

Energia



# Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável

*MOANA SIMAS e SERGIO PACCA*

## Introdução

A ADOÇÃO de energias alternativas tem sido amplamente buscada desde a década de 1970, quando as crises do petróleo levaram diversos países a procurar a segurança no fornecimento de energia e a redução da dependência da importação de combustíveis. Recentemente, as preocupações ambientais se tornaram o maior motor para a busca de alternativas mais limpas de produção de energia. Entre essas alternativas, a energia eólica é uma que despertou significativa atenção durante as últimas décadas.

A preocupação com as mudanças climáticas e os esforços para a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), a partir da assinatura do Protocolo de Quioto, em 1997, levaram à busca por alternativas que pudessem suprir as necessidades econômicas e, ao mesmo tempo, gerar menos impactos ambientais. Entre as medidas, uma das mais populares foi o investimento crescente em fontes renováveis de energia, como a energia eólica. Segundo o Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), essa fonte de energia oferece um grande potencial para a redução das emissões de GEE. Globalmente, apesar de distribuído de maneira não uniforme entre os países, o potencial técnico da energia eólica é maior que a produção mundial de eletricidade. Considerando barreiras políticas, econômicas e tecnológicas, estima-se que ela poderia suprir até 20% da demanda mundial de energia elétrica até 2050 (IPCC, 2011).

Os altos custos iniciais e o estágio de desenvolvimento dessa tecnologia em relação às tecnologias tradicionais disponíveis no mercado, no entanto, conferiam à energia eólica uma característica de baixa competitividade. As barreiras técnicas e econômicas levaram à necessidade de incentivos econômicos e regulatórios, o que levou à adoção de políticas de apoio às energias renováveis em diversos países. Em 2005, apenas 55 países adotavam algum tipo de incentivo às fontes renováveis, enquanto no início de 2011 tais políticas estavam presentes em 118 países (REN21, 2011).

A adoção de incentivos para a energia eólica levou ao aumento da sua participação em diversos países, e ocorreu um alto crescimento a partir de 1996, que se fortaleceu a partir de 2004. Em 2011, a capacidade eólica em operação no mundo chegou a 238 GW (GWEC, 2012). Contudo, a crise financeira de 2008 arrefeceu

o mercado de energia eólica na Europa e nos Estados Unidos, principais mercados para essa tecnologia. Tal fato fez que grandes empresas diversificassem a sua atuação, voltando seus investimentos para mercados emergentes, como o Brasil.

Uma das principais motivações observadas hoje no discurso em apoio às energias renováveis em nível mundial é a busca pelo desenvolvimento sustentável. A definição de desenvolvimento sustentável, surgida no ano 1987 no relatório intitulado “Nosso Futuro Comum”, é aquele que supre as necessidades das gerações presentes sem, no entanto, comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Apesar de não definir quais são as necessidades, o relatório deixa claro que o desenvolvimento sustentável está relacionado não só com a economia, mas também com o meio ambiente e a sociedade. Conforme o relatório, “A mais básica de todas as necessidades é para o sustento: isto é, emprego” (tradução nossa) (United Nations, 1987, p.64).

Durante as últimas décadas, foram realizados diversos estudos para avaliar os efeitos econômicos e ambientais da utilização das energias renováveis, especialmente em relação à mitigação das emissões de GEE dos sistemas energéticos e os efeitos das políticas climáticas na economia. Devido às preocupações com o aumento do preço da energia decorrente da utilização dessas tecnologias, surgem diversos estudos para verificar sua consequência sobre o nível de emprego e o potencial para a geração de novos empregos por esses sistemas.

Apesar, no entanto, de ser praticamente consensual a ideia de que a geração de empregos é mais intensa em energias renováveis do que em energias fósseis, como mostram as compilações de estudos científicos analisadas em Unep/ILO/IOE/Ituc (2008) e em Rutovitz e Atherton (2009), estudos realizados anteriormente diferem muito quanto aos resultados encontrados. A análise desses estudos permite afirmar que não há consenso sobre premissas e metodologias para as estimativas, e os dados apresentados de maneira agregada não permitem a comparação entre os resultados ou a utilização desses para estimativas em outros contextos senão o estudado.

Por outro lado, grande parte das estimativas de criação de empregos em tecnologias de energias renováveis concentra-se na América do Norte e na Europa, havendo poucos estudos referentes a mercados emergentes, nos quais a tecnologia e a produção apenas começam a se desenvolver, atribuindo-se pouca importância aos efeitos da importação e exportação de equipamentos sobre o nível de empregos.

Ainda é baixa a contribuição da energia eólica para a capacidade de geração de energia elétrica no Brasil, e ainda menor é sua participação na oferta de energia. Entretanto, nos últimos anos, o setor de energia eólica experimentou um rápido aumento no número de projetos contratados, e a capacidade instalada de energia eólica deve aumentar em mais de 450% em apenas cinco anos. A indústria de aerogeradores também vem experimentando rápido aumento, e é esperado que a capacidade de produção aumente significativamente entre 2012 e 2013.

Diante desse panorama, é essencial que se avalie o impacto que o rápido crescimento do setor eólico terá sobre a economia brasileira, especialmente em relação ao seu potencial de geração de empregos, de modo a oferecer uma base para subsidiar a formulação e gestão de políticas energéticas e industriais para o setor eólico e avaliar a sua possível contribuição para o desenvolvimento sustentável.

### **As tecnologias de energias renováveis e o desenvolvimento sustentável**

É consenso que a inserção de energias renováveis leva à mitigação das emissões de GEE. Outros impactos ambientais, como emissões de poluentes atmosféricos e aquáticos, impactos ambientais no ciclo de vida das tecnologias de geração de energia, mudanças no uso da terra e impactos na biodiversidade vêm sendo amplamente estudados. No entanto, a discussão aprofundada dos impactos socioeconômicos dessas tecnologias ainda é escassa. Essa discussão torna-se ainda mais importante em períodos de baixo crescimento econômico (Frankhauser et al., 2008; Lehr et al., 2008).

