

# AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental

*Giovana Souza Freitas<sup>1</sup>  
Ricardo Dathein<sup>2</sup>*

**RESUMO:** A humanidade precisa encontrar meios que proporcionem o aumento dos níveis de sustentabilidade, sendo este um dos principais desafios que deve ser consolidado no século XXI. Considera-se que a energia pode contribuir sobremaneira neste processo. A utilização de energias renováveis vem sendo ampliada em vários países do mundo, a exemplo do Brasil, e, nesse sentido, este artigo procura avaliar quais as implicações que estas mudanças devem trazer para o desenvolvimento sustentável no país. Para tanto, utilizou-se como base de informação as definições tecidas no planejamento energético nacional e os resultados dos programas de governo que foram executados ao longo dos anos 2000. A avaliação do impacto do aumento da utilização das energias renováveis nos níveis de sustentabilidade foi realizada com base na definição de variáveis nominais e operacionais. Constata-se que a expansão da utilização de fontes renováveis na matriz energética contribui para o alcance de melhores níveis de desenvolvimento, o que é verificado pelas variações no nível de sustentabilidade que vão ocorrendo a partir do aumento da utilização destas energias.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento. Energias renováveis. Programas de governo.

---

<sup>1</sup> Doutora em Economia. Professora do Centro Universitário UniRitter em Porto Alegre - RS. E-mail: giovana.souza@terra.com.br

<sup>2</sup> Doutor em Economia. Professor do Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: ricardo.dathein@ufrgs.br

**ABSTRACT:** The humanity needs to find ways that provide the increasing of levels of sustainability, which is one of the main challenges to the consolidation of the 21st century. We consider that the energy can greatly contribute to this process. The use of renewable resources has been expanded in many countries, following the example of Brazil, and accordingly, this article seeks to evaluate which implications this changes must bring to the sustainable development in our country. For this reason, it was used on the basis of the information the definitions woven in the national energetic plan and the results of the government program which were achieved during the year of 2000. The evaluation of the impact of the use of the renewable energy in levels of sustainability was done based on the definition of nominal and operational variables. It was found that the expansion of the use of the renewable energetic matrix source contributes to the achievement of better levels of the development which is verified by the variable in the sustainable levels that happen because of the increasing use of these energies.

**Keywords:** Development. Renewable energy. Government programs.

## INTRODUÇÃO

Desde os anos 1970, por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, que os vários países do mundo dedicam-se ao debate sobre a questão ambiental, o que estendeu-se, ao longo do século XXI, por ocorrência de duas outras Conferências, a COP15 e, mais recentemente, a denominada Rio+20. Neste ínterim, organismos ligados à temática ambiental e ao desenvolvimento das nações se posicionaram de forma a criar mecanismos e propor ações de mitigação aos impactos ambientais.

No rol deste debate e das conseqüentes mudanças que se mostram necessárias para adequação dos setores produtivos ao desenvolvimento de insumos menos nocivos ao meio ambiente, o setor energético se insere. A geração de energia sempre foi viabilizada a partir da utilização de recursos naturais e as matrizes energéticas mundial e brasileira possuem, na sua composição, fontes de recursos não renováveis e renováveis.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2007), as fontes energéticas renováveis<sup>3</sup> vêm aumentando sua participação na matriz energética

---

<sup>3</sup> As fontes energéticas de origem renovável que estão tendo aumento de participação na matriz energética brasileira são principalmente a cana de açúcar, hídrica, eólica, solar e hidrogênio.

brasileira, em detrimento da redução das fontes não renováveis, embora esta última ainda seja predominante. Isto contribuirá para tornar o setor energético mais limpo e menos poluente. As mudanças estão ocorrendo lenta e gradativamente e tendem a se intensificar para fazer frente à lógica preservacionista que assola as economias mundiais e que se intensificou a partir do século XXI.

Ainda que extremamente importante do ponto de vista ambiental, a viabilização de energia a partir de fontes menos poluentes e renováveis deve proporcionar melhorias nas dimensões sociais e econômicas. Se, além dos benefícios ambientais, a geração de energia a partir de fontes alternativas servir para ampliar os níveis de desempenho econômicos e sociais, oportunizar-se-á condições para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental.

Considerando-se que as energias renováveis vêm sendo ampliadas na matriz energética brasileira e que programas de estímulo à sua produção foram implementados ao longo da década de 2000, este artigo procura avaliar quais as implicações que estas mudanças devem trazer para o desenvolvimento sustentável no Brasil. O presente artigo está assim estruturado: primeiramente, apresenta-se um panorama sobre as energias renováveis no Brasil, mostrando a situação atual e as perspectivas futuras; atrelada à situação atual das energias renováveis, demonstram-se os resultados dos programas executados no intuito de ampliá-las; com base na situação evidenciada, inferem-se considerações sobre o desenvolvimento socioeconômico e ambiental, procurando avaliar como as mesmas podem contribuir nesse processo.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para cumprir com o objetivo proposto, utilizar-se-á como base de informação as definições tecidas no planejamento energético nacional e os resultados dos programas de governo<sup>4</sup> que foram executados ao longo dos anos 2000 no Brasil, com o intuito de aumentar a geração de energia a partir de fontes renováveis.

A avaliação do impacto do aumento da utilização das energias renováveis nos níveis de sustentabilidade foi realizada com base na definição de variáveis nominais e operacionais (a seguir apresentadas), o

---

<sup>4</sup> Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (proinfra), instituído em 2002; o Programa Luz para Todos, em 2003 e o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, em 2005.

que permitiu verificar se as mudanças em prol da utilização de energias renováveis aumentam ou baixam os níveis de sustentabilidade.

## **VARIÁVEIS NOMINAIS E OPERACIONAIS**

- Sustentabilidade econômica

Definição nominal: possibilitada pela capacidade da atividade produtiva gerar uma rentabilidade razoável e estável através do tempo, que satisfaça as necessidades humanas e contribua para o bem estar e qualidade de vida daqueles nela diretamente envolvidos.

