo vamos atender 100% das nossas necessidades de energia em 20 anos”.

Contudo, este otimismo de Kurzweil não é compartilhado por outros especialistas. Os dados da Agência Internacional de Energia (IEA, 2014) confirmam que realmente a produção de energia fotovoltaica mundial cresceu de forma exponencial até 2013. Porém, as projeções mostram que o ritmo vai se desacelerar nos próximos anos e deve chegar a 308 GW em 2018, o que é um grande crescimento,

mas não deve manter o ritmo de dobrar a cada dois anos. Em termos absolutos a produção continua aumentando, mas em termos relativos o ritmo se reduz.

Dados da Administração de Informação de Energia dos Estados Unidos (EIA – U.S. Energy Information Administration) em seu International Energy Outlook 2013 projeta que o consumo mundial do conjunto das energias renováveis, em 2040, será de 15% da matriz energética, que, infelizmente, continuará sendo dominada pelos combustíveis fósseis (EIA, 2013).

Portanto, o otimismo de Kurzweil não é compartilhado pelas agências de energia. Segundo a IEA (2014), a capacidade de energia renovável mundial deverá passar de 1.465 GW (sendo 1.071 de hidreletricidade), em 2011, para 2.351 GW (sendo 1.330 de hidreletricidade) em 2018. Considerando apenas as energias eólica, solar, geotérmica e ondas a produção deve passar de 319 GW em 2011 para 896 GW em 2018.

Tem sido grande o crescimento das fontes renováveis, mas insuficiente para mudar significativamente a matriz energética e para reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Outra questão é que a maior parte da produção de painéis fotovoltaicos e de turbinas eólicas tem se concentrado na China o que provoca uma dependência dos demais países do mundo ao lobby chinês.

Como visto, os combustíveis fósseis são uma fonte de energia não renovável e, necessariamente, vão se esgotar algum dia. Quanto mais cedo o mundo eliminar a dependência dos combustíveis fósseis, melhor. Cresce a consciência de que é preciso construir uma sociedade livre do petróleo, carvão e gás. Para tanto, a alternativa é ter 100% de energia renovável e com baixa emissão de carbono, construída com o menor impacto ambiental possível.

O preço da energia eólica e solar tem caído tanto que já atingiu a paridade com outras formas de energia fóssil e brevemente poderá ter vantagem significativa. A perspectiva é que o preço do petróleo suba nas próximas décadas enquanto acontece o contrário com o preço das renováveis. Com vantagem nos preços, cresce a possibilidade de o mundo ter 100% de energia renovável no futuro, como mostrou Alves (26/03/2014).

Países como a Alemanha e a Dinamarca estão se movendo no sentido de obter 100% de energia renovável e, até certo ponto, buscam fazer isto de forma descentralizada e fortalecendo o desenvolvimento local e o empoderamento das pessoas e das comunidades. Na Alemanha, a implantação de energias renováveis já resultou em mais de 380 mil postos de trabalho e isto tem ocorrido de forma descentralizada. Quanto maior é a cadeia de criação de valor nos municípios, mais receitas fiscais são obtidas e menos custos para os consumidores.

Outro exemplo de produção de energia controlada pela comunidade vem da Dinamarca. A ilha de Samsø iniciou os esforços para se tornar auto suficiente em termos energéticos, em 1997, dependendo apenas das energias renováveis. Hoje está perto de o conseguir e os habitantes não só cobrem as suas próprias necessidades energéticas como vendem energia à rede pública. Embora tenha havido alguma resistência inicial por parte da população, majoritariamente dedicada à agricultura, hoje os habitantes de Samsø são entusiastas da causa das energias renováveis, dispondo em nível doméstico de painéis fotovoltaicos ou pequenos aerogeradores que não só suprem as suas necessidades como ainda lhes dão lucro através da venda do excesso de energia produzido.

Samsø dispõe de 11 cataventos que podem fornecer a energia eléctrica necessária a toda a ilha, a par de quatro estações de biomassa e 2500m<sup>2</sup> de colectores solares que cobrem 70% dos gastos associados ao aquecimento. A estes há ainda que adicionar os aerogeradores situados 3,5 km da costa. A ilha de Samsø continua ligada à rede eléctrica da Dinamarca, mas a energia que chega à ilha é muito menor do que a energia que sai, sendo que o valor da exportação de energia superou o das batatas.