Entre os principais benefícios socioeconômicos trazidos pelas energias renováveis podem ser citados: a inovação tecnológica e o desenvolvimento industrial; a geração distribuída e a universalização do acesso à energia; o desenvolvimento regional e local, especialmente em zonas rurais; e a criação de empregos.

Segundo Laitner et al. (1998), ao associarem a redução no consumo de energia e nas emissões de GEE com perdas econômicas, as análises de políticas climáticas e energéticas não levam em conta a dinâmica da inovação tecnológica. Pelo contrário, a difusão de tecnologias limpas e eficientes pode levar a ganhos líquidos na economia, ao ser vista além do horizonte imediato, e deve ser incentivada por políticas que reduzam as barreiras institucionais e de mercado para novas tecnologias. Frankhauser et al. (2008) argumentam que a inovação tecnológica e a criação de novas oportunidades para investimento e crescimento econômico são consequências importantes das políticas climáticas. As mudanças tecnológicas e inovação, no longo prazo, aumentariam a demanda por trabalho e qualificação. Os autores ainda ressaltam o papel de boas políticas direcionadas a favorecerem a inovação tecnológica. Nesse contexto, os países pioneiros no desenvolvimento de tecnologias limpas têm potencial para a liderança regional. Os autores utilizam o caso da Alemanha, a qual hoje se posiciona como líder em exportação de tecnologias limpas.

Em países em desenvolvimento é comum verificar consumo de energia *per capita* menor que em países desenvolvidos, uma vez que esses países encontram-se em fase de desenvolvimento e expansão da produção de bens e serviços, assim como redução de desigualdades ao acesso à energia. A incorporação de tecnologias de energias renováveis e eficiência energética no início do processo de desenvolvimento acelera a eficiência na utilização de recursos, contrapondo o pensamento de que, para haver desenvolvimento, é preciso que ocorram impactos ambientais (Goldemberg, 1998). A adoção de energias renováveis em

projetos de desenvolvimento pode cumprir os objetivos dos países sem passar pela intensidade de consumo de combustíveis fósseis com que foi marcado o crescimento de países desenvolvidos (Zerriffi; Wilson, 2010).

As tecnologias de energia renovável são intensivas em capital, e a maior parte do investimento concentra-se na fase inicial do projeto – o custo dos equipamentos corresponde a até 75% do investimento total de um parque eólico. Nesse contexto, a implantação de projetos de energias renováveis tende a oferecer oportunidade para o desenvolvimento de indústrias de equipamentos para consumo interno e até mesmo para a exportação (Bergmann et al., 2006; Frankhauser et al., 2008; Tourkolias; Mirasgedis, 2011).

A presença de projetos de energias renováveis em áreas rurais, especialmente em áreas que carecem de desenvolvimento econômico, pode trazer diversos benefícios para a comunidade. Características socioeconômicas de muitas regiões, como alto desemprego, falta de alternativas de desenvolvimento econômico e altas taxas de migração da população economicamente ativa, fazem que seja vantajoso o investimento nessas tecnologias. As usinas de geração de energias renováveis são frequentemente menores e mais dispersas que usinas tradicionais, e por esse motivo encontram-se muitas vezes situadas em áreas rurais de baixa densidade demográfica. Devido a essa característica, a construção dessas usinas demanda maior quantidade de mão de obra, e gera potencial para a capacitação e emprego de populações rurais em diversas localidades (Nguyen, 2007).

Além da geração de empregos na construção, a maioria desses de caráter temporário, há oportunidades de empregos na operação e manutenção (O&M) das usinas, em menor número, mas de longa duração. A implantação de projetos de energias renováveis, como oportunidade de criação de empregos e alternativa para o setor agrário, pode contribuir para o desenvolvimento rural (Río; Burguillo, 2008). Mesmo que o número de empregos criados em uma localidade não seja significativo para a economia como um todo, pode ser significativo para a região. Estudo feito por Bergmann et al. (2006) na Escócia mostrou que a população rural tem maior percepção dos benefícios sociais das energias renováveis que a população urbana, especialmente no tocante à geração de empregos.

Outro aspecto importante é o arrendamento de terras, especialmente por parques eólicos. Devido ao fato de que os aerogeradores ocupam apenas uma pequena fração da área, o dinheiro arrecadado pelo aluguel da área pode ser investido para outras atividades produtivas na propriedade (Río; Burguillo, 2008; Sigh; Fehrs, 2001). Além dos proprietários de terras diretamente envolvidos com a implantação das usinas e os trabalhadores na construção e O&M, outros atores locais podem ser beneficiados com os projetos de energias renováveis. Durante o período de construção, há um aumento na demanda por bens e serviços para o volume de pessoas envolvidas na obra, como hospedagem e alimentação. Fornecedores de bens e serviços dentro das comunidades podem ser beneficiados com a construção do projeto, e aumentar a renda total da comunidade, além de criar oportunidades de empregos temporários fora da obra. Dependendo do projeto,

também pode haver compensações às comunidades, como reforma de escolas e de infraestrutura pública, fornecimento de energia elétrica a custo reduzido, construção de bibliotecas, entre outros (Río; Burguillo, 2008).

Apesar do potencial de trazer diversos benefícios para o desenvolvimento local e regional, o incentivo às fontes renováveis de energia não deve ser considerado como uma política de desenvolvimento, mas sim uma prática que, se aplicada em conjunto com outras políticas sociais, poderá trazer imensa colaboração para o desenvolvimento destas comunidades (Río; Burguillo, 2009).

### **Os empregos na energia eólica**

A geração de empregos é um aspecto-chave para a avaliação do desenvolvimento econômico em uma região. Um conceito que vem ganhando espaço nas discussões de benefícios sociais e econômicos em uma economia de baixo carbono é o de empregos verdes, ou *Green Jobs*. Segundo o PNUMA, empregos verdes são aqueles que contribuem substancialmente para preservar ou recuperar a qualidade ambiental. Esses empregos estão localizados em diversos setores da economia, e incluem empregos em eficiência energética, tecnologias limpas, eficiência na utilização de recursos naturais, e em atividades de baixa emissão de GEE (Unep/ILO/IOE/Ituc, 2008).

