



ENERGIA E SUSTENTABILIDADE NO SÉCULO XXI: O CASO DO BRASIL

RESUMO

Este trabalho enfatiza que a política energética brasileira nas primeiras décadas do século XXI direcionada de forma excessiva no petróleo é um equívoco em função de estarmos numa transição de paradigmas a nível energético-ambiental sobre a base produtiva e centrados na sociedade global para a construção de uma matriz energética sustentável. É necessário priorizar e implementar a gestão estratégica da matriz energética, buscando sua diversificação e fazendo crescer, de forma significativa, a participação das fontes energéticas renováveis com os energéticos diretores do novo paradigma. De modo gradual, deve-se atender às necessidades e à realidade de cada contexto regional, e também nacional, levando em consideração a base energética, o universo de recursos naturais, a estrutura produtiva, o potencial tecnológico disponível e as necessidades de crescimento e desenvolvimento econômico.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; Política Energética; Petróleo.

ENERGY AND SUSTAINABILITY IN THE 21ST CENTURY: THE CASE OF BRAZIL

ABSTRACT

This paper emphasizes that the Brazilian energy policy in the early decades of the century focused excessively on oil is a mistake due to being in a transition of environmental energy paradigm on the basis of productive and focused on the global society to build a sustainable energy sources. We need to prioritize and implement the strategic management of the energy matrix, seeking diversification and growing, significantly, the share of renewable energy sources with the directors of the new environmental-energy paradigm. Gradually, it should meet the needs and realities of each context regional and national levels, taking into account the energy base, the universe of natural resources, the production structure, the technological potential available and the needs of growth and development economical.

KEYWORDS: Sustainability, Energy Policy, Oil.

*Revista Ibero-Americana de
Ciências Ambientais, Aquidabã,
v.3, n.1, Dez 2011, Jan, Fev, Mar,
Abr, Mai 2012.*

ISSN 2179-6858

SEÇÃO: Artigos

TEMA: Políticas Públicas



DOI: 10.6008/ESS2179-6858.2012.001.0004

Manoel Gonçalves Rodrigues

Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5940113046592928>
manoel.rodrigues@terra.com.br

Fernando José Pereira da Costa

Universidade de Santiago de Compostela,
Espanha

<http://lattes.cnpq.br/0908286687921354>
fjpcosta@sapo.pt

Recebido: 25/03/2012

Aprovado: 19/04/2012

Avaliado anonimamente em processo de pares cegas.

Referenciar assim:

RODRIGUES, M. G.; COSTA, F. J. P.. Energia e sustentabilidade no século XXI: o caso do Brasil. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.3, n.1, p.60-79, 2012.

INTRODUÇÃO

Entre os séculos XVIII e XIX, a Revolução Industrial na Inglaterra estabeleceu de forma preponderante o domínio do Paradigma dos Combustíveis Fósseis, primeiramente baseado no carvão e, mais tarde, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, tendo o petróleo como energético diretor.

Este paradigma baseava-se num modelo de elevado nível de voracidade energética com profundos impactos sobre o meio ambiente. A ocorrência dos choques petrolíferos da década de 1970 começa a mostrar as debilidades e aspectos perversos do modelo que caracterizaria o Paradigma dos Combustíveis Fósseis. A partir daí tem início um processo de transição para um novo paradigma energético-ambiental, a saber: o Paradigma das Fontes Renováveis de Energia, no qual assumem importância estratégica a base técnico-econômico-produtiva e a construção de uma matriz energética sustentável, a ter como pano de fundo as questões climáticas e a procura pela configuração de um Acordo Climático Global.

A política econômica deverá passar a interagir sistematicamente com a política energética e com a política ambiental, através da gestão estratégica da matriz energética e da construção de uma sustentabilidade efetiva, de modo a agir mutuamente com todas as esferas da política pública numa perspectiva efetivamente sistêmica. Contudo, a noção de paradigma energético mostra-se insuficiente face à real dimensão do problema e deve ser aprofundada pelo conceito de paradigma energético-ambiental, partindo-se do princípio de que existe uma relação sistêmico-interativa entre energia e meio ambiente. Logo, faz muito mais sentido falar-se em paradigma energético-ambiental do que somente em paradigma energético.

DISCUSSÕES TEÓRICAS

Matriz Energética Sustentável

A construção de uma matriz energética sustentável tem como pano de fundo os impactos do uso desmesurado dos combustíveis fósseis sobre o meio ambiente e as questões climáticas (redução das emissões de carbono). Partindo-se do princípio que as alterações do clima, nesta ou naquela magnitude, têm, de fato, uma significativa componente antropogênica, a implementação de uma matriz energética significativamente mais limpa reforça (e é dialeticamente reforçada) pela configuração de um efetivo Acordo Climático Global, o qual, por sua vez, encontra fortes obstáculos (de ordem diversa) a ser firmado/implementado. Desse modo, por meio da gestão estratégica da matriz energética e da construção de uma matriz energética sustentável, firmar-se-á uma interação sistemática entre distintas esferas da política pública (econômica, industrial, agrícola, tecnológica, energética, ambiental etc.).

Contudo, de acordo com o que é assinalado por Soares e Higuchi (2006, p.574-575), a concentração de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera intensifica-se em razão da ação do homem (fonte antrópica). Em termos médios, as atividades humanas lançam na atmosfera 25 bilhões de toneladas/ano de CO₂ até 2050 o aquecimento médio do planeta estará entre 1,5° e 4,5°. Entretanto, cabe observar que em termos de emissões de CO₂, os países centrais (denominados de industrializados ou desenvolvidos) assumem 65% das mesmas, ficando o restante com os países ditos em vias de desenvolvimento (os países da Periferia/Semiperiferia).

É neste ponto que se atenta para o fato de serem os países centrais (países ricos), em termos históricos, os maiores emissores de poluentes, enquanto os países periféricos/semiperiféricos necessitam de crescer e de promover o desenvolvimento sustentado de suas economias. Este aspecto reveste-se de crucial importância, não apenas no que diz respeito ao passivo histórico-energético, mas também quanto ao fato de que os países periféricos/semiperiféricos terem o direito de crescer, de se desenvolver e de melhorar sua inserção no contexto da economia mundial.