Definição operacional: a sustentabilidade econômica será medida pelo comportamento de aspectos relativos à oferta de energia, custo de produção e tecnologia empregada para a produção de energia.

- Sustentabilidade ambiental

Definição nominal: reconhecida pela capacidade que tenham as pessoas diretamente envolvidas na produção de energias renováveis de manejar os recursos naturais renováveis, promovendo a redução nos impactos ao meio ambiente e a redução dos níveis de poluição atmosférica.

Definição operacional: a sustentabilidade ambiental será medida pelo nível de emissões de gases no meio ambiente.

- Sustentabilidade social

Definição nominal: reconhecida como a capacidade que a atividade produtiva tem de promover e/ou possibilitar melhorias no bem-estar e na qualidade de vida daqueles que conseguem ter acesso ao produto (energia).

Definição operacional: as modificações na dimensão social, com o aumento da produção de energias renováveis, são aqui discutidas no que tange à quantidade de postos de trabalho gerados e o acesso da população à energia.

## **ENERGIAS RENOVÁVEIS: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS**

O padrão dominante na produção de energia, ou seja, aquele que produz a partir da utilização de insumos não renováveis lidera, dentre

outras razões, por apresentar baixo custo de produção. Não obstante, diante da possibilidade de esgotamento desses recursos e, principalmente, diante da pressão de organismos ambientais, faz-se necessário modificar a situação atual em prol de melhorias nos níveis de sustentabilidade. A situação passada, a atual e a projetada para os anos de 2020 e 2030 estão apresentadas na tabela a seguir, que demonstra o percentual de energia a ser produzida a partir de fontes renováveis e não renováveis.

Tabela 1 - Fontes renováveis e não renováveis na matriz energética brasileira entre os anos 2005 e 2030 (em %)

<b>Tipo de fonte</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>
Renováveis	44,5	43,0	45,8	46,6
Não renováveis	55,5	57,0	54,2	53,4

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2007)

Verifica-se que a participação das fontes renováveis na matriz energética sofre redução entre os anos de 2005 e 2010, alterando-se em 2020, momento em que apresenta crescimento, mantendo-se crescente também em 2030. Por outro lado, a participação das fontes não renováveis aumenta entre 2005 e 2010, reduzindo-se no ano 2020 e mantendo-se em queda até 2030. Daí depreende-se o sentido divergente entre os dois tipos de energia, ao passo que o longo prazo sinaliza a tendência de crescimento das renováveis e redução das não renováveis.

Esforços estão sendo empreendidos para que aumente a participação das energias renováveis na matriz energética brasileira, o que foi revelado no - Plano de Suprimento aos Requisitos de Energia Elétrica até o ano 2000 (ELETROBRÁS, 1982). Com isso, o governo brasileiro se propôs a dispender recursos para ampliar a produção de energia a partir de fontes renováveis. Do objetivo de ampliar a geração, a partir de fontes renováveis, emergiram ações, dentre as quais, a definição de programas que visam estimular o desenvolvimento de novas fontes energéticas.

O Quadro 1 demonstra os principais programas implementados, o ano em que foram instituídos, bem como o principal objetivo que possuem:

Quadro 1 - Os programas de Governo e seus objetivos principais

Ano de criação	Programa	Objetivo principal
2002	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)	Aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos que utilizem fontes eólicas, da biomassa e das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs).
2003	Programa Luz para Todos	Fornecer energia elétrica à população que ainda não possui abastecimento.
2005	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel	Auxiliar na implementação da produção e uso do biodiesel.

Fonte: MME (2010) – Material institucional do MME.

Da tabela anterior, pode-se inferir que a primeira metade dos anos 2000 foi um período expressivo para a consolidação de ações com vistas à viabilização da energia renovável no Brasil, o que havia sido apontado como objetivo no planejamento estratégico. No Brasil, apesar da diversidade de fontes renováveis a serem exploradas, percebe-se que se concede maior atenção à energia hidráulica, gerada em pequenas centrais hidrelétricas (PCH), incentivada pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), juntamente com a energia eólica e da biomassa.

A matriz energética brasileira em 2004 tinha na sua composição apenas dois tipos de energias renováveis, a hidráulica e a produzida a partir da biomassa, na ordem de 2,1% e 11,2%, respectivamente. Com a implantação do Proinfa objetivou-se diversificar a matriz energética, além de aumentar o percentual de energia gerado a partir das fontes renováveis, o que pode ser evidenciado a partir das informações e principais resultados que encontram-se dispostos na tabela a seguir. A mesma também revela informações e resultados referentes aos demais programas implementados.

## PRINCIPAIS RESULTADOS DOS PROGRAMAS DESENVOLVIDOS NA DÉCADA DE 2000

Para avaliar os resultados dos diferentes programas utilizou-se como base os objetivos pretendidos pelos mesmos, procurando averiguar, a partir destes, o que foi executado, bem como os principais beneficiários dos programas. Estas informações encontram-se apresentadas no Quadro 2. Quadro 2 – Informações e principais resultados dos programas de Governo

PROGRAMAS	CARACTERÍSTICAS DOS PROGRAMAS
<b>PROINFA</b>	
Objetivo	3.299,40 MW de capacidade instalada
Executado até o ano 2010	3.324,40 MW de potência
Nº de usinas financiadas	144
<b>Programa Luz para Todos</b>	
Objetivo	Disponibilizar energia elétrica às residências não atendidas pelo Sistema Integrado Nacional (SIN)
Executado até o ano 2010	Redução do número de residências sem acesso à energia que era de 3,35% em 2002 para 1,1% em 2009
Nº de famílias atendidas	570.829
<b>PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL</b>	
Objetivo	Implementação, de forma sustentável, tanto técnica quanto economicamente, da produção e uso do biodiesel no Brasil
Executado até o ano 2010	Produção e compra pela ANP de 575.000 m3 em nov./2009
Nº de empresas ofertantes	40

Fonte: elaborado a partir dos dados da pesquisa, com base em Eletrobrás (2009); MME (2010)

Dos programas acima apresentados, pôde-se verificar a maneira como as energias renováveis vêm sendo estimuladas e estão evoluindo no Brasil. As modificações geradas nesta área trazem implicações de ordem ambiental, social e econômica. No intuito de averiguar estas implicações, avaliam-se, a seguir, aspectos relativos a estas três dimensões.

## AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO AMBIENTAL

As energias renováveis vêm sendo impulsionadas pela necessidade que as nações estão sentindo de promover ações que possam resultar na mitigação dos impactos ambientais. A produção de energia é considerada uma atividade poluente, caracterizada como de alto potencial poluidor quando relacionada à energia termelétrica, pois a produção desta é viabilizada com um processo de combustão de algum tipo de combustível de origem renovável ou não renovável. A Resolução 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) estabelece que a produção de energia termelétrica apresenta alto potencial poluidor, enquanto a transmissão de energia é caracterizada como de médio potencial poluidor.

Sendo assim, produzir energia termelétrica, independentemente da fonte utilizada, implica em prejuízos ambientais. No entanto, a magnitude destes prejuízos será revelada no momento em que a energia for utilizada (consumida), pois sendo oriunda de carvão, óleo combustível ou gás natural (combustíveis fósseis de origem não renovável) gera gases de efeito estufa e, no caso de ser oriunda de biomassa (matéria orgânica de origem renovável) gera menos efeito nocivo ao entrar na atmosfera.

Ainda assim, constata-se que o sistema energético brasileiro não pode ser considerado um grande emissor de gases de efeito estufa (GEE), pois a maior parte da energia elétrica produzida no país é oriunda de usinas hidrelétricas, cujas emissões são consideradas nulas. Além disso, com o aumento da energia gerada a partir dos empreendimentos de fonte renovável, possibilita-se reduzir o nível de emissão de GEE.

A Política Nacional de Mudanças Climáticas (lei nº 12.187/09) parece basear-se no que foi determinado na Convenção sobre Mudanças Climáticas (um dos resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento). Nesta, foram previstas metas de redução de emissões de GEE no Brasil entre 36,1% a 38,9% com base em projeções até 2020. Considera-se que as mudanças que vêm ocorrendo em relação à ampliação da composição das energias renováveis na matriz energética, deixando-a menos poluente, servem de auxílio para que as metas dispostas nesta lei sejam efetivamente cumpridas, devendo ser intensificadas nos próximos anos.

Boden e Andres (2009), que analisaram os níveis de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera em diferentes países, constataram que no Brasil não houve redução nesses níveis entre o ano de 2000 até 2006. Estes dados permitem verificar que as nações que se destacam pela baixa emissão de CO<sub>2</sub> *per capita* são as que demonstram baixos níveis de desenvolvimento e se mostram pouco industrializadas. Já aquelas consideradas em pior situação no *ranking* são algumas das maiores produtoras de petróleo, seguido de países ricos e industrializados.

De acordo com esses dados, o Brasil encontra-se em 101º lugar dentre os países pesquisados e aumentou o nível de emissão de gases per capita que era de 1,4 toneladas em 1999, passando a 1,9 a partir dos anos 2000, mantendo-se no mesmo patamar até 2006. Esta condição revela que muito ainda precisa ser realizado a fim de reduzir os níveis de emissão, sendo que a área energética tem um importante papel neste processo e parece que a intensificação do uso das energias renováveis vem sendo considerada pelas instituições uma importante alternativa para que se consiga mitigar a emissão de gases poluentes.



## AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO ECONÔMICA

As energias renováveis devem causar, além das implicações ambientais, as de ordem econômica, como: o estabelecimento de uma nova oferta de energia, o custo de produção destes novos energéticos e a tecnologia que viabilizará a nova energia.

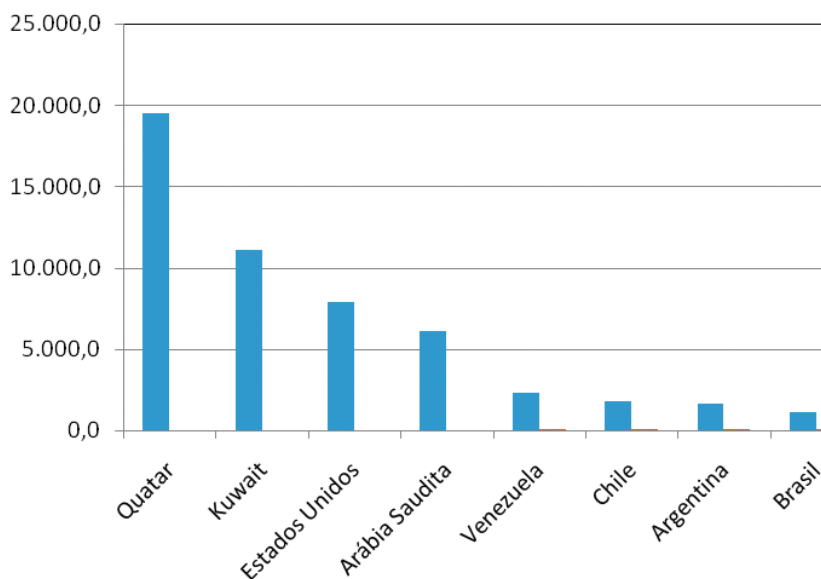
O comportamento do consumo serve de indicativo para que se possa fazer uma avaliação quanto à quantidade ofertada de energia. Verifica-se que o consumo dos principais energéticos se mostrou crescente entre 1980 e 2008 (com exceção do petróleo) e tendem a permanecer em crescimento, conforme indicam as projeções realizadas para o período 2010 - 2030.

No entanto, este consumo crescente no Brasil que pode ser analisado positivamente em se tratando de uma nação em desenvolvimento e com uma economia em crescimento, contrasta-se com a realidade que se constata ao se comparar o Brasil ao resto do mundo. Utilizando dados do World Resources Institute (WRI) de 2010, pôde-se identificar que o Brasil consumiu 1,8% da energia do mundo (209.534/11.433.918) em 2005. Em termos per capita, o consumo do Brasil correspondeu a apenas 63,2% da média mundial (1.124/1.778). Considera-se que estes níveis são muito baixos, demonstrando o quanto ainda deve ser ampliado o consumo no Brasil para que se possam conseguir melhores níveis de desenvolvimento.