Mesmo países pequenos podem atingir 100% de renováveis, desde que haja vontade política e apoio internacional. A pequena Cabo Verde tem buscado apoio Europeu para atingir os 100% de utilização de energias renováveis. Para tanto conta com o apoio da União Europeia via Comunidade Económica dos Estados da África Ocidental – CEDEAO – que considera a energia eólica e solar uma grande prioridade. A Índia tem avançado com projetos de mini-redes de energia solar fotovoltaica, buscando incluir 300 milhões de pessoas que não tem acesso à eletricidade.

Para o caso latinoamericano, a Costa Rica é um exemplo de país que sempre teve uma tradição democrática e que tem uma política de desenvolvimento sustentável avançada, pois dissolveu o exército e não possui Forças Armadas (apenas uma guarda nacional de segurança) e já planejou ser o primeiro país das Américas “Carbono-neutro” até 2030.

A produção em pequena escala e descentralizada deve ser combinada com a construção de redes inteligentes de energia (smart grids). Nestas redes, o fluxo de energia ocorre nos dois sentidos e o superávit de uma casa, por exemplo, pode ser vendido para outras casas ou estabelecimentos, possibilitando o desenvolvimento do fenómeno do “prosumidor”, aquele que é produtor e consumidor ao mesmo tempo.

Mas o país que tem mais investido nas energias renováveis e em redes inteligentes é a China. O “Império do Meio” já compreendeu que o mundo está

passando por um “ponto de inflexão” e que é preciso superar a dependência da queima de carbono e investir em um novo ciclo de desenvolvimento sustentável alternativo para superar a era do petróleo, gás e do carvão. Compreendeu também que existem mais oportunidade do que estrangimentos neste novo ciclo de mudança de paradigma, pois se trata não somente de criação de empregos verdes e da saúde ambiental, mas também, na lógica de um regime autoritário, de uma questão de “segurança energética”. Os planos do governo para a segunda década do século XXI são marcados pela busca da expansão da energia solar e eólica e pela maior eficiência energética e menor emissão de carbono. Como na China as pessoas têm dificuldades para respirar devido à poluição, ou se faz uma grande transformação na matriz energética, ou haverá o aprofundamento da degradação ambiental e um crescimento das doenças humanas (Alves, 26/03/2014).

A China já é líder na construção de painéis fotovoltaicos e em turbinas eólicas. Com suas altas taxas de investimento e com seus mais de três trilhões de dólares de reservas internacionais, o país tem recurso suficiente para investir em novas tecnologias e no domínio do mercado mundial. Assim, não é de se surpreender que a China tenha duplicado, a cada ano, a sua capacidade instalada de geração de energia renovável. Não é somente uma questão de disputa pela liderança mundial, mas principalmente pela necessidade estratégica e geopolítica, assim como da urgência diante da alta poluição do ar (fenômeno chamado de “arpocalipse”). Sem mudar o atual modelo energético e de produção, não só a China, como o mundo todo, sofrerá as consequências do aquecimento global e das mudanças climáticas extremas.

Descarbonizar a economia e produzir energia limpa e renovável é uma necessidade que não pode ser procrastinada, pois a emissão de CO<sub>2</sub> é o principal componente da pegada ecológica. Mas não são apenas os governos que buscam investir em energias limpas. Companhias como Google e Apple fazem planos para se tornarem totalmente “verdes” e utilizarem 100% de energia renovável no mais breve espaço de tempo. Estas empresas buscam não só a independência energética e lucros crescentes, mas também cuidam de transmitir uma imagem moderna e amiga do meio ambiente.

Já o Brasil está muito atrasado na produção da energia do futuro. Apesar de projetos como o de energia eólica na Chapada do Araripe, no Piauí, o país não tem conseguido acompanhar o ritmo da produção internacional de energias alternativas. Ao invés de investir no pré-sal, no gás de xisto, nos caças supersônicos e em aposentadorias milionárias para uma minoria de privilegiados, o Brasil poderia incentivar o investimento na produção de energia limpa e utilizar

o enorme potencial que o país possui em termos de vento e sol para descarbonizar nossa economia e avançar na democratização e na descentralização da utilização das forças energéticas que a natureza nos deu de forma abundante. Com o esforço correto, o Brasil tem tudo para avançar rumo à meta 100% energia renovável.