É óbvio que em muitos capítulos as nações em desenvolvimento, com destaque para as economias emergentes da Semiperiferia, não precisam trilhar o mesmo caminho de ineficiência energética e de descuido/agressão ao meio ambiente percorrido pelos países centrais desde a Revolução Industrial inglesa (séculos XVIII e XIX), em virtude do progresso técnico, de técnicas/processos de produção menos energívoros, de métodos mais avançados de organização/gestão da produção/manejo de recursos naturais e energéticos e da introdução de fontes energéticas renováveis, mormente da biomassa.

De qualquer modo, apesar do avanço registrado pela China, os maiores emissores continuam a ser os países desenvolvidos detentores de capital e tecnologia, o que poderia significar, por um lado, um elemento fundamental na busca de critérios mais equitativos na tentativa de se resolver a questão energético-ambiental. No entanto, por outro, este aspecto vem por se constituir num enorme complicador (praticamente num óbice) ao estabelecimento de um Acordo Climático Global. A própria dificuldade em arquitetá-lo, para além de implementá-lo, surge como resultado efetivo da desigualdade e heterogeneidade que marcam a configuração da própria economia mundial. Entretanto, apesar disso, as iniciativas público-governamentais e estratégico-planificadoras afetas à esfera energético-ambiental, devem buscar, como objetivo, a construção de uma matriz energética limpa e sustentável.

Há outras questões a dificultar o alcance de um Acordo Climático Global, as quais, conforme alertam Oliveira e Vecchia (2009, p.957-960), se relacionam à complexidade cada vez maior em nível dos problemas ambientais, dos dados/evidências científicas sobre os mesmos e do grau de confiança com relação à informação apropriada para dar suporte ao processo de tomada de decisão. Na verdade, existiria um grande conjunto de incertezas (a começar pela incerteza científica) com relação às questões ambientais e poucas seriam as análises críticas da incerteza e de seus possíveis impactos sobre o meio ambiente e a sociedade.

Este aspecto abriria espaço para o questionamento da relação entre a componente científica e a política, uma vez que as análises de risco e de custo-benefício, que surgem como suporte aos tomadores de decisão (políticos, gestores e *policy makers*), baseia-se em análises científicas cujos resultados são incorporados como verdades absolutas. Isto, em princípio, não anula a necessidade de se estruturar uma matriz energética sustentável.

De fato, o viés científico-absolutista presente nos modelos de apoio aos processos de tomada de decisão só poderia ser atenuado pela incorporação da incerteza e de suas implicações. Neste sentido, cabe observar que mesmo a questão do aquecimento global antrópico (respaldada por análises de caráter científico) deve ser relativizada pelo levantamento e respectiva caracterização dos atores envolvidos nesse processo, bem como de seus interesses e posições relativas.

Na realidade, o que se considera é que não existe ainda um consenso científico estabelecido acerca da controversa questão das mudanças climáticas e do aquecimento global e muitas vezes a componente política parece sobrepor-se à argumentação científica, dela também se valendo quando vai ao encontro dos interesses que defende. O fato é que existe um mar de incerteza e um enorme/diverso conjunto de interesses entre o alarmismo do aquecimento global e a postura de recusar a associação «ação humana/aquecimento global».

Por outro lado, a retórica do aquecimento global serviria como base ao desatrelamento do carbono do eixo «produção/consumo», conduzindo a uma nova configuração produtiva, energética, espacial e social, baseada em pequenas unidades, núcleos populacionais reduzidos e na rejeição do crescimento econômico, de modo a conduzir a uma sociedade igualitária (o projeto utópico-ecologista).

Contudo, a utopia ecologista não encontra fundamentos mínimos na realidade. As necessidades prementes dos países da Periferia em superar o atraso, debelar os focos de miséria e incorporar as grandes massas de excluídos econômico-sociais a tornam totalmente inviável na prática e apontam para uma intervenção sistêmico-estratégica de cunho energético-ambiental como a única alternativa possível.

Um aspecto extremamente importante na busca por uma matriz energética diversificada e sustentável, instrumento de cunho estratégico de um novo *mix* energético na fase de transição paradigmática e que se mostra coerente com o universo de recursos e o *savoir-faire* tecnológico-energético-produtivo dos países em desenvolvimento e emergentes, principalmente no caso dos países do Trópico Úmido e particularmente na situação do Brasil, diz respeito ao aproveitamento energético da biomassa.

Entretanto, apesar dos avanços registrados nas últimas quatro décadas, no caso brasileiro, conforme alerta Teixeira (2003, p.11-12), o aproveitamento das fontes energéticas oriundas da biomassa (fontes energéticas sustentáveis) ocorre de forma marginal, geralmente inserido em outros sistemas específicos de produção. Nestes, o insumo básico dá origem a diversos produtos.

Assim sendo, a cana-de-açúcar dá sustentação à produção combinada de álcool, açúcar e eletricidade. Por sua vez, o uso da biomassa na indústria não se prende a razões de ordem social ou ambiental, mas pelo fato da mesma mostrar viabilidade técnico-econômica em nível de determinados processos. Deve-se ressaltar o uso da biomassa na cogeração, o qual se maximiza através da geração de calor e potência. Na verdade, tais restrições acabam por se constituir em pontos fortes e oportunidades para a difusão da biomassa em nível da matriz energético-produtiva brasileira (e de outros países do Trópico Úmido).

A relação entre a política econômica e a busca por uma matriz energética sustentável compreende-se pelo fato de que uma maior diversificação da referida matriz, principalmente por energéticos autóctones que tomam como fonte a biomassa, traduzir-se-á em economia de divisas, criação de postos de trabalho, desenvolvimento regional, criação de empresas e geração de renda. Contudo, essa relação só faz sentido se existente, considerada e analisada de forma sistêmico-integral, ou seja, no âmbito de uma abordagem dinâmico-interativa de todas as áreas da política pública. Assim sendo, só num contexto sistêmico no âmbito da *public policy* é que ganha relevo a relação «economia/matriz energética», uma vez que a diversificação/sustentabilidade da mesma terá implicações não somente de índole econômico-financeira como também de caráter industrial, tecnológico, energético, ambiental, etc. Isto fica notório no caso da biomassa para os países do Trópico Úmido, notadamente no caso do Brasil.