A discussão sobre a geração de empregos pelas energias renováveis, que ganhou força no início da década de 2000, teve início devido às incertezas sobre a efetividade econômica de políticas de energias renováveis e seus efeitos sobre a economia, principalmente aquelas baseadas em fortes subsídios governamentais. Esse assunto é ainda palco de relevantes discussões. A análise sobre efeitos líquidos das políticas de energias renováveis sobre os empregos no restante da economia, porém, ainda é escassa.

Além da quantificação dos empregos, deve-se atentar também para os efeitos da implantação de tecnologias renováveis na economia, aos impactos sociais e econômicos que essas tecnologias podem gerar no local de implantação, e aos gargalos tecnológicos e de capacitação que o setor de energias renováveis pode apresentar. Estudos com empresas do setor eólico na União Europeia mostraram a falta de profissionais qualificados, especialmente em posições que demandam maior nível de capacitação (Ewea, 2008; Blanco; Rodrigues, 2009).

Podem-se agrupar os empregos gerados pela energia eólica e outras energias renováveis em três categorias, de acordo com características de volume de empregos gerados, sua localização, natureza temporal e nível de especialização. A primeira categoria se refere a empregos gerados em desenvolvimento tecnológico, e incluem P&D e fabricação de equipamentos. A segunda categoria se refere a empregos na instalação e descomissionamento de usinas, e incluem planejamento, gestão de projetos, transporte e construção de usinas. A terceira categoria é a de operação e manutenção (O&M), e inclui, além dos próprios serviços de O&M da usina, a geração e distribuição de energia. As características encontram-se resumidas na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos empregos na energia eólica e suas características

Categoria	Volume de empregos	Localização dos empregos (1)	Natureza temporal	Nível de especialização
Desenvolvimento tecnológico	Médio	De não local para local	Estável	Muito alta
Instalação e descomissionamento	Alto	De local para não local	Temporário	Alta
Operação e manutenção	Baixo	Local	Estável	Média

(1) De maior para menor probabilidade

*Fonte:* Llera Sastresa et al. (2010).

Para aumentar a geração de empregos locais, são necessárias duas abordagens. A primeira é a busca por inovação, que ao trazer o desenvolvimento tecnológico para o nível regional cria empregos estáveis e de alta qualificação. A segunda abordagem é o investimento em capacitação para aumentar o número de trabalhadores locais em instalação e descomissionamento, com o fim de diminuir a quantidade de trabalhadores trazidos de outros locais. O treinamento dos trabalhadores é um ponto-chave para o desenvolvimento das energias renováveis: além de aumentar o volume de mão de obra local, a qualificação se torna um ativo adicional para as empresas, aumentando sua competitividade e favorecendo novas oportunidades de investimento e negócios (Llera Sastresa et al., 2010). Ao mesmo tempo, em razão de grande parte dos empregos gerados pela energia eólica ser de caráter temporário, ou seja, no momento inicial do projeto, deve haver políticas para aumentar ou pelo menos manter o volume de projetos instalados a cada ano.

### **Um breve panorama da energia eólica no Brasil**

O Brasil foi o país pioneiro na América Latina a instalar um aerogerador, no início da década de 1990. Durante os dez anos seguintes, porém, pouco se avançou na consolidação da energia eólica como alternativa de geração de energia elétrica no país, em parte pela falta de políticas, mas especialmente pelo alto custo da tecnologia. Em 2001 foi lançado o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, que estimou em 143 GW a potência tecnicamente aproveitável do Brasil (Cepel, 2001). Segundo o inventário, as principais regiões para o aproveitamento do recurso eólico são Nordeste, Sudeste e Sul, que junto correspondem a cerca de 90% de todo o potencial eólico brasileiro. No entanto, tal estudo já se encontra defasado, por utilizar medições de vento na altura da tecnologia de aerogeradores corrente à época, de 50 metros de altura. Atualmente, são utilizados aerogeradores com torres de 80 a 100 metros de altura, além de máquinas mais eficientes, e estudos mais recentes da indústria e do governo estimam em cerca de 300 GW o potencial de aproveitamento do recurso eólico no Brasil.

O Brasil possui uma das matrizes elétricas mais renováveis no mundo. No início do segundo trimestre de 2012, a capacidade de geração de energia de fon-



tes renováveis correspondia a 79,3%, sendo mais de 70% devido a hidrelétricas. Em 2011 as usinas hidrelétricas contabilizaram mais de 90% da geração de eletricidade no país, além da importação de eletricidade de usinas binacionais ou de países vizinhos. No Brasil, o incentivo às energias renováveis relaciona-se com a busca pela diversificação da matriz elétrica, segurança no fornecimento de energia, incentivo ao desenvolvimento de novas indústrias e à geração de empregos.

Além do grande potencial eólico inexplorado no país e localizado, muitas vezes, em áreas de baixa densidade demográfica, a energia eólica possui ainda uma vantagem em relação ao sistema elétrico brasileiro. A expansão territorial brasileira e seu sistema interligado, predominantemente baseado em hidrelétricas, conferem ao Brasil uma característica de maior sustentabilidade ambiental à energia eólica. Devido ao seu caráter intermitente, essa tecnologia deve de compensada com usinas elétricas flexíveis, geralmente termelétricas, reduzindo o potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa dessa fonte. No Brasil, no entanto, há a possibilidade de combinação das usinas hídricas e eólicas, criando um sistema com maior confiabilidade, uma vez que a energia eólica gerada poderá ser estocada nos reservatórios hidrelétricos, aumentando assim o fator de capacidade das usinas hidrelétricas e dispensando a ativação de termelétricas. Esse fato é ainda mais relevante sendo a geração eólica no Brasil maior no período de menor volume dos reservatórios. No Brasil, um sistema hidroeólico seria capaz de suprir toda a demanda de energia elétrica futura da população brasileira (Carvalho, 2012).