Evidentemente, a produção de qualquer tipo de energia possui custos elevados e tem efeitos nocivos para o meio ambiente. Portanto, investir em energia eólica e solar não é uma panaceia para resolver todos os problemas do modelo de produção e consumo que aumenta a pegada ecológica. O mundo precisa se livrar dos combustíveis fósseis, mas também precisa caminhar rumo ao decrescimento demoeconômico com redução da pegada antrópica. Como afirmou Herman Daly, “Precisamos decrescer até chegar a uma escala sustentável que, então, procuramos manter num estado estacionário. O decrescimento, assim como o crescimento, não pode ser um processo permanente” (Daily, 2011). A energia renovável pode ajudar na busca de um rumo mais sustentável.

Neste sentido, o acordo sino-americano assinado em Pequim, em 11 de novembro de 2014, pelos presidentes Barack Obama e Xi Jinping, é uma notícia auspiciosa no sentido de tentar evitar uma catástrofe climática. Os Estados Unidos (EUA) se comprometem a diminuir suas emissões entre 26% e 27% até 2025, em relação aos níveis de 2005, ampliando a proposta de redução proposta anteriormente. A China se comprometeu a começar a redução de emissões a partir de 2030 – podendo, inclusive, antecipar esta data – e ter 20% de energia limpa em sua matriz energética no mesmo ano. Xi Jinping, presidente chinês, afirmou que o país irá instalar até 1.000 GW (gigawatt) de energias limpas até 2030.

De modo geral, o acerto EUA-China foi comemorado pelos ambientalistas. Segundo Joe Romm (2014), do site Think Progress, o novo acordo climático histórico entre EUA-China pode mudar a trajetória das emissões globais de carbono, aumentando muito as chances de um acordo global na COP-21, em Paris, em 2015. O acordo poderá diminuir, cumulativamente, cerca de 640 bilhões de toneladas de emissões de CO<sub>2</sub> do ar neste século. Quando se adiciona a recente decisão da União Europeia (EU em inglês) de reduzir até 2030 as emissões totais em 40% abaixo dos níveis de 1990, tem-se o compromisso dos países que representam mais da metade de todas as emissões globais, o que, por sua vez, coloca pressão sobre todos os demais países.

O compromisso chinês de investir na geração de eletricidade livre de emissões de carbono também é uma virada de jogo. Isto permitirá o crescimento exponencial das energias renováveis (como solar e eólica) nas próximas décadas e o avanço do processo de descarbonização. O acordo EUA-China também aumenta

a chance de haver uma boa negociação para substituir o Protocolo de Kyoto, viabilizando um caminho de menor emissões que podem estabilizar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera e manter o aquecimento global perto de 2° C, durante o século XXI. Mas o caminho para a estabilização efetiva dos níveis de concentração de CO<sub>2</sub> é longo e requererá muito esforço.

## DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

■ O relatório do IPCC (2014) afirma que aquecimento global decorre das atividades humanas sobre o sistema climático e os danos causados por este processo poderão ser irreversíveis, embora ainda haja algum tempo para evitá-los. Segundo o documento, o uso indiscriminado dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) deve ser evitado se o mundo quiser prevenir uma mudança climática calamitosa.

O relatório diz que as emissões mundiais de gases que provocam o efeito estufa devem ser reduzidas de 40 a 70% entre 2010 e 2050 e desaparecer até 2100. Para tanto, o uso das energias renováveis (solar, eólica, hidrelétrica, geotérmica, etc.) deverá subir da atual fatia de 30% para 80% na matriz energética mundial até 2050. Os combustíveis renováveis deverão preencher 100% da demanda até o final do século XXI.

O futuro da humanidade e a riqueza da biodiversidade dependem da superação do uso generalizado dos combustíveis fósseis e da redução da pegada ecológica (fortemente influenciada pela emissão de CO<sub>2</sub>). Porém, a produção de energias renováveis não está isenta de críticas.

Em relação às Usinas Hidrelétricas, os principais custos socioambientais são: 1) deslocamento forçado de pessoas em decorrência da inundação de suas terras e locais de moradia; 2) inutilização de áreas produtivas da agricultura; 3) destruição de florestas, espécies endêmicas e ecossistemas; 4) alteração do regime hídrico dos rios e interrupção do livre fluxo da água e da vida fluvial; 5) mesmo que em menor nível, o lago das hidrelétricas não deixam de emitir gases de efeito estufa.