A biomassa, e também outras fontes de energia renováveis tais como o aproveitamento da energia do sol e dos ventos, surge como elemento delineador estratégico para que os países em desenvolvimento e emergentes passem não somente a trilhar caminhos mais sustentáveis em termos da sua matriz energética, reforçando sua posição quanto à configuração de um Acordo Climático Global, como também lhe atribuindo menores graus de dependência energética e possibilitando também a consecução da ruptura com a condição periférica e a superação do estágio semiperiférico-emergente via o alcance de um efetivo *upgrade* industrial e tecnológico, de modo a alavancar um real processo de desenvolvimento.

O uso energético da biomassa apresenta diversos aspectos condicionantes. Em primeiro lugar, há que referir a questão da concorrência entre energia e alimentos. Esta poderá existir em países a dispor de reduzidas áreas agriculturáveis e de uma fronteira agrícola limitada, o que não impede o desenvolvimento da agro-energia desde que feito o adequado zoneamento/planejamento agrícola, no qual se contemple a delimitação das diferentes modalidades de cultura e utilização do solo (produção de alimentos, culturas de exportação, pecuária e agro-energia).

Faz-se necessário superar as incertezas quanto às mudanças climáticas, em particular quanto a real dimensão de sua componente antrópica. É também preciso analisar, com isenção, os dados relativos à agro-energia e suas reais implicações. É ainda determinante considerar o dinamismo tecnológico como fator de relevo para a viabilização de alternativas e superação de

restrições e condicionalismos. Por fim, em nível dos países em desenvolvimento e emergentes, somente uma visão estratégica e sistêmica da dinâmica do sistema produtivo pode definir um novo modelo energético de base sustentável, sem se direcionar para o ecologismo fundamentalista ou submeter-se a uma concepção baseada no catastrofismo e no determinismo ambientalista.

A enorme complexidade que permeia o debate acerca do etanol e do biodiesel como alternativas ao petróleo não permite que se caísse em simplismos, mistificações ou retóricas de ocasião tão ao gosto dos ecofundamentalistas. Logo, deve-se evitar, por um lado, a adoção de posicionamentos ufanistas/triunfalistas e, por outro, a contrarrestação inconsequente (pseudo ideológica). Portanto, ao se tentar analisar a questão dos biocombustíveis (a saber: etanol e biodiesel) e dos seus possíveis impactos (energéticos, ambientais, tecnológicos, agrícolas, econômicos, sociais, etc.), deve-se procurar valer-se do rigor científico/metodológico e também de uma visão estratégico-prospectiva que ultrapasse a ótica meramente extrapolatória.

Parte-se do princípio de que a realidade é mutável e que a variável tecnologia, se não pode ser tomada como um *Deus ex machina* (a tecnologia como panacéia), base da visão tecnicista, também não pode ser desprezada como elemento de intervenção, modernização e avanço no sentido de promover mudanças. Na verdade, o etanol e o biocombustível, para além de capacitadores tecnológicos e difusores do progresso técnico, constituem-se em terreno fértil para a utilização de inovações tecnológicas, quer na parte agrícola quer na esfera produtivo-industrial.

De um ponto de vista correto em termos de uma visão marcada pelo rigor científico e metodológico, e considerando-se o caso do etanol no Brasil, cuja implantação data da década de setenta, capacitou-se a indústria metalúrgica no que diz respeito à produção de equipamentos para as unidades alcooleiro-sucroalcooleiras; descobriu-se o papel do vinhoto como adubo; começou-se a utilizar o bagaço para adubar o solo e a queimá-lo em caldeiras, de modo a fornecer calor de processo e a possibilitar a geração de energia elétrica, viabilizando a autogeração e mesmo a cogeração; desenvolveram-se novas técnicas de plantio consorciado para restituir os nutrientes roubados ao solo pela cultura da cana-de-açúcar, etc.

A produção de biocombustíveis tem problemas e traz riscos, mas, por outro lado, viabiliza uma matriz energética predominantemente verde/renovável. Por outro lado, os riscos apresentados pelos biocombustíveis, notadamente na parte agrícola, mostram-se passíveis de serem significativamente minimizados a partir de iniciativas energético-ambientais, políticos-governamentais e público-institucionais direcionadas à porção agrícola, tais como: a implementação de um efetivo zoneamento agrícola; o aproveitamento de terras devolutas ou de terras liberadas pelo crescente avanço da pecuária intensiva em detrimento da pecuária extensiva e o avanço nas técnicas de cultivo e consorciamento com culturas alimentares.

Surgimento do Paradigma Energético-Ambiental

A questão ambiental não pode ser tratada separadamente da questão energética. Portanto, pode-se considerar que se vive hoje uma transição do Paradigma dos Combustíveis Fósseis (não renováveis) para o Paradigma das Energias Renováveis. A transição não é imediata e levará ainda algumas décadas. Entretanto, as fontes energéticas alternativas, ao longo desse período, irão aumentando seu nível de participação em termos da base energético-produtiva, podendo-se mesmo recorrer a determinados recursos energéticos não renováveis, como é o caso do gás natural, menos poluente do que o petróleo e seus derivados e sofisticador de processos e tecnologias.

De acordo com Costa e Rodrigues (2011, p.3), a transição de paradigma será marcada pela introdução de novas fontes energéticas, pela convivência e interação destas com as fontes energéticas tradicionais e por um crescente *mix* de fontes energéticas. Com isso, a partir da interação estratégica e crescente entre a política energética e a política ambiental, se delineará a transição de paradigma energético-ambiental. Na verdade, referir-se apenas a paradigma energético ou a paradigma ambiental confere uma visão limitada da questão. Assim sendo, opta-se por uma abordagem sistêmica e adota-se o conceito de paradigma energético-ambiental.