Conforme Goldemberg (1998), ultrapassar a barreira de 1 Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) *per capita* parece ser essencial para o desenvolvimento, pois à medida que o consumo de energia comercial *per capita* aumenta para valores acima de 2 TEP, como é o caso dos países desenvolvidos, as condições sociais melhoram consideravelmente. No Brasil, o consumo per capita de eletricidade em 2005 foi de 1,124 TEP. Com isto, o mínimo necessário para o desenvolvimento já foi atingido. No entanto, o nível de concentração do consumo é alto e concentrado nas classes sociais mais altas.

Com o intuito de demonstrar a situação do Brasil em relação ao resto do mundo, pode-se comparar, no gráfico a seguir, o consumo *per capita* de energia no Brasil em relação a alguns países selecionados:

Figura 1 - Gráfico do consumo total de energia per capita no ano de 2005, em países selecionados (em kilogramas equivalentes de petróleo)



Fonte: International Energy Agency (2007).

De acordo com o gráfico anterior, pode-se observar que o consumo total de energia per capita é maior nos grandes produtores de petróleo, a exemplo do Qatar, Kuwait e Arábia Saudita. A partir destes que apresentam as maiores posições no gráfico, pode-se verificar o quanto o consumo *per capita* é pequeno no Brasil, sendo até mesmo inferior ao do Chile, Venezuela e Argentina (países da América Latina que não possuem realidades econômicas tão díspares à brasileira).

Observando a realidade brasileira internamente, verifica-se que o PIB em Paridade do Poder de Compra (PPC) aumentou 203,05% entre 1980 e 2008, enquanto a população aumentou 60,3% neste período, conforme dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Não obstante, dados da Empresa de Pesquisa Energética (2007) evidenciam que o aumento da oferta interna de energia (OIE) foi da ordem de 45,65% nestes 28 anos analisados, ou seja, o aumento da oferta é menos que proporcional ao aumento da população e do PIB, o que é pouco para garantir que mais pessoas (e principalmente a camada mais pobre) tenham acesso à energia.

Esta realidade vai ao encontro do que foi previsto no Plano Decenal de Expansão 1993-2015. As projeções realizadas neste plano para as próximas décadas sinalizaram que o consumo de energia evoluiria a taxas ligeiramente inferiores a do crescimento do produto, resultando numa redução da intensidade energética global. Quiçá isto seja útil para explicar os baixos níveis na oferta interna de energia.

Pelo que foi constatado no planejamento energético brasileiro, o aumento em MW do parque gerador na década de 1990 (prevista no Plano Decenal de Energia 1990-99) foi de 32.369 MW. Este número aumenta para 39.045 MW no Plano 1993-2015 ou, em termos percentuais, aumento de 20,62%, o que parece insuficiente para possibilitar aumentos significativos no consumo e ampliação do acesso de energia àqueles possíveis consumidores que ainda não dispõem da mesma.

Verifica-se que dentre as conclusões do Plano 1993-2015, foi previsto que as fontes renováveis não deverão contribuir significativamente para o atendimento da demanda de energia elétrica no horizonte 2015. Muito da produção de energia oriunda de fontes não renováveis continua sendo mantida em função do custo de produção, pois o padrão energético utilizado até o século XXI se manteve e se consolidou mundialmente devido, entre outros motivos, ao baixo custo de produção.

Sendo assim, a inserção de um novo modelo energético (com ênfase em outras fontes de energia e com predomínio das fontes renováveis, afora aquela produzida em grandes hidrelétricas), implica em uma estrutura de custos maior, principalmente no momento inicial, uma vez que estarão incididos todos os custos de implantação do processo. O Quadro 3 apresenta uma comparação do custo de diferentes fontes de energia (renovável e não renovável) no Brasil, em 2007.

Quadro 3 - Custo variável unitário (em R\$/MWh) e custo de investimento (em US\$/kW) de diferentes fontes de energia no ano de 2007

<b>Fator</b>	<b>Hídrica</b>	<b>Biomassa</b>	<b>Carvão</b>	<b>Nuclear</b>	<b>Gás natural</b>	<b>Eólica</b>
Custovariávelunitário1	1,5	14,7	37,5	25,2	108,6	4,5
Custo de investimento	1.250	1.100	1.500	2.000	900	1.500

Fonte: MME (2007); Zimmermann (2007).

Com base nos dados da tabela anterior, verifica-se que a produção de energia nas hidrelétricas apresenta menor custo variável unitário, mostrando-se mais competitiva que as outras fontes pesquisadas. Apesar de apresentar um custo de investimento maior que o do gás natural e da

biomassa, ainda assim a energia hidráulica mostra-se mais competitiva, pois o custo de investimento tende a ser diluído com o passar do tempo, uma vez que o tempo de vida útil de uma hidrelétrica é grande.

A energia eólica e da biomassa também se destacam com relação ao custo variável unitário que representam e são as de mais baixo custo de investimento, depois do gás natural que lidera este comparativo. Os custos de produção de energia renovável em 2007 também foram avaliados por Menezes e Pinto (2007). Conforme estes autores, a energia oriunda de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) também se destaca por ser a mais competitiva em custo, seguida da biomassa e eólica.

Tomando como base os custos apresentados, verifica-se que as fontes de energias renováveis financiadas pelo Proinfa (PCH, eólica e biomassa) são aquelas consideradas de mais baixo custo de produção, o que se mostra importante para que possuam, também, condições de serem oferecidas ao usuário a um preço menor. Não obstante, considera-se que não basta conseguir reduzir o custo de produção e distribuição de energia se não houver, concomitantemente, modificações na maneira de calcular a tarifa a ser cobrada do consumidor (principalmente o de baixa renda).