Artigo de Tverberg (2014), “Ten Reasons Intermittent Renewables (Wind and Solar PV) are a Problem”, relaciona dez problemas que dificultam a superação dos combustíveis fósseis e a mudança da matriz energética mundial para fontes renováveis.

São os seguintes: 1) As energias renováveis são intermitentes e é duvidoso que possam reduzir as emissões de dióxido de carbono de maneira significativa; 2) as energias eólica e solar podem produzir eletricidade, mas não podem substituir

o petróleo para outros fins; 3) o custo das energias renováveis não eliminará os problemas de escassez e de exclusão; 4) mesmo o vento sendo “renovável”, a depreciação do equipamento, pode impedir a operação das turbinas eólicas por mais de 12 a 15 anos; 5) o peso das energias eólica e solar na matriz energética mundial é ainda muito pequeno; 6) ambas, as turbinas eólicas e energia solar fotovoltaica, usam minerais de terras raras, principalmente da China, e subprodutos perigosos e radioativos; 7) as energias renováveis, por serem intermitentes, podem colocar em risco a capacidade da rede elétrica de fornecer uma fonte elétrica estável para os consumidores; 8) adicionar mais vento e energia solar tende a prejudicar as finanças públicas, pois os subsídios tendem a reduzir a receita governamental; 9) o principal gargalo da atualidade são as dívidas e a insuficiência de investimentos e a energia renovável tende a agravar estes problemas; 10) as energias eólica e solar estão longe de cumprir as promessas feitas em nome delas.

Portanto, o caminho para mitigar a atual crise ambiental e o aquecimento global não está livre de obstáculos e armadilhas. Renovar a matriz energética é uma tarefa que requer a superação de muitos desafios. Promover um salto científico e tecnológico é, sem dúvida, uma necessidade, mas a tecnologia não deve ser vista como uma panaceia passível de resolver todos os problemas do desenvolvimento. Se a tecnologia for usada apenas para aumentar a eficiência econômica e incentivar o consumo, pode-se cair no Paradoxo de Jevons (ou efeito bumerangue), que é uma expressão usada para descrever o fato de que o aperfeiçoamento tecnológico, ao aumentar a eficiência com a qual se usa um recurso ou se produz um bem econômico, tende a aumentar a demanda desse recurso (Alves, 2014).

Desta forma, podemos perceber que os avanços tecnológicos podem ser um grande instrumento de libertação e bem-estar, mas também podem se tornar fontes de exploração e alienação, especialmente quando reforçam o monopólio da ciência e tecnologia nas mãos de poucos atores econômicos. Aumentos na eficiência energética e produtiva só contribuem para o avanço do processo civilizatório quando estiverem a serviço do conjunto da população, dos demais seres vivos do Planeta e da melhoria da qualidade de vida da Terra.

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), em seu relatório *World Energy Outlook* (2014), a indústria dos combustíveis fósseis recebe 550 bilhões de dólares por ano em subsídios, o que prejudica o investimento em formas mais limpas de energia. O Petróleo, carvão e gás recebem mais de quatro vezes os 120 bilhões de dólares pagos em incentivos para as energias renováveis, incluindo energia eólica, solar e biocombustíveis. Nos dizeres de Fatih Birol, economista-chefe da IEA, os grandes subsídios dos combustíveis fósseis em todo o mundo

significam que o mundo está optando pela poluição e pela utilização da energia de forma ineficiente.

Não resta dúvidas de que a economia internacional precisa reduzir significativamente os subsídios e a dependência dos combustíveis fósseis e aumentar o peso das energias renováveis no conjunto da produção energética, a despeito das dificuldades que precisam ser superadas. Para tanto é preciso que as diversas nações criem políticas públicas para incentivar a utilização das energias renováveis e que haja incentivo para que o mercado, as famílias e as comunidades invistam na mudança da matriz energética. Também é preciso construir redes de transmissão inteligentes para controlar a sazonalidade da produção de energia eólica e solar, aumentar a eficiência energética e adaptar a produção à demanda.