Por outro lado, valendo-se do contributo teórico de Cazadero (1995, p.16), não se deve considerar apenas a ocorrência de uma Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra nos séculos XVIII e XIX, mas antes de três Revoluções Industriais ao longo da história. A Revolução Industrial inglesa, de acordo com esta abordagem, constituiria a Primeira Revolução Industrial (PRI). A Segunda Revolução Industrial (SRI) ocorreria do final do século XIX aos anos 70 do século XX, sendo marcada pela entrada em cena do automóvel, pelo desenvolvimento de novos métodos em termos de organização/gestão da produção e tendo o Taylorismo-Fordismo como sistema de regulação. Já a Terceira Revolução Industrial (TRI) ocorreria a partir dos anos 70 do século XX. Caso se considere o argumento de que toda Revolução Industrial é, em simultâneo, uma Revolução Tecnológica, a TRI é, sem qualquer sombra de dúvida, a mais tecnológica das Revoluções Industriais. Em razão desse aspecto, pode-se também denominá-la de Terceira Revolução Industrial e Tecnológica (TRIT).

Em cada Revolução Industrial verificou-se a presença de uma ou mais fontes a constituir a sua respectiva base energética. Assim, na PRI tem-se o carvão e já em finais do século XIX e princípios do século XX, o petróleo. Para além do petróleo, a SRI encontra suporte energético na eletricidade e na termonuclear. Entre o final da SRI e o início da TRI/TRIT, entra em cena o gás natural, energético menos poluente que o petróleo e derivados, sofisticador de produtos, processos e equipamentos, mas igualmente um combustível fóssil. Portanto, o que ocorre é que se estabelece, a partir da PRI, o Paradigma dos Combustíveis Fósseis, que permanece vigente ao longo da PRI e em grande parte da SRI.

A ocorrência dos choques petrolíferos da década de 70 do século XX vai marcar o fim do Paradigma dos Combustíveis Fósseis. A crise desse período não é apenas energética ou econômica (estagflação, crise do Estado keynesiano e emergência das propostas neoliberais), mas antes é todo um paradigma que entra em crise e se desmantela. A partir daí, o que se tem é uma longa fase de transição até o estabelecimento do novo paradigma (o Paradigma das Fontes Renováveis de Energia). Vive-se hoje essa transição, que é longa e deverá durar mais algumas décadas, com a entrada em cena das fontes renováveis a coexistir com os combustíveis fósseis.

Conforme mencionam Costa e Rodrigues (2011, p.10), a PRI teve como energético básico o carvão e se afirma, evolui e transita para a SRI com a entrada em cena do petróleo, que em razão de uma série de aspectos favoráveis (combustível líquido de manuseio relativamente fácil, a dispor de reservas amplas e a um preço de mercado reduzido) se converteria no energético diretor da própria SRI, a suportar um modelo de crescimento consumista, energívoro e energo-desperdiçador. A TRI, que tem início em princípios dos anos setenta, coincidindo (e acelerando-se) com a crise do *Welfare State* (provavelmente a sua *débâcle*) e com a hegemonia das teses neoliberais, caracteriza-se pela introdução de um imenso manancial de inovações de índole científico-tecnológica.

Na verdade, conforme registra Chiavenato (1993, p.20-21), todo esse processo seria marcado pelo surgimento de tecnologias genuinamente novas e não apenas pelo simples desdobramentos de tecnologias já existentes, com a crescente aceleração da transformação da tecnologia em produto/serviço prontamente disponível para utilização/consumo.

Consoante àquilo que é observado por Costa e Rodrigues (2011, p.10), a SRI marca também o estabelecimento da energia termonuclear. No final da SRI e princípios da TRI, na opinião deste trabalho mais adequadamente denominada de Terceira Revolução Industrial e Tecnológica (TRIT), por ser a mais tecnológica das Revoluções Industriais, na qual a interação entre a componente científico-técnica e a base industrial alcança um nível nunca antes visto, entra em cena o gás natural. Este, também um combustível fóssil, não renovável e poluente (embora menos que o petróleo e o carvão) passa a constituir uma fileira energética inovadora em nível de processos, equipamentos e usos finais, com nítidas consequências em termos de avanço tecnológico.

Na realidade, no contexto de uma fase de transição entre paradigmas energético-ambientais (do Paradigma dos Combustíveis Fósseis ao Paradigma das Fontes Renováveis de Energia), coincidente com a eclosão e desenvolvimento da TRI/TRIT, há que registrar que tal fato põe à disposição da componente energoambiental todo um manancial de tecnologias de processo, geração e uso final. A fase de transição interparadigmática está a ser marcada pelo primado tecnológico, que viabilizará não somente as fontes não convencionais de energia, como permitirá a coexistência/interação entre estas e os energéticos convencionais.

Desse modo, a petroquímica não deverá ceder tão cedo espaço para a gasoquímica e para a alcoolquímica. Por muito tempo ainda haverá a convivência das três concepções energo-

tecnológicas, podendo-se até pensar na possibilidade de haver interpenetrações de cunho produtivo e tecnológico entre esses três conceitos.

O mesmo ocorrerá com o petróleo, que pode ser otimizado em nível da exploração/produção, da atividade de refino (em termos de produtos petroquímicos) e na esfera do uso final, através de inovações tecnológicas. O progresso técnico assegurado pela TRI/TRIT poderá também disponibilizar novas concepções, no que diz respeito a tecnologias de processo, uso final e produção agrícola para promover a expansão da biomassa, no sentido de avançar para uma matriz energética majoritariamente verde. Portanto, o manancial de inovações tecnológicas criado no bojo da TRI/TRIT dará base/sustento ao processo de transição, possibilitando combinações energo-ambientais de interesse, valendo-se, inclusive, dos combustíveis fósseis, em particular do gás natural, em razão de suas características diferenciais face ao petróleo e do fato de se vir a constituir na base energo-tecnológica da gasoquímica.

De acordo com a análise desenvolvida por Costa e Rodrigues (2011, p.11), o período de transição paradigmática será lento (horizonte temporal de longo prazo), com a utilização conjunta de combustíveis fósseis e energéticos renováveis, com a complementaridade entre eles e com a interpenetração dessas duas modalidades energo-tecnológico-ambientais. A fase de transição paradigmática em termos energético-ambientais já está a ter, como elemento básico de caracterização, a gestão estratégica da matriz energética, não somente no sentido de reduzir a participação dos petroderivados, mas também no que se refere ao aumento relativo dos energéticos renováveis e à diminuição da dependência de fluxos externos de abastecimento de energia.