Considera-se que a produção de energia a um custo mais baixo pode ser viabilizada em países que possuam tecnologias próprias e de baixo custo. Ruttan (2001) indica que esforços foram feitos durante as décadas de 1970 e 1980 para construir um aporte tecnológico para a produção de energia nuclear e de gás, e que estes deveriam ser substituídos, nos anos 2000, para viabilizar tecnologicamente a energia solar e eólica.

Uma vez confirmada, através do planejamento energético, a tendência de aumentos contínuos de utilização de fontes renováveis para a geração de energia no Brasil até 2030, faz-se necessário construir um aporte tecnológico que consiga viabilizar a produção de energia renovável sem que a mesma seja mais cara do que aquela produzida a partir de fontes convencionais. No entanto, em virtude da existência de um padrão tecnológico consolidado que garante a produção de energia convencional em larga escala, a mudança para as renováveis implica em custos maiores no início do processo que podem apresentar-se de duas formas:

- os relativos à aquisição de novos equipamentos, à construção de novas usinas ou novos insumos para produção e,
- os relativos à aprendizagem que normalmente são expressivos quando se adota a mudança, mas tendem a se diluir com o passar do tempo.

Ainda assim, é necessário incorrer nesses custos em função da necessidade de conseguir produzir mais energia, gerando menores índices de poluição. Percebe-se que apesar do envolvimento das instituições relacionadas ao setor energético com a promoção e o fomento das energias renováveis, é pouco salientado o empenho que dedicam ao desenvolvimento tecnológico desse setor, embora isto esteja contemplado nos objetivos institucionais dos órgãos internacionais e regionais.

A EPE (2007) apresenta, dentre suas competências, a proposição de “elaborar estudos para avaliar e incrementar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis”. No entanto, não concede ênfase à variável tecnológica no trabalho que desenvolve.

O planejamento energético comprova esta lacuna, uma vez que a necessidade de se investir em tecnologias que possibilitassem o incremento das renováveis aparece apenas no Plano Nacional de Energia 1993-2015. Neste, concede-se ênfase às fontes alternativas de energia e considera-as importantes geradoras, mas é salientado que as mesmas se encontram em fase de pesquisa tecnológica e desenvolvimento semi-industrial e que, para que possam ser de fato aproveitadas, faz-se necessário a ocorrência da sua evolução tecnológica e econômica.

No entanto, esta constatação parece não ter evidenciado resultados práticos, pois considerações de nível tecnológico não são reveladas no documento subsequente, o Plano Nacional de Energia 2030. Ainda assim, verifica-se a existência de algumas importantes iniciativas que vêm ocorrendo intuito de contribuir para a identificação de tecnologias de apoio e incremento ao setor energético, como a instituída pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (autarquia associada à Universidade de São Paulo — USP), vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Este órgão atua em várias áreas do conhecimento, procurando viabilizar tecnologias para o aprimoramento da produção e geração de energia.

Atuando de forma semelhante, o Centro Nacional de Energia Eólica está abrigado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Além disso, outra contribuição ao desenvolvimento da energia eólica no Brasil tem origem na USP, com o desenvolvimento de um projeto de energia eólica *offshore* de 10 mil megawatts, no mar do Ceará. (CASTRO, 2007)

Afora as instituições governamentais e as universidades, a importância da tecnologia para as renováveis é considerada como necessidade pelo IEDI (2010). Segundo este instituto, dada a vocação que o Brasil possui para a geração de energia a partir das matrizes eólica (que complementa a energia hidráulica) e solar, torna-se importante promover investimentos em P&D, a exemplo do que ocorre em vários países do mundo, principalmente, nos industrializados.

No caso dos países industrializados (líderes na produção de tecnologias para os diversos setores da economia) a comercialização de tecnologias e serviços pode ser um benefício adicional proporcionado pelo desenvolvimento de tecnologias ligadas às fontes renováveis. Com a tendência mundial de expansão da energia renovável, a produção de tecnologias para atender este setor relativamente novo consagrará muitos países como líderes no abastecimento desse mercado.

Embora o Brasil tenha se tornado uma referência na produção de biocombustíveis com o desenvolvimento do etanol da cana-de-açúcar, o país ainda tem seu processo de inovação industrial incipiente considerando-se as necessidades surgidas no século XXI. Em virtude da necessidade de transição para uma economia verde em escala global, é essencial que o país crie condições para o desenvolvimento de inovações em energias renováveis. A exemplo de experiências internacionais bem sucedidas, o Brasil precisaria criar um fundo público para fomentar P&D na área das energias renováveis (IEDI, 2010).

## AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO SOCIAL

As modificações na dimensão social com o aumento da produção de energias renováveis são aqui discutidas no que tange à quantidade de postos de trabalho gerados e o acesso da população à energia.

Numa economia importadora de tecnologia que substitui mão de obra, como é o caso de grande parte dos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, o número de empregos e/ou de postos de trabalho gerados pelos setores produtivos é de grande relevância, pois impacta no nível socioeconômico do país. Diante das modificações no setor energético, surgem inúmeros casos de novas empresas que começam a desenvolver suas atividades para viabilizar a produção de energias renováveis, tais como: os parques eólicos, as usinas de biodiesel e etanol, as centrais produtoras de energia solar, as recicladoras de resíduos para fabricação do biogás, bem como as empresas produtoras de insumos (inclusive tecnológicos) para estas usinas.

Com o advento destas empresas surge uma nova oferta de postos de trabalho que, após estudo encomendado pela United Nations Environment Programme (Unep) e pela Organização Internacional do Trabalho (OIT),<sup>5</sup> foram nomeados de Empregos Verdes. Estes postos de trabalho são criados

---

<sup>5</sup> O estudo Green Jobs: Toward Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon foi elaborado em 2007 e publicado em 2008.

no intuito de reduzir o impacto ambiental das empresas e atividades econômicas e são percebidos na agricultura, indústria, serviços e administração que ajudem a preservar ou restabelecer a qualidade do ambiente. Não obstante, apresentam-se ressalvas quanto à qualidade dos postos gerados, no que tange aos baixos salários, insegurança nos contratos de trabalho e exposição dos trabalhadores a materiais perigosos.