Quando bem planejada, a inserção de grandes volumes de energia eólica em sistemas predominantemente hidrelétricos pode resultar no acúmulo de energia nos reservatórios, otimizando o uso desses e aumentando a segurança no fornecimento de energia, ao atenuar os impactos de períodos de seca (Denault et al., 2009).

O Proinfa, instituído em 2002, foi o principal motor para impulsionar o desenvolvimento do mercado eólico no Brasil. Como a primeira política pública efetiva voltada ao setor, proporcionou um ambiente com poucos riscos para o investimento em uma tecnologia ainda pouco conhecida no país. O programa mostrou que a energia eólica é viável tecnicamente, e serviu como ganho de experiência para as diversas atividades que envolvem esse setor. Os contratos de longo prazo de compra de energia pela Eletrobras a uma tarifa que refletisse os custos de capital, as condições de financiamento pelo BNDES de até 80% do projeto e a flexibilidade de geração resultaram em um ambiente atrativo para os investidores.

A entrada da energia eólica no mercado regulado de energia a partir de 2009, como parte da política de diversificação da matriz elétrica e de contratação prioritária de fontes renováveis, resultou em um novo marco para a inserção dessa tecnologia no setor elétrico brasileiro. Desde então, empreendimentos eólicos corresponderam a 50% da capacidade de geração de energia elétrica contratada, em MW médios, com preços de venda de energia cada vez mais competitiva, se aproximando do valor médio de termelétricas convencionais.

Com a entrada em operação dos projetos contratados no mercado regulado, a capacidade instalada de energia eólica deverá alcançar 8,1 GW em 2016, com participação estimada em 5,5% da matriz elétrica brasileira projetada no Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 (EPE, 2011).

A realização do primeiro leilão de energia eólica, juntamente com a sinalização da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) de priorização da contratação de fontes renováveis e da continuidade da participação da energia eólica em leilões anuais de contratação de energia elétrica, estimulou a vinda de novas empresas internacionais e a abertura de novas fábricas de aerogeradores no Brasil. Até 2007 havia apenas uma empresa fabricante de aerogeradores com fábricas em operação no Brasil. Ao final de 2011, esse número havia subido para cinco, e espera-se que, até o final de 2013, seja elevado para oito, contabilizando fábricas em construção e acordos firmados entre as empresas e governos. Além dessas fábricas, é crescente o número de plantas de fabricação de componentes, como pás e torres eólicas, e de empresas de fornecimento de serviços e consultorias.

O número crescente de grandes empresas de fabricação de aerogeradores com participação no setor mostra a atratividade desse mercado. Em novembro de 2011 a consultoria norte-americana Ernst & Young (2011) publicou um índice de atratividade do mercado de energias renováveis de diversos países. Nesse documento, o Brasil se posicionou como 10º país mais atrativo para investimentos em energias renováveis e 9º mercado mais atrativo para investimento em energia eólica. De fato, após a crise financeira de 2008-2009, que desaqueceu mercados tradicionais na Europa e América do Norte, empresas internacionais começam a se voltar para mercados em ascensão, entre eles o Brasil. A contratação de grandes volumes de aerogeradores nos leilões tornou justificável a instalação e ampliação de fábricas desses equipamentos em território nacional, visando não apenas o abastecimento do mercado brasileiro, mas também a construção de uma plataforma de exportação de aerogeradores para o promissor mercado latino-americano (ABEEólica, 2011).

O rápido desenvolvimento do setor eólico brasileiro e a abertura de novas empresas e fábricas no território nacional trouxeram a necessidade da discussão dos efeitos sociais e econômicos que o crescimento acelerado da energia eólica irá trazer à economia brasileira.

### **Geração de empregos pela energia eólica no Brasil**

Este trabalho buscou quantificar os empregos gerados na energia eólica no Brasil. Para isso, foram quantificados os empregos diretos e indiretos, prosseguindo para a criação de índices de emprego e, por fim, a avaliação da geração de empregos no cenário proposto pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 (EPE, 2011), que prevê a contratação prioritária de fontes renováveis a partir de 2011, com participação, sobretudo, de grandes hidrelétricas. Para a fonte eólica, o PDE 2020 prevê a operação de 11.532 MW no final de 2020.

A coleta de dados se deu mediante a realização de entrevistas com 18

agentes do setor, que representam empresas brasileiras e multinacionais presentes no território brasileiro nas atividades de fabricação de aerogeradores, transporte de equipamentos, construção civil e montagem de parques eólicos, operação e manutenção das usinas, desenvolvimento de projetos e órgãos ambientais de licenciamento. Essas entrevistas visaram quantificar os empregos diretos nas atividades e o consumo de insumos para a fabricação e construção de parques eólicos, o levantamento do potencial de mão de obra local em cada atividade, e as expectativas e dificuldades percebidas no setor eólico brasileiro.

Foram considerados como empregos diretos aqueles existentes nas atividades de fabricação de aerogeradores, construção e montagem de parques eólicos e operação e manutenção das usinas. Já os empregos indiretos foram calculados através de uma matriz insumo-produto do ano 2005 (IBGE, 2008), combinada com informações de empregos para o mesmo ano (MTE, 2010) para a criação de multiplicadores específicos de empregos por consumo de materiais, com base nos insumos necessários para essas atividades.

Foi utilizada a definição de empregos-ano no âmbito deste trabalho, como uma métrica comum para comparar empregos temporários e permanentes, constituindo-se, então, uma fotografia dos empregos ocupados no setor eólico a cada ano nos cenários propostos.