De fato, para Costa e Rodrigues (2011, p.11), o longo período da transição paradigmática em termos energético-ambientais será marcado por uma intensa/dinâmica atuação do binômio «Energia/Tecnologia», com os avanços científico-técnicos e as inovações tecnológicas criando/viabilizando a utilização de fontes não convencionais de energia. Logo, a mudança ocorre em nível do paradigma energético-ambiental. Portanto, é neste contexto que se deve ter a esfera energoplanificatória como instrumento de estudo/análise e de preparação e conscientização da sociedade, mormente das gerações que viverão este processo de forma mais intensa e presente.

De fato, como é registrado por Singer (1998, pp. 173 e 174), a ocorrência da TRI/TRIT coincide com a entrada em cena da implementação do projeto neoliberal (ou contrarrevolução neoliberal). Em outras palavras, a TRI/TRIT começa a dar os seus primeiros passos em meados da década de 70 do século XX. É nessa época que se aperfeiçoa o microcomputador, barateando a computação e tornando-a mais acessível aos negócios e à maior parte dos consumidores. Houve, a partir daí, uma expansão/difusão acelerada da tecnologia digital a todo o tipo de trabalho industrial, nos serviços e nas atividades agrícolas, o que proporcionaria a obtenção de elevados e crescentes ganhos de produtividade do trabalho. A automação, através do aperfeiçoamento dos robôs (robótica), deu saltos gigantescos, viabilizando a substituição da força humana de trabalho

até mesmo em atividades a exigir inteligência elementar. Assim sendo, seria de se esperar que a TRI/TRIT, enquanto revolução infraestrutural levasse à aceleração do progresso tecnológico.

Na verdade, conforme destacam Costa e Rodrigues (2011, p.14), o que se configura é que a questão ambiental não pode ser tratada separadamente da questão energética. Portanto, pode-se considerar que se vive hoje uma transição do Paradigma dos Combustíveis Fósseis (energéticos não renováveis) para o Paradigma das Energias Renováveis. A transição não é imediata e levará ainda algumas décadas. Entretanto, as fontes energéticas alternativas, ao longo desse período, irão aumentando seu nível de participação em termos da base energético-produtiva, podendo-se mesmo recorrer à interação e interpenetração das fontes renováveis de energia com determinados recursos energéticos não renováveis. Logo, a transição paradigmática (dos combustíveis fósseis para as fontes renováveis de energia) será marcada pela introdução de novas fontes energéticas, pela convivência/cominação e interação destas com as fontes energéticas tradicionais (diversificação crescente da matriz energética) e por um crescente *mix* de fontes energéticas (gestão estratégica da matriz energética).

Por outro lado, de acordo com o que registram Costa e Rodrigues (2011, p.14-15), e isto é mais flagrante no caso das grandes metrópoles e megalópoles da Periferia/Semiperiferia (São Paulo, Mumbai, Calcutá, Cidade do México, etc.), o novo paradigma energético-ambiental passa pelo (re) aproveitamento econômico-conservacionista dos resíduos sólidos urbanos a partir da reciclagem e também pelo tratamento de águas/esgotos, que para além de contrariar a lógica consumista-desperdiçadora e o matiz de degradação ambiental do paradigma transato, contribui, de forma significativa, para a produção energético-alternativa (notadamente de gás metano), em muito colaborando para o estabelecimento de cidades/metrópoles autossustentáveis (um dos pilares do novo paradigma energético-ambiental).

Em nível da transição energético-ambiental, consoante é observado por Costa e Rodrigues (2011, p.15), ganha importância fundamental a questão da conservação e do uso racional de energia. A conservação de energia deve, inclusive, no âmbito do novo paradigma energético-ambiental, bem como na fase de transição interparadigmática, ser considerada como recurso energético. A conservação/racionalização de energia deve ser vista sob dois prismas básicos, a saber: o das fontes energéticas e o dos segmentos de consumo (COSTA, 1990, p.367). A conservação/racionalização de energia articula-se, de entre outros aspectos, com a mudança nos hábitos de consumo, um dos pontos básicos do novo paradigma energético-ambiental, capaz de viabilizar a ultrapassagem do modelo energívoro.

Opção Petrolífera pelo Brasil

A magnitude assumida pelas estimativas com relação às reservas petrolíferas/gasíferas do pré-sal constituir-se-iam, num primeiro momento e numa apreciação ligeira e pouco aprofundada do fato, em motivo de grande preocupação para os que apostam na viabilização/construção de

uma matriz energética verde, renovável e sustentável. E, nesse particular, parece apontar, em termos de política energética nacional, para o atrelamento quase total do País à dependência do petróleo.

Consoante é observado por Martins (2010, p.84), a área da camada pré-sal compreende uma faixa que se estende ao longo de 800 quilômetros entre os estados do Espírito Santo e Santa Catarina, abaixo do leito do mar, estendendo-se por três bacias sedimentares, a saber: Espírito Santo, Campos e Santos. As estimativas apontam no sentido de que a camada pré-sal contenha o equivalente a cerca de 1,6 trilhões de metros cúbicos de petróleo e gás natural. As estimativas apontadas para a partir de 2017 superam 1,3 milhão de barris de petróleo/dia. Uma vez confirmadas essas estimativas, o Brasil será considerado a quarta maior reserva de petróleo do mundo, com todas as implicações daí advindas.

Contudo, pode-se encarar esse evento de três maneiras distintas, a saber: postura imediatista; posicionamento fundamentalista-ecologista e intervenção estratégica.

Em primeiro lugar, pela postura imediatista, o petróleo (e também o gás natural) passaria a ser visto como a panacéia para os males e limitações do País, o que conduziria ao acelerar dos esforços de prospecção e produção, bem como ao crescimento, provavelmente sem limites, dos níveis de consumo desses dois energéticos fósseis, notadamente do petróleo e derivados, com os combustíveis fósseis a assumir a liderança no contexto da matriz energética nacional, fazendo recuar a participação dos energéticos renováveis, o que representaria um retrocesso em termos energéticos, ambientais e tecnológicos. De acordo com esta opção, o País se integraria, a nível mundial, com uma matriz energética majoritariamente composta por combustíveis fósseis, provavelmente num mundo voltado para a utilização das fontes renováveis de energia, com o predomínio de energias limpas/verdes.