Com isto, o estudo demonstra que os empregos verdes emergem em quantidade a partir do aumento da produção de energias renováveis precisando, no entanto, de atenção quanto à qualidade que geram para o trabalhador. Os dados da Unep/OIT (2008) ainda revelam que mais de 2,3 milhões de empregos verdes foram criados nos últimos anos no mundo no setor de energia renovável (considerando neste setor a energia eólica, solar, biocombustíveis e PCH).

Verifica-se que existem países que se destacam quanto à geração de empregos nos vários tipos de energia renovável, como é o caso da Alemanha, China, Espanha e Estados Unidos. Isto demonstra que estes países estão conseguindo aproveitar o potencial energético que possuem, gerando energia renovável a partir de diferentes fontes.

Entretanto, destes, o país que lidera o número de empregos é a China com geração de 943.200 postos de trabalho, seguido pelos Estados Unidos que possui 406.600, a Alemanha com 230.000 e Espanha com 80.940. O Brasil, que só aparece na produção de biomassa, revela 500.000 postos de trabalho, o que é significativo, pois estes são gerados em apenas um tipo de fonte energética e, considerando-se que os outros tipos de energia (apresentados no quadro anterior) estão se expandindo no país, sinaliza-se um aumento de trabalhadores que devem estar sendo alocados na produção destes.

Verifica-se que o tipo de fonte mais intensiva em mão de obra é a biomassa que representa 52,6% do total de empregos gerados nas diferentes fontes de energia renovável no mundo. Considerando-se que os dados apresentados foram publicados em 2008, este número deve ter sido ampliado no Brasil em função dos empreendimentos financiados pelo Proinfa, até 2010.

Ainda utilizando como base as informações apresentadas pela Unep/OIT (2008), verifica-se a constatação de que a energia renovável gera mais postos de trabalho do que os combustíveis fósseis. Esta informação foi ratificada por Costa e Prates (2005 apud GOLDEMBERG, 2004) por ocasião de um levantamento realizado para averiguar a criação de empregos na produção de combustíveis fósseis e na geração de eletricidade. Foi constatado que as fontes renováveis, exceto a hidroeletricidade, geram mais postos de trabalho diretos do que os combustíveis fósseis.

O número de usinas financiadas pelo Proinfa para geração de energia hidrelétrica, eólica e de biomassa entre os anos de 2008 e 2010 foi de 144, o que permite inferir que foram abertos novos postos de trabalho nestes setores e que estes devem ser somados àqueles existentes até 2008 e que estão apresentados no quadro anterior. Goldemberg e Lucon(2007) consideram que o número de empregos gerados é uma das vantagens das energias renováveis, além dos baixos índices de emissão de carbono e de serem inesgotáveis. Conforme estes autores, a biomassa gera 150 vezes mais empregos por unidade de energia que o petróleo, sendo que a energia solar (fotovoltaica) gera um número ainda maior.

Não obstante, se por um lado isto pode ser visto como uma vantagem em termos de geração de empregos, por outro, pode sinalizar que a produção de energia renovável é intensiva em mão de obra e, desta forma, seriam necessários vários trabalhadores numa pequena usina produtora de energia, com pequena capacidade produtiva em KW, o que aumenta o custo de produção de energia. Com isso, o indicador de eficiência (alocação de mão de obra) impacta e acarreta em outro de ineficiência (aumento do custo de produção), evidenciando o *trade-off* que existe na conciliação entre o econômico e o social.

Diante do incremento que a produção de energia vem apresentando no Brasil, o aumento no número de empregos deve vir como decorrente deste processo, cabendo, a partir de então, averiguar as condições existentes para garantir que a população tenha acesso à energia. Um dos problemas de ordem estrutural existentes no Brasil é a desigualdade na distribuição da renda, o que faz com que exista uma camada muito grande de pessoas consideradas pobres e que, portanto, não contam como abastecimento de serviços básicos como água, saneamento e energia. Uma vez que foram elaborados planos que preveem a expansão da capacidade produtiva de energia e implantados programas para viabilizar esta expansão, tornou-se importante a criação de programas de universalização do acesso à energia, a exemplo do Programa Luz no Campo e Luz para Todos.

A execução destes programas está contribuindo para amenizar o déficit na distribuição de energia que existe no Brasil, principalmente no meio rural. O acesso à energia é condição primeira para garantir, além de aumento no bem-estar e qualidade de vida da população, a possibilidade de realização de atividades de geração de renda. Com a atuação dos programas de eletrificação criados a partir de 2003 houve um aumento no número de domicílios com eletrificação, pois conforme os dados do IBGE/PNAD 2001/02 e 2008/09 demonstram, enquanto em 2002 havia 5,5% do total de domicílios sem acesso à energia no Brasil, em 2009 este número se reduz para 1,1% do total. Na região Nordeste (que apresenta



maior déficit quanto ao acesso de energia) este número cai de 11,1% em 2002 para 2,4% em 2009.

A efetividade destes programas se dá na descentralização do acesso à energia, pois verifica-se que a OIE, quando relacionada à população, apresenta melhorias significativas ao longo do tempo, evidenciando que haverá maior disponibilidade de oferta de energia em relação ao número de habitantes. Aliado a isso, a relação entre o consumo final de eletricidade e a população também evolui de forma crescente até 2030, demonstrando que um número cada vez maior de pessoas deverá ter acesso à eletricidade em suas residências no médio e longo prazo.

Para tanto, as energias renováveis exercem um papel importante enquanto capazes de abastecer sistemas isolados e regiões em que as redes de distribuição de energia ainda não existem. Isto pode ser conseguido com a utilização de cata-ventos para geração de energia através dos ventos, da construção de PCH para geração de energia através da água e encontra-se em fase de teste a utilização de baterias de hidrogênio para geração de energia elétrica em locais distantes.