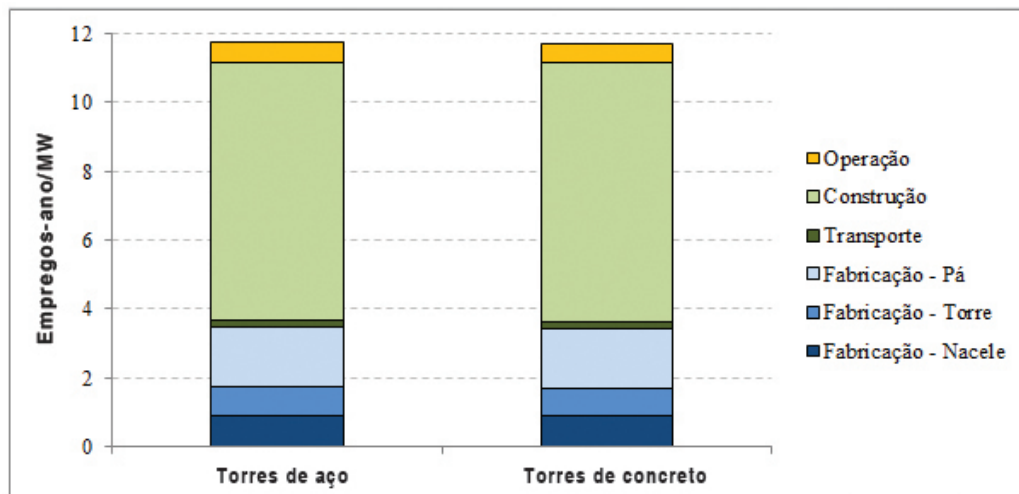
Os índices de empregos foram calculados em relação ao potencial de geração de empregos, considerando que os aerogeradores sejam fabricados no país. A divisão dos índices nas diferentes atividades e produtos permite a realização de análises do impacto da importação e exportação de equipamentos em diferentes cenários, constituindo-se uma abordagem inovadora em relação àquela encontrada na literatura. Foram criados índices médios de empregos por capacidade de produção das atividades de fabricação de equipamentos, construção de parques eólicos e operação e manutenção das usinas, criando índices de potencial de geração de empregos com 100% de nacionalização dos principais componentes. A construção de índices desagregados por atividade e produto permitiu a avaliação dos impactos da importação de equipamentos.

Foram calculados índices diretos e indiretos para duas alternativas tecnológicas: a utilização de torres eólicas de aço e a alternativa por torres de concreto. Essas alternativas diferem em custos e logística, e a primeira é a mais utilizada atualmente em parques eólicos no Brasil.

A Figura 1 apresenta os índices de empregos diretos por atividade e produto, que correspondem a 11,7 empregos-ano por MW instalado. Pode ser observado que a maior geração de empregos ocorre na fase de construção, que também permite a contratação de trabalhadores locais, contribuindo para a geração de emprego e renda nas comunidades afetadas pelo parque eólico.

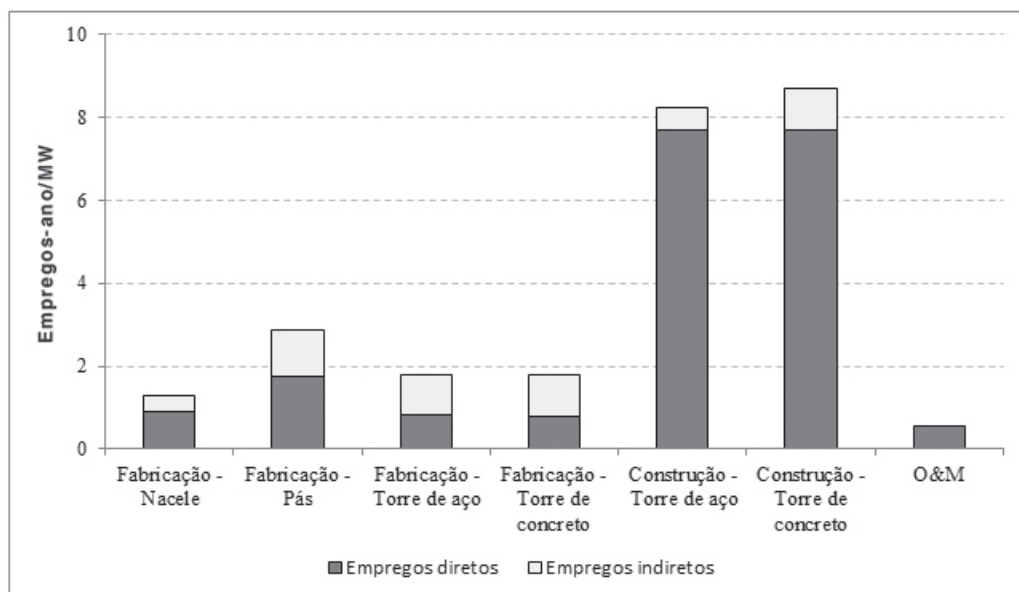
Para o cálculo dos empregos indiretos foram utilizados os principais insumos consumidos na fabricação de equipamentos e para a construção de parques eólicos. Através dos multiplicadores calculados na matriz insumo-produto, fo-

ram calculados os empregos nos setores produtivos da economia brasileira. Foi realizado o levantamento de insumos necessários para a fabricação de equipamentos e construção de parques, calculados para cada 1 MW fabricado e instalado. Em seguida, foram aplicados os multiplicadores para a quantificação dos empregos. A Figura 2 mostra a participação de empregos diretos e indiretos nos empregos totais na energia eólica, separada por atividade.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 1 – Índices de empregos-ano/MW no ciclo de vida da energia eólica, diferenciados entre aerogeradores com torres de aço e com torres de concreto.