Em segundo lugar, pelo posicionamento fundamentalista-ecologista, a opção seria rejeitar os combustíveis fósseis do pré-sal e incrementar o uso de fontes energéticas limpas/renováveis. Contudo, esta visão representaria uma abordagem irreal da problemática ambiental. De fato, o que se vive hoje é a transição entre o Paradigma dos Combustíveis Fósseis (herança da PRI dos séculos XVIII e XIX) e o Paradigma das Fontes Renováveis de Energia. Esta transição de um paradigma para outro tem início na década de setenta (a partir dos choques petrolíferos). Esta transição será lenta (provavelmente dure ainda mais umas boas décadas) e implicará na coexistência/interação entre os combustíveis fósseis e os energéticos renováveis, em razão, inclusive, de restrições tecnológicas e produtivas.

Em terceiro lugar, pela intervenção estratégica, o petróleo do pré-sal, sua disponibilidade, exploração e uso deve considerar as limitações/restrições de cunho tecnológico que se opõem à substituição do petróleo (certos segmentos da indústria petroquímica, por exemplo), sendo necessário promover a gestão estratégica e a utilização racional/parcimoniosa das reservas petrolíferas/gasíferas da camada pré-sal.

Por outro lado, deve-se ter em conta que mesmo que se privilegie a montagem de uma matriz energética verde, renovável e sustentável, não se pode desconsiderar que o petróleo e seus derivados, assim como o gás natural, para além de ainda compor a base energética do País, podem também levar à capacitação industrial/tecnológica em nível da produção de equipamentos e serviços ligados à prospecção/exploração petrolífera/gasífera.

De outro modo, é também possível incrementar as exportações de petróleo, petroderivados e gás natural de modo a obter recursos que possam ser canalizados para o financiamento, o desenvolvimento e a implantação de projetos renováveis de energia, mormente no que diz respeito ao incremento dos esforços de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Na verdade, a abordagem da intervenção estratégica face aos recursos petrolíferos/gasíferos da camada pré-sal e à conveniência de sua prospecção, produção e utilização, relaciona-se não apenas às limitações de cunho tecnológico, industrial e energético, mas também ao fato de que a diversificação das fontes de energia, bem como a substituição das mesmas, não se apresenta como questões de fácil e imediata resolução.

A questão assume níveis de complexidade bastante elevados, pois a opção de cada energético implica numa cadeia distinta (energética, industrial e tecnológica) com uma *rationale* própria e percursos técnico-produtivos específicos. Assim sendo, a fileira petrolífera implica em trajetórias distintas da fileira gasífera ou mesmo da fileira alcooleira.

De acordo com o que é assinalado por Piquet (2009, p.54) e Júnior (2007, p.7), a diversificação das fontes de suprimento de energia assume um papel central, conseqüentemente, representa uma questão fulcral no processo de planejamento dos diversos países, implicando a implementação de ações em distintos domínios, a saber: econômico, tecnológico, ambiental, geopolítico e social. A estratégia de diversificação face ao suprimento energético converteu-se em importante item das políticas energéticas implementadas pelos diversos estados nacionais. No entanto, a procura por fontes energéticas alternativas reveste-se de um significativo grau de complexidade, uma vez que o setor energético compõe-se de várias cadeias distintas. Estas, por seu lado, mostram fronteiras muito bem definidas para cada uma delas, com distintas bases técnicas, produtos e mercados.

Para Vichi e Mansor (2009, p.757), o Brasil tem todas as condições para se posicionar como um dos líderes mundiais em nível do setor energético. O Brasil possui um imenso potencial de geração hídrica (do qual só aproveita 20%/25%) e conta com importantes iniciativas em termos de combustíveis alternativos (etanol e biocombustíveis). Por outro lado, não se podem desprezar as novas reservas de petróleo recentemente descobertas no litoral brasileiro. Contudo, para a consecução do projeto de liderança energética, é necessário promover a manutenção/modernização dos sistemas energéticos e, em especial, incrementar, de forma bastante significativa, os esforços de P&D.

De acordo com Vichi e Mansor (2009, p.758-759), o valor total da oferta interna de energia no Brasil em 2007 ficou ao redor de 240 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Tep), o

que representa um aumento de 5,5% em relação a 2006, equivalendo a 2% de toda a energia produzida no mundo. Em termos *per capita*, a oferta interna de energia foi de 1,29 Tep/habitante, valor inferior à média mundial (1,8 Tep) e cerca de 3,6 vezes menor do que a média dos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), instituição que reúne, na sua maior parte, os países pertencentes ao «Núcleo Orgânico Central» da economia mundial. A não existência de sistemas de calefação na quase totalidade das residências brasileiras é uma fator que contribui, de forma significativa, para o baixo consumo energético *per capita* registrado no Brasil.

A análise do Quadro 01 abaixo mostra que 46% a oferta interna de energia no Brasil referem-se a fontes renováveis, correspondentes à biomassa (31,1%) e à energia hidráulica (14,9%). No que diz respeito à comparação com a oferta interna de energia das demais áreas do globo, há que assinalar os níveis bastante aquém, registrados no resto do mundo e principalmente pela OCDE. Por outro lado, se as diferenças são enormes em nível da energia hidráulica, mais notórias ficam em termos da biomassa. Na verdade, esses dados comprovam que o Brasil, face aos demais países, tem um elevado potencial face à constituição perene de uma matriz energética, verde, limpa e sustentável.

Quadro 01: Comparação da participação de diversas fontes de energia: Brasil, OCDE e Resto do Mundo (2007) (%).

Fontes	Brasil	OCDE	Mundo
Petróleo	37,4	40,6	35,0
Biomassa	31,1	4,2	10,5
Hidráulica	14,9	2,0	2,2
Carvão Mineral	6,0	20,4	25,3
Gás Natural	9,3	21,8	20,7
Urânio	1,4	11,0	6,3
Milhões de Tep	226,1	5.506	11.435
Renováveis	46,0	6,2	12,7

Fonte: Vichi e Mansor (2009, p.759).