Garantir o acesso da população às fontes de energia é preocupação de algumas importantes instituições, como é o caso da OEA. Para esta, a energia é vista como um componente motor do desenvolvimento e contribui para a erradicação da pobreza crítica que é um dos maiores obstáculos ao desenvolvimento. Em um dos programas elaborados pela instituição, objetiva-se incorporar as áreas geográficas que são excluídas do planejamento tradicional de energia e de desenvolvimento (como aquelas distantes geograficamente e situadas, na maioria das vezes, no meio rural), por entender-se que estas pessoas precisam ser atendidas.

Para isto, a utilização das energias renováveis também foi sugerida como importante alternativa, principalmente por encontrar-se dentro da proposta de segurança energética, defendida por essa instituição. A proposta da OEA no tocante à energia versa sobre a importância de se desenvolverem sistemas de energia mais limpos, acessíveis e sustentáveis e promover o acesso à energia.

Este trabalho da OEA está relacionado com o que ficou acordado a partir do Plano de Implementação gerado por ocasião da Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável (2002). Neste plano, um dos aspectos bastante ressaltados foi quanto à energia, vista como alternativa para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, o que levou os governos de vários países a se proporem a realizar ações conjuntas e enviar esforços para trabalhar no intuito de melhorar o acesso aos serviços confiáveis de energia.

Para conseguir cumprir este propósito é preciso trabalhar pela implantação de uma melhor eletrificação rural e investir em sistemas de energia descentralizada, promover o uso crescente de recursos renováveis, combustíveis líquidos e gasosos mais limpos, bem como contribuir para o aumento da eficiência energética. Os programas de governo desenvolvidos no Brasil a partir de 2003 parecem trabalhar nesse propósito, procurando contribuir para a erradicação da pobreza nas áreas rurais, periurbanas e urbanas, através da possibilidade de acesso dos pobres aos serviços de energia, concedida de forma descentralizada.

Através da taxa de eletrificação, constata-se que as regiões nordeste e norte apresentam maior déficit de energia. Procurando reduzir os desníveis regionais, o Plano Nacional de Energia 1993-2015 salientou a importância de se enfatizar o atendimento a essas regiões. Nesse plano, a proposta apresentada considerava a produção de energia oriunda da biomassa (florestal e resíduos da cana), eólica e solar fotovoltaica como adequada para a implantação de projetos de demonstração em locais que apresentem custos de geração elevados, quando utilizadas as fontes convencionais. Estas seriam substituídas e poderiam abastecer os pequenos sistemas isolados do interior do país (vilas, escolas rurais etc.) que apresentem déficit de suprimento e elevado custo.

Com base no que foi apresentado, depreende-se que a década de 2000 evidenciou avanços em relação ao acesso da população aos serviços de energia, o que pode ser tecido pelas seguintes constatações:

- I. pelo aumento do número de domicílios atendidos nas diferentes regiões do país;
- II. pelo número de instituições internacionais e nacionais que estabeleceram como diretriz de trabalho a promoção do maior acesso da população à energia;
- III. pela importância que o planejamento energético brasileiro (PLANO 2015) concede à expansão do acesso de energia às regiões mais deficitárias;
- IV. pela possibilidade, apontada tanto por instituições internacionais quanto pelas nacionais, de produzir energia a partir de fontes renováveis para atender locais mais distantes geograficamente e que se tornam difíceis de ser abrangidos pelo SIN.

## CONSIDERAÇÕES ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE A UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E O DESENVOLVIMENTO

Conforme observado, o incremento da participação das energias renováveis na matriz energética mundial deve ocorrer nos próximos anos em virtude de que vários países do mundo estão desenvolvendo ações para aumentar a geração de energia a partir de fontes renováveis. Verifica-se a existência de barreiras a serem vencidas, de novas pesquisas a serem realizadas e a necessidade das instituições ligadas ao setor energético para fazer a disseminação das tecnologias e das informações geradas em cada país para que outros possam utilizá-las como base.

Percebe-se que, por força das exigências dos organismos internacionais quanto à necessidade de diminuir as emissões de gases poluentes, existe uma consciência bem definida por parte das instituições ligadas ao setor energético no que tange ao estabelecimento de ações e mecanismos que visem ao desenvolvimento da utilização das energias renováveis. As modificações que estão ocorrendo ainda são incipientes e recentes, o que faz com que sejam pouco percebidas nos dados estatísticos.

Ainda assim, conforme observado, verifica-se que as bases para a mudança em prol do aumento da utilização de energias renováveis e, conseqüentemente, a gradativa substituição dos combustíveis fósseis por essas, foram realizadas e isto já pode ser sentido no que tange à redução das emissões de gases poluentes na atmosfera, no aumento da oferta de energia, ampliação do número de postos de trabalho em empresas e usinas do setor energético e descentralização do acesso (principalmente no meio rural) à energia no Brasil.

Essa fase inicial de expansão das energias renováveis na matriz energética implica em custos de aprendizagem que irão influenciar no custo de produção da energia e na tecnologia empregada que deverá ser disponibilizada e, posteriormente, disseminada. Passada esta fase inicial, esses custos tendem a ser reduzidos. A partir de então, considerando-se a forma como a sustentabilidade foi definida em termos operacionais, pode-se inferir que com o aumento da utilização das energias renováveis que deve ocorrer no médio e longo prazo a sustentabilidade se altera, conforme apresentado no Quadro 4:

#### Quadro 4 - Modificações na sustentabilidade em decorrência do aumento na utilização de energias renováveis

Aspecto analisado	Varição no nível de sustentabilidade	Dimensão afetada
Nível de emissões de CO2	baixa	ambiental
Nível de oferta de energia	aumenta	econômica
Custo de produção	diminui <sup>2</sup>	econômica
Tecnologia	aumenta <sup>3</sup>	econômica
Postos de trabalho/emprego	aumenta	social
Acesso à energia	aumenta <sup>4</sup>	social

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se que, embora alguns aspectos tenham de ser melhorados (como nível tecnológico, por exemplo) e outros dependam substancialmente da intervenção estatal através de políticas públicas para que apresentem bons resultados, a expansão da utilização de fontes renováveis na matriz energética contribui para o alcance de melhores níveis de desenvolvimento. Isto é verificado pelas variações no nível de sustentabilidade que irão ocorrendo a partir do aumento da utilização das energias renováveis.