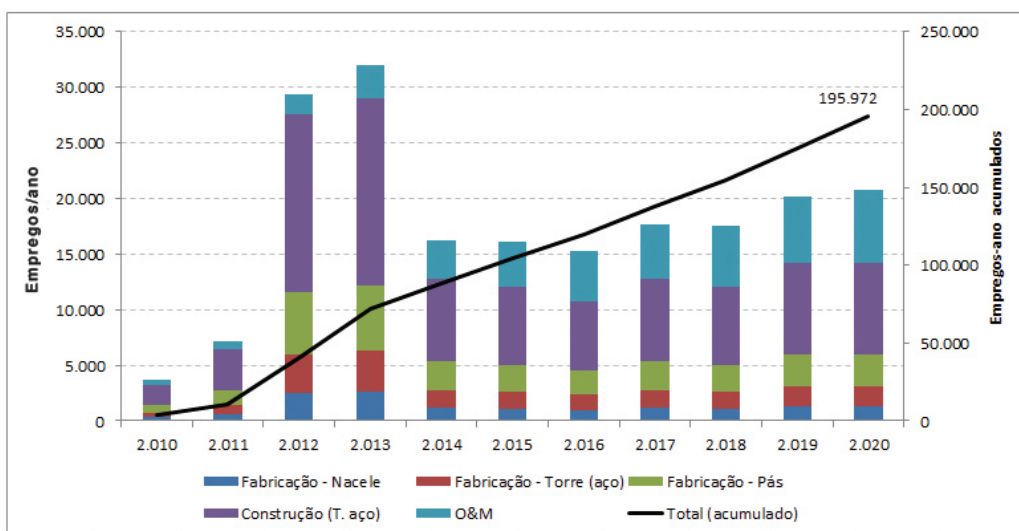
Fonte: Elaboração própria.

Figura 2 – Participação dos empregos diretos e indiretos nos empregos totais na energia eólica por atividade.

Foi modelada a geração de empregos diretos e indiretos, considerando os índices de empregos-ano/MW calculados acima para aerogeradores com torres de aço. Para simplificação de cálculo, os empregos na produção de equipamentos foram contabilizados no ano de entrada em operação.

Os empregos gerados em cada ano correspondem a uma fotografia da situação anual, não sendo referentes a novos postos de trabalhos gerados, mas a todos os postos de trabalho ocupados pela eólica no determinado ano. Assim, os empregos nas atividades de fabricação e construção são empregos ocupados em um período limitado de tempo de um ano, e os empregos de operação e manutenção são empregos permanentes, mas contabilizados a cada ano, de forma cumulativa.

A instalação e operação de parques eólicos irá gerar mais de 195 mil postos de trabalho entre 2010 e 2020, a maioria deles na construção dos parques, como pode ser visto na Figura 3.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 3 – Empregos-ano acumulados entre 2010 e 2020.

Uma análise de sensibilidade para importação de equipamentos nos cenários mostrou que com a importação de equipamentos pode haver perdas de até 17% nos empregos totais. A redução do conteúdo nacional de pás foi o mais afetado, pelo fato de que essa atividade é a que tem o maior índice de emprego por capacidade instalada entre os equipamentos, tanto no índice de empregos diretos quanto no de indiretos.

A diferença na geração de empregos da torre de aço é ligeiramente menor que da torre de concreto. No entanto, ao aumentar a importação de chapas de aço para a fabricação de torres de aço no país, a diferença aumenta consideravelmente. Isso se dá devido às perdas dos empregos indiretos na fabricação destas

torres, uma vez que 85% dos empregos indiretos nessa atividade encontram-se no setor do aço.

A energia eólica pode contribuir para o desenvolvimento regional, ao gerar empregos locais. A atividade de construção é a maior geradora de empregos diretos, e nessa atividade há grande potencial para a criação de empregos temporários para as comunidades onde o parque eólico está instalado.

A operação do parque também gera empregos locais, em menor quantidade, porém permanentes. Os postos de trabalho criados na operação de um parque eólico têm duração da vida útil do empreendimento. Apesar de os acordos de comercialização de energia serem feitos com duração de vinte anos, os entrevistados acreditam que o parque eólico não será desativado a partir desse período, mas seguirá operando por outros anos. Como os parques eólicos estão localizados, geralmente, em locais com grande potencial eólico, e toda a infraestrutura já existente e a mão de obra já ser qualificada no local, a expectativa é de que, em vez de desativarem os parques, esses sejam repotencializados com tecnologias comerciais no período em que vencerem os contratos vigentes.

Além dos empregos diretos no local, porém, há outros benefícios percebidos pelos moradores locais e pelos empreendedores. Mais visível é o benefício dos proprietários das terras onde está instalado o parque eólico. Os proprietários, no geral, não são desalojados de suas terras, mas ao contrário, assinam contratos de locação com os investidores em energia eólica. Os contratos começam a valer a partir da instalação de torres anemométricas no local, o que pode durar até três anos para a elaboração do projeto e certificação das medições e das estimativas de geração de energia. Durante esse período, os proprietários recebem uma renda mensal ou anual pelo arrendamento da terra, e podem continuar exercendo suas atividades econômicas. Como os parques eólicos estão comumente localizados em áreas rurais, essas atividades geralmente são de agricultura e/ou pecuária. A obtenção dessa renda extra permite o investimento em melhorias na produção e infraestrutura da propriedade e maior facilidade para obtenção de créditos. Durante a construção, devido à movimentação de máquinas e às obras civis, boa parte da área ocupada pelo parque eólico inviabiliza a continuidade das atividades econômicas. Porém, após o período de construção, que dura geralmente até 18 meses, a maior parte das áreas pode ser novamente ocupada com as atividades dos proprietários. Foram verificadas em parques eólicos em operação nas regiões Nordeste e Sul atividades de pecuária, produção comercial de pinus, piscicultura, rizicultura e produção de cocos.

Durante a etapa de construção há ainda outros benefícios além da geração de empregos para a própria construção do parque. Devido ao aumento do volume de trabalhadores no local, a população vizinha ao parque é beneficiada de maneira direta pelo consumo de bens e serviços, especialmente alimentação e hospedagem. Os benefícios são ainda maiores quando a usina está localizada em locais de baixo desenvolvimento econômico. Esse é o caso das usinas que

estão sendo instaladas no interior do Rio Grande do Norte, nos municípios de Parazinho e João Câmara. Juntas, essas duas regiões concentrarão 45 parques eólicos, com capacidade instalada de 1,25 GW.