Contudo, de acordo com Vichi e Mansor (2009, p.760), ao se tentar chegar ao valor exato das estimativas das reservas recuperáveis de gás natural, está-se longe do consenso. De fato, os dados compilados pelo Conselho Mundial de Energia apresentam uma dispersão de $\pm 4,5\%$ ao redor do valor de 177 trilhões de m³. No entanto, segundo a opinião dos especialistas, subestima-se o gás natural ainda não descoberto. Na verdade, a exploração de gás natural encontra-se num estágio menos desenvolvido que a do petróleo, e muitos campos ainda não foram totalmente mapeados.

Por outro lado, são ainda muito pouco explorados os novos depósitos associados a leitos de carvão (*coal-bed methane*) e outras fontes não-convencionais (por exemplo, o hidrato de metano). De acordo com o Centro Internacional de Informações da Indústria do Gás (CEDIGAZ), as reservas atualmente mapeadas, caso o consumo se mantenha nos patamares atuais, mostram-se suficientes para 130 anos.

Quanto ao petróleo e valendo-se da análise desenvolvida por Vichi e Mansor (2009, p.760), as reservas comprovadas de petróleo, avaliadas pelo Conselho Mundial de Energia e pela *British Petroleum* (BP), são ainda suficientes para permitir uma base de consumo de médio prazo. De acordo com dados do Conselho Mundial de Energia (muito próximos aos da BP), com base nas informações dos países membros, as reservas mundiais eram, ao final de 2005, de 1.238 trilhões de barris (160 bilhões de toneladas), cerca de 117 bbl acima dos valores ao final de 2002. Para além destas reservas, algumas estimativas tidas como otimistas apontam para a possibilidade de recuperação de 244 bilhões de toneladas adicionais, ou seja, um valor 52% superior às reservas comprovadas atuais.

No entanto, consoante o que é colocado por Vichi e Mansor (2009, p.760-761), as expectativas apontam para um aumento do consumo de petróleo durante as próximas três décadas, que saltaria de 85 milhões de barris/dia em 2006 para 118 milhões de barris/dia em 2030, ou seja, um aumento a rondar os 39%. Além do mais, o pico de produção de petróleo deverá ocorrer entre 2010 e 2020.

Em outras palavras, tem-se aqui uma combinação perigosa. A agravar a essa situação à que registrar que sete dos dez maiores consumidores de petróleo não produzem petróleo suficiente para suprir suas demandas, fato que faz soar o alarme da “segurança energética”. De fato, o preço do barril de petróleo saltou de US\$ 25,00 em 2000 para US\$ 140 em junho de 2008, logo antes da crise do sistema financeiro mundial. Em 15/01/2009, o preço havia caído para US\$ 36,22 como reflexo da crise, mas espera-se uma retomada dos preços à medida que a crise for sendo superada.

Como bem observam Vichi e Mansor (2009, p.761), as descobertas feitas pela Petrobras, nos últimos anos, na Bacia de Santos, vêm sendo consideradas pelos especialistas como as maiores descobertas de petróleo no mundo em anos recentes. O campo de Tupi, com reservas de 5 a 8 bilhões de barris, ampliou em 60% as reservas comprovadas da empresa. O denominado petróleo do pré-sal é um petróleo de qualidade superior ao normalmente encontrado no País, já que sua fração de compostos leves é maior, o que facilita o refino. As descobertas do pré-sal poderão levar a um significativo aumento das fontes não renováveis de energia a nível da matriz energética brasileira.

A relação direta entre as expectativas petrolíferas da camada pré-sal e o crescimento dos petroderivados em termos da matriz energética brasileira pareceria, à primeira vista, algo inevitável, mas a substituição do petróleo como fonte de energia ganha relevância em termos ambientais e técnico-industriais, uma vez que existem frações do petróleo que são de extrema importância como matéria-prima para a indústria química.

Na verdade, ao contrário do que sucede com o setor energético, ainda não há alternativas economicamente viáveis para a substituição do petróleo como insumo industrial (à exceção talvez do denominado ‘plástico verde’, obtido a partir da parceria Brasken/Petrobrás). Na verdade,

mencionando-se apenas um exemplo, a utilização do petróleo na indústria produtora de plásticos não implica na emissão de CO₂, uma vez que o carbono permanece fixo no produto final.

De fato, conforme observam Vichi e Mansor (2009, p.761), o petróleo é um produto de extrema valia e não devia continuar a ser queimado em motores. Neste ponto, ganha relevo a questão do transporte de cargas no Brasil, predominantemente rodoviário, o que implica em dizer voraz consumidor de petroderivados. Em razão das suas características (país de dimensões continentais, que não apresenta grandes acidentes naturais), a melhor e mais racional opção para o transporte de cargas (e também de passageiros) para o País é o transporte ferroviário.

Assim sendo, a redução no consumo de derivados de petróleo e a transição para uma matriz energética menos energívora, mais eficiente e com um menor grau de dependência face aos combustíveis fósseis passa, necessariamente, pela ferroviarização do País, mormente no que diz respeito ao transporte de cargas. Considerando-se que aproximadamente 95% do combustível de um automóvel ou caminhão são gastos para colocar o veículo em movimento e nas retomadas de velocidade, fica notória a superioridade do transporte ferroviário sobre o rodoviário. A ferroviarização assumida como projeto surgiria como um exemplo claro da ação de um modelo integrado, sistêmico e estratégico de planejamento, uma vez que a gestão estratégica da matriz energética se entrelaçaria com a reformulação da estrutura de transportes, com a redefinição dos consumos energéticos e com um novo encadeamento industrial/tecnológico.

Desenvolvimento Tecnológico e Sociedade Sustentável

No parque industrial, haveria que incrementar, de forma significativa, os investimentos em P&D, notadamente em nível das tecnologias de processo, novos e mais eficientes equipamentos, racionalização da produção, redução dos desperdícios, conservação de energia, uso racional dos recursos e da matéria-prima e um maior nível de geração de energia, principalmente em eletricidade, de modo a incrementar a autocogeração/cogeração.