Ligada ao conceito de sustentabilidade está a necessidade de tornar as coisas permanentes ou duráveis. Sendo assim, melhorias no sistema como um todo (nas dimensões econômica, ambiental e social) são necessárias para que o mesmo possa adquirir condições de permanência no longo prazo. Para o desenvolvimento sustentável do setor energético faz-se necessária a alocação eficiente dos recursos e fatores de produção, o que possibilitará a durabilidade da sua estrutura de funcionamento no longo prazo.

Para atingir o desenvolvimento, é necessária a existência de recursos naturais abundantes, de políticas públicas bem empreendidas e a capacidade da população para criar um conjunto de elementos políticos, institucionais e sociais que consigam direcionar o crescimento para que consiga atingir o desenvolvimento.

A existência de recursos naturais diversos e abundantes, aliado a um conjunto de políticas públicas que começam a apresentar resultados vêm mostrar o quanto importante é a base institucional de uma nação para contribuir na ampliação de melhores níveis de desenvolvimento sustentável. Resta, no caso do Brasil, o envolvimento da população neste processo, o que ocorrerá com a criação de uma consciência ambiental, fazendo que haja modificação nas ações empreendidas no cotidiano. Isto é fundamental para que se completem os fatores que conduzem ao desenvolvimento,

pois além das mudanças de ordem econômica e social, o desenvolvimento implica em transformações de ordem mental numa população, daí entende-se o porquê de ser um processo e que, como tal, vai ocorrendo lenta e gradativamente.

Um verdadeiro processo de desenvolvimento se constrói com base no que foi definido como necessidade pela sociedade. As instituições, sendo representativas da mesma, podem ter um papel determinante nesse processo. Depreende-se que o que for definido pelo setor energético deve ser feito a partir de um processo de escolha pública e caberá à sociedade civil, em suas várias formas de organização (o Estado entre outras), decidir, em última instância, com base em considerações morais e éticas, as bases para o desenvolvimento desse setor (incluindo, nesse caso, principalmente, o local que abrigará as novas obras e usinas geradoras de energia a serem construídas, bem como o tipo de energia a ser gerada).

## REFERÊNCIAS

BODEN, T.A.; ANDRES, R. J. *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee 37831-6290, U.S.A. Disponível em: <[http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/overview\\_2006.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/overview_2006.html)>. Acesso em: ago. 2011.

CASTRO, F. *Energia eólica não depende só do vento*. 2011. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias>>. Acesso em: jun. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 237, de dez. 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm>>. Acesso em: jan. 2011

ELETROBRÁS. *Dados mensais do montante de energia elétrica fornecido ao PROINFA*. Rio de Janeiro: Eletrobrás: Cgee, 2009. Disponível em: <[http://www.eletrobras.gov.br/EM\\_Programas\\_Proinfa](http://www.eletrobras.gov.br/EM_Programas_Proinfa)>. Acesso em: nov. 2010.

\_\_\_\_\_. *Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 2000*. Rio de Janeiro: MME: ELETROBRÁS, 1982.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Plano Nacional de Energia 2030 – Geração Termonuclear*. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2007.

GOLDEMBERG, J. *Energia, meio ambiente & desenvolvimento*. São Paulo: Edusp, 1998.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. *Revista Estudos Avançados*, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, jan./abr. 2007.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Statistics Division. *Energy Balances of OECD Countries (2008 edition) and Energy Balances of Non-OECD Countries (2007 edition)*. Paris: OECD: IEA, 2007. Available at: <<http://data.iea.org/ieastore/default.asp>>. Access in: jan. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Domicílios com iluminação elétrica no Brasil e por regiões entre 1993 e 2004*. Brasília, DF: Ministério do Planejamento. Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimentos. (Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio, 1993-2004). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: set. 2010.

\_\_\_\_\_. *Domicílios com iluminação elétrica no Brasil e por regiões entre 2003 e 2004*. Brasília, DF: Ministério do Planejamento. Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimentos. (Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio 2001/2002 e 2003/2004). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: set. 2010.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). *Economia Verde: energias renováveis*. São Paulo: IEDI, 2010. (Cartan. 441). Disponível em: <[http://www.iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_441\\_economia\\_verde\\_energias\\_renovaveis](http://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_441_economia_verde_energias_renovaveis)>. Acesso em: nov. 2010.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Innovations in National Energy Efficiency Strategies and Action Plans*. Working Paper. 2007. Disponível em: <<http://www.iea.org/textbase/papers>>. Acesso em: mar. 2009.

MENEZES, É. L.; PINTO, D. P. *Fontes de Energia Alternativa no Brasil*. Juiz de Fora, MG: Laboratório de Eficiência Energética, 2007. Disponível em: <<http://leener.ufjf.br/downloadsartigos>>. Acesso em: jan. 2009.

MERICO, L. F. K. *Introdução à economia ecológica*. Blumenau: Edifurb, 2002.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). *Matriz Energética Nacional 2030*. Brasília, DF: MME: EPE, 2007.

\_\_\_\_\_. *Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)*. Brasília, DF: MME, 2010. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/proinfra>>. Acesso em: dez. 2010.

OLIVEIRA, G. B.; LIMA, J. E. S. Elementos endógenos do desenvolvimento regional: considerações sobre o papel da sociedade local no processo de desenvolvimento sustentável. *Revista FAE*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 29-37, maio/dez. 2003.

RUTTAN, V.W. *Technology, growth, and development: an induced innovation perspective*. New York: Oxford University Press, 2001.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon, UNEP, OITsept. 2008. World Resources Institute. (WRI Annual Report (2010)).Disponível em: < <http://www.wri.org/publication/wri-annual-report-2010> > . Acesso em: jun. 2011.

ZIMMERMANN, M. *Planejamento Energético*. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2007. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br> > . Acesso em: mar. 2010.