A construção de parques eólicos demanda grande quantidade de água, devido ao alto consumo de concreto. Em regiões semiáridas, como é o caso do interior do Nordeste, os poços abertos para a construção podem ser deixados para consumo pela população local. É o caso do Parque Eólico Morro dos Ventos, em João Câmara, onde o poço aberto pela empresa e utilizado para a construção será deixado para utilização da comunidade local, a ser administrado pela prefeitura. As melhores práticas na construção de parques, como essa, são inovadoras do ponto de vista de relacionamento com a comunidade e estão ganhando cada vez mais espaço entre os empreendedores, tornando-se uma atividade com potencial para o desenvolvimento local.

### **Considerações finais**

A energia eólica vem experimentando um crescimento muito rápido no Brasil. Desde o primeiro aerogerador instalado no país, em 1992, houve grande avanço regulatório no cenário nacional, com a inclusão de políticas de incentivo para o crescimento dessa tecnologia. Hoje a eólica é considerada uma alternativa energética limpa e competitiva, inclusive com tecnologias tradicionais. No cenário internacional, a crise financeira de 2008-2009 contribuiu para o desaquecimento de mercados tradicionais na Europa e na América do Norte, dando espaço e condições para o surgimento de mercados emergentes, entre eles o Brasil. O excesso de oferta de equipamentos reduziu os preços desses, e a variação cambial fez que a importação se tornasse mais barata. Atrás de novos mercados, grandes empresas estrangeiras se instalaram no Brasil. Atualmente o mercado eólico brasileiro encontra-se mais diversificado, com maior concorrência entre os agentes.

A energia eólica é uma fonte nova no planejamento de ampliação do sistema elétrico brasileiro, apesar do grande potencial de exploração, e um sistema hidroeólico no Brasil pode oferecer energia ambientalmente sustentável e suficiente para suprir a previsão de demanda nas próximas décadas. Os custos dessa tecnologia vêm caindo, em primeiro momento devido ao ganho na curva de aprendizagem e ao desenvolvimento da indústria de equipamentos no país, e mais recentemente, devido à crise financeira mundial. O grande volume de projetos contratados desde o início da década de 2000 com as políticas de incentivo, e principalmente no final da década com a entrada da energia eólica no mercado regulado de energia, colocou o Brasil entre os países com maior crescimento na implantação de novos parques eólicos e gerou otimismo entre os agentes públicos e privados do setor elétrico. O desenvolvimento da indústria eólica nacional, junto com a previsão de aumento da capacidade instalada em quase cinco vezes em apenas cinco anos, gerou a discussão dos efeitos do crescimento do setor na geração de empregos e nas atividades econômicas do país, devido ao alto volume de investimento gerado.



Foto Dida Sampaio/Agência Estado - 11/06/2001

*Aerogeradores de usinas geradoras de energia eólica na praia de Porto das Dunas, em Fortaleza.*

A energia eólica tem um grande potencial para a geração de empregos, podendo gerar mais de 195 mil empregos-ano até 2020. A maior contribuição, tanto em termos quantitativos como em contribuição para o desenvolvimento sustentável, é a dos empregos em construção e, em menor número, os empregos em O&M. Enquanto os primeiros são os mais numerosos, correspondendo a cerca de 50% de todos os empregos gerados pela tecnologia, os últimos geram postos de trabalhos permanentes, que estarão presentes durante toda a vida útil do projeto. Ambas as atividades têm alto potencial para a geração de empregos no nível local, gerando oportunidade de geração de renda, muitas vezes em localidades rurais com baixas oportunidades de crescimento econômico.

A geração de empregos não deve, no entanto, ser o único parâmetro a decidir a adoção de uma tecnologia. Além da geração de empregos, a eólica pode trazer ainda outros benefícios sociais, podendo aumentar a renda total das comunidades atingidas pelos parques e oferecer oportunidades de empregos temporários. A maneira como os empreendedores e os proprietários de terra se relacionam é de maneira inovadora, diferente de outras fontes de energia. Em parques eólicos, que ocupam menos de 10% da área total da propriedade, podem coexistir diversas atividades econômicas, geralmente agricultura e pecuária. Os proprietários das terras não são desalojados, mas pelo contrário, as terras são arrendadas por uma quantia paga mensal ou anualmente, que pode ser utilizada para reinvestimento na propriedade, constituindo diversificação da renda do proprietário e um meio de melhorar a produtividade das atividades econômicas em áreas rurais.



Assim, o rápido crescimento da energia eólica no Brasil pode trazer diversos benefícios regionais e contribuir para o desenvolvimento sustentável no Brasil, especialmente em locais com baixo desenvolvimento econômico, como é o caso do interior da Bahia e do Rio Grande do Norte, dois locais com grande volume de projetos contratados que serão construídos nos próximos anos. A instalação de parques eólicos, combinada com políticas eficientes de gestão de recursos e de desenvolvimento regional, poderá contribuir significativamente para o desenvolvimento de comunidades rurais, especialmente no litoral e no interior do Nordeste.