Portanto, os investimentos em energia eólica e solar devem vir acompanhados de uma mudança no modelo de produção e consumo que degrada a natureza e aumenta a pegada ecológica. O mundo precisa se livrar dos combustíveis fósseis, mas também precisa caminhar rumo ao decrescimento das atividades antrópicas, renovando o estilo de desenvolvimento consumista que tem colocado tantas pressões sobre o meio ambiente e a biodiversidade. Como colocado em artigo recente (Alves, 03/10/2014): “Somos a primeira geração a sentir o impacto da mudança climática e a última geração que pode fazer alguma coisa para evitar um desastre ecológico global”.

---

JOSÉ EUSTÁQUIO DINIZ ALVES · Doutor em demografia e professor titular do mestrado e doutorado em População, Território e Estatísticas Públicas da Escola Nacional de Ciências Estatísticas – ENCE/IBGE. E-mail: jed\_alves@yahoo.com.br

## REFERÊNCIAS:

- ABRAMOVAY, Ricardo. Desafios da economia verde. Folha de São Paulo, 27/06/2011. <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniaofz2706201107.htm>
- ALVES, JED. Sustentabilidade, Aquecimento Global e o Decrescimento Demo-Econômico, Diamantina. UFVJM, *Revista Espinhaço*, v. 3, n. 1, 2014. Disponível em: <http://www.cantancantos.com.br/revista/index.php/espinhaco/article/view/331/280>
- ALVES, JED. Esquenta a produção global de energia solar, Ecodebate, RJ, 21/02/2014. <http://www.ecodebate.com.br/2014/02/21/esquenta-a-producao-global-de-energia-solar-artigo-jose-eustaquio-diniz-alves/>
- ALVES, JED. 100% Energia Renovável, Ecodebate, RJ, 26/03/2014. <http://www.ecodebate.com.br/2014/03/26/100-energia-renovavel-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>
- ALVES, JED. Decrescimento das atividades antrópicas, Ecodebate, RJ, 03/10/2014. <http://www.ecodebate.com.br/2014/10/03/decrescimento-das-atividades-antropicas-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>
- DALY, Herman. Guru da economia ecológica defende decrescimento, IHU, São Leopoldo, 2011. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/noticias/46669-guru-da-economia-ecologica-defende-decrescimento>
- Ecological Footprint Network (dados de 2010). Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>
- EIA, Short-Term Energy Outlook (STEO), November 2013. Disponível em: <http://www.eia.gov/forecasts/steo/archives/nov13.pdf>
- GWEC. Global Wind Energy Council, 2014. Disponível em: [http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/02/GWEC-PRstats-2013\\_EN.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/02/GWEC-PRstats-2013_EN.pdf)
- FMI. World Economic Outlook, outubro de 2013. Disponível em: <http://www.imf.org/external/datamapper/index.php>
- KURZWEIL, Ray. Solar Will Power the World in 16 Years. by Max Miller. 17/03/2011, 2011. Disponível em: <http://bigthink.com/think-tank/ray-kurzweil-solar-will-power-the-world-in-16-years>
- IEA. World Energy Outlook 2014, Paris, 12/11/2014 [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO\\_2014\\_ES\\_English\\_WEB.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_2014_ES_English_WEB.pdf)
- IPCC. Fifth Assessment Synthesis Report. Climate Change 2014, 01/11/2014 [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_LONGERREPORT.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_LONGERREPORT.pdf)
- MADDISON, Angus. Historical Statistics of the World Economy, site do autor, 2010. Disponível em: <http://www.ggd.net/maddison/oriindex.htm>
- NOAA. NCDRC Releases October 2014 Global Climate Report, 2014. Disponível em: <http://www.ncdc.noaa.gov/news/ncdc-releases-october-2014-global-climate-report>

ROMM, Joe. Why The U.S.-China CO<sub>2</sub> Deal Is An Energy, Climate, And Political Gamechanger, site Think Progress, 12/11/2014 <http://thinkprogress.org/climate/2014/11/12/3591354/us-china-energy-climate-gamechanger/>

TVERBERG, Gail. Ten Reasons Intermittent Renewables (Wind and Solar PV) are a Problem, 21/01/2014. Disponível em: <http://ourfiniteworld.com/2014/01/21/ten-reasons-intermittent-renewables-wind-and-solar-pv-are-a-problem/#more-38749>

WWF. Planeta Vivo Relatório 2014 (sumário em português), Switzerland, 30/09/2014, Disponível em: [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/relatorio\\_planeta\\_vivo/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/relatorio_planeta_vivo/)