Conforme destaca Otaviano (2011), já se estaria a vivenciar a 3^a onda da química, ou seja, a química verde. As duas primeiras ondas da química teriam ocorrido, respectivamente, nos séculos XIX e XX, tomando como energético de base o carvão e depois o petróleo. Valendo-se do contributo de Vichi e Mansor (2009, p.758), há que considerar que a química verde consiste de produtos/processos químicos projetados de modo a reduzir/eliminar os impactos ambientais negativos. O uso/produção destes produtos devem envolver a redução da geração de resíduos, a utilização de componentes atóxicos e um aumento na eficiência global.

A abordagem é bastante efetiva, pois aplica soluções científicas inovadoras a situações reais. No contexto da química verde insere-se o investimento no potencial da biodiversidade brasileira, de forma mais específica a oleoquímica/etanol-química, com o fito de se chegar a uma matriz energética mais rentável, o que implica que se vá muito além do que a simples substituição dos combustíveis fósseis pelos biocombustíveis.

A química verde poderá amenizar os impactos ambientais, para além de promover a substituição do petróleo e derivados nos mais distintos processos químicos (químico-industriais e energia-químicos), promovendo a intensificação do uso de combustíveis renováveis (obtidos a partir da biomassa), que se mostram menos prejudiciais ao meio ambiente do que os petroderivados. No caso do Brasil, há que destacar a posição assumida pelo álcool etílico (etanol) obtido da cana-de-açúcar, como principal opção em termos de combustíveis renováveis, muito embora este possa também ser obtido de outras fontes primárias (mandioca e sorgo sacarino, por exemplo).

Por outro lado, de acordo com Otaviano (2011), o etanol oriundo da cana-de-açúcar pode ser ainda utilizado como matéria-prima (renovável) na produção de polímeros, principalmente de plástico, o denominado 'plástico verde', obtido a partir da parceria Brasken/Petrobrás e comercializado a partir do ano de 2009 valendo-se de tecnologia desenvolvida pela petrolífera estatal brasileira desde o final dos anos 70 do passado século, que possibilita a obtenção de eteno a partir do etanol de cana-de-açúcar, o que se constitui em uma inovação de relevância, quer em termos químicos-industriais, quer a nível energético-produtores quer ainda do ponto de vista energético-ambiental.

Na verdade, consoante o que é registrado por Otaviano (2011), em termos químicos, o polietileno verde e o feito com nafta são idênticos. Entretanto, seus impactos são distintos. O polietileno obtido a partir daquele petroderivado conduz à emissão de gases poluidores e causadores do efeito estufa. Por outro lado, o polietileno derivado do etanol retira o gás carbônico da atmosfera. Quando se utilizam os combustíveis fósseis, um insumo é retirado da superfície da terra, utilizado e descartado na atmosfera. No caso da queima do etanol, parte do gás carbônico é reabsorvido no crescimento da cana-de-açúcar. Portanto, ao se valer do uso do petróleo e dos seus derivados, cria-se um desequilíbrio ambiental, pois se insere CO₂ na atmosfera sem a contrapartida em termos de processos capturadores do mesmo. Assim sendo, no caso do Brasil, o etanol assegura um lugar de destaque no que se refere à química verde.

Conforme é assinalado por Otaviano (2011), apesar da matriz energética mundial ser ainda muito baseada no petróleo e seus derivados, ela apresenta uma tendência à participação crescente da bioenergia, ou seja, a energia derivada da biomassa. Na verdade, de acordo com dados divulgados pelo Ministério das Minas e Energia (MME), em 2006, 87,1% da participação no consumo total de energia no mundo era oriunda dos combustíveis não renováveis, enquanto 12,9% correspondiam aos combustíveis renováveis. Em 2008, no Brasil, 45,4% do consumo total de energia era renovável e 54,6% não renovável. O etanol derivado da cana-de-açúcar elaborado/utilizado no Brasil mostra-se, na opinião de diversos estudiosos, pesquisadores e analistas, como a melhor opção em termos de bioenergia, dotado de um significativo rendimento energético e apresentando um elevado nível de competitividade à escala mundial.

No período 2006/2018, consoante o observado por Nassar (2008, p.22-24), a pecuária brasileira necessitaria incorporar apenas mais 5 milhões de hectares adicionais. Considerando-se

a hipótese de que o rebanho bovino brasileiro deverá crescer em cerca de 20 milhões de cabeças, a maior parte da disponibilidade futura de terras no Brasil para a expansão da produção de alimentos, rações e etanol virá da conversão da área de pastagens em área agricultável sem prejuízo da produção de carne e leite, em razão da intensificação da atividade pecuária.

Existem, na verdade, outras questões, muito presentes em diversas críticas que se fazem ao uso energético da cana-de-açúcar para a produção de álcool etílico e que têm a ver com o empobrecimento/esgotamento do solo, com a forte necessidade de intensos esforços de irrigação e com o elevado uso de fertilizantes de base petroquímica. Contudo, essas críticas, na maior parte das vezes, não encontram fundamento na prática, pois partem de uma visão estático-catastrofista face ao entorno político-institucional, ao escopo estratégico-planificatório e à mutabilidade tecnológica.

No caso específico da cana-de-açúcar, a necessidade de água pode ser suprida por sistemas eficientes de irrigação, que conduzam a uma maior produtividade com um consumo relativamente menor de água, enquanto outras soluções já foram encontradas no caso da fertilização do solo (consorciamento com leguminosas, rodízio das áreas de plantio, utilização da vinhaça como fertilizante e uso do bagaço como adubo), o que evitaria o balanço energético negativo da cultura de cana-de-açúcar destinada à produção de etanol. De fato, a superação dessas limitações implica na realização de intensos esforços de P&D, no aperfeiçoamento constante em nível da engenharia de processo e na consequente elevação do nível de capacitação tecnológica, aspecto a revestir-se de importância estratégica vital para o desenvolvimento dos países em desenvolvimento e emergentes do Trópico Úmido.

Contudo, buscar a manutenção e o acentuar do caráter verde da matriz energética brasileira significa não apenas dotar o setor produtor de etanol (e de biocombustíveis em geral) de uma vasto manancial tecnológico