## Referências

- ABEEÓLICA. *Comunicação oral*, 2011.
- BERGMANN, A. et al. Valuing the attributes of renewable energy investments. *Energy Policy*, v.34, n.9, p.1004-14, jun. 2006.
- BLANCO, M. I.; RODRIGUES, G. Direct employment in the wind energy sector: An EU study. *Energy Policy*, v.37, n.8, p.2847-57, ago. 2009.
- CARVALHO, J. F. de. O espaço da energia nuclear no Brasil. *Estudos Avançados*, v.26, n.74, p.293-308, 2012.
- CEPEL. *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*, 2001. Disponível em: <<http://www.cresb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=1>>. Acesso em: 29 out. 2011.
- DENAULT, M. et al. Complementarity of hydro and wind power: Improving the risk profile of energy inflows. *Energy Policy*, v.37, p.5376-84, dez. 2009.
- EPE. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*. Empresa de Pesquisa Energética, 2011. Disponível em: <<http://epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>>.
- ERNST & YOUNG. Renewable energy country attractiveness indices - Vol. 31, nov. 2011. Disponível em: <[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Renewable\\_energy\\_country\\_attractiveness\\_indices\\_-\\_Issue\\_31/\\$FILE/EY\\_RECAI\\_issue\\_31.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Renewable_energy_country_attractiveness_indices_-_Issue_31/$FILE/EY_RECAI_issue_31.pdf)>.
- EWEA. *Wind at Work - Wind energy and job creation in the EU*. Bruxelas: European Wines Energy Association, 2008. Disponível em: <[http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/Wind\\_at\\_work\\_FINAL.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/Wind_at_work_FINAL.pdf)>.
- FRANKHAUSER, S. et al. Climate change, innovation and jobs. *Climate Policy*, v.8, n.4, p.421, ago. 2008.
- GOLDEMBERG, J. Leapfrog energy technologies. *Energy Policy*, v.26, n.10, p.729-41, ago. 1998.
- GWEC. *Global Wind Statistics 2011*. Global Wind Energy Council, 2012. Disponível em: <[http://www.gwec.net/fileadmin/images/News/Press/GWEC\\_-\\_Global\\_Wind\\_Statistics\\_2011.pdf](http://www.gwec.net/fileadmin/images/News/Press/GWEC_-_Global_Wind_Statistics_2011.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2011.
- IBGE. *Matriz de Insumo-Produto de 2005*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/matrizinsumo\\_produto/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/matrizinsumo_produto/default.shtm)>.

IPCC. *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, 2011. Disponível em: <[http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC\\_SRREN\\_Full\\_Report.pdf](http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2011.

LAITNER, S. et al. Employment and other macroeconomic benefits of an innovation-led climate strategy for the United States. *Energy Policy*, v.26, n.5, p.425-32, abr. 1998.

LEHR, U. et al. Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy*, v.36, n.1, p.108-117, jan. 2008.

LLERA SASTRESA, E. et al. Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.14, n.2, p.679-90, fev. 2010.

MTE. *Relações Anuais de Informações Sociais - RAIS*. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/geral/estatisticas.asp>>.

NGUYEN, K. Q. Alternatives to grid extension for rural electrification: Decentralized renewable energy technologies in Vietnam. *Energy Policy*, v.35, n.4, p.2579-89, abr. 2007.

REN21. *Renewables 2011 Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2011. Disponível em: <[http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21\\_GSR2011.pdf](http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf)>.

RÍO, P. del; BURGUILLO, M. Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.12, n.5, p.1325-44, jun. 2008.

\_\_\_\_\_. An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.13, n.6-7, p.1314-25, ago. 2009.

RUTOVITZ, J.; ATHERTON, A. *Energy Sector Jobs to 2030: A Global Analysis*. Institute for Sustainable Futures, 2009. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/PageFiles/3751/energy-sector-jobs-to-2030.pdf>>.

SIGH, V.; FEHRS, J. *The work that goes into renewable energy*. Renewable Energy Policy Project, 2001. Disponível em: <[http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/LABOR\\_FINAL\\_REV.pdf](http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/LABOR_FINAL_REV.pdf)>.

TOURKOLIAS, C.; MIRASGEDIS, S. Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.15, n.6, p.2876-86, ago. 2011.

UNEP/ILO/IOE/ITUC. *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*, 2008. Disponível em: <[http://www.unep.org/labour\\_environment/PDFs/Greenjobs/UNEP-Green-Jobs-Report.pdf](http://www.unep.org/labour_environment/PDFs/Greenjobs/UNEP-Green-Jobs-Report.pdf)>.

UNITED NATIONS. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>.

ZERRIFFI, H.; WILSON, E. Leapfrogging over development? Promoting rural renewables for climate change mitigation. *Energy Policy*, v.38, n.4, p.1689-700, abr. 2010.

*RESUMO* – A energia eólica no Brasil passou por um período de lento crescimento, porém, os projetos contratados nos últimos três anos deverão quintuplicar a capacidade instalada. É a tecnologia limpa que mais tem crescido na última década, trazendo benefícios ambientais e sociais para diversos países. Nosso trabalho buscou quantificar a geração de empregos diretos e indiretos pela energia eólica no país. Até 2020, serão gerados 195 mil empregos, e 70% desses são diretos, a maioria na construção civil, com grande potencial para a criação de empregos em localidades rurais. Assim, a energia eólica deverá contribuir decisivamente para o desenvolvimento sustentável do país.

*PALAVRAS-CHAVE:* Energia eólica, Empregos, Desenvolvimento sustentável.

*ABSTRACT* – Wind power development in Brazil has experienced a long period of slow growth; however, projects contracted over the last three years might increase the current installed capacity by fivefold. This was the fastest growing clean energy technology over the last decade, bringing environmental and social benefits to several countries. Our work has determined direct and indirect job creation potential due to indigenous wind power deployment. About 195,000 jobs will be created up to 2020, out of which 70% direct, and most of them in construction, which has great local job creation potential. Therefore, wind power plays a major role in the sustainable development of the country.

*KEYWORDS:* Wind power, Employment, Sustainable development.

*Moana Simas* é mestre em Energia pela Universidade de São Paulo, assistente de Pesquisa no Departamento de Ecologia Industrial da Norwegian University of Science and Technology (NTNU) e membro da ISIE – Sociedade Internacional de Ecologia Industrial. @ – moana@usp.br

*Sergio Pacca* é professor associado da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da Universidade de São Paulo, professor do Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, coordenador do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Políticas e Regulação de Emissões de Carbono e Membro da ISIE – Sociedade Internacional de Ecologia Industrial. @ – spacca@usp.br

Recebido em 19.9.2012 e aceito em 5.12.2012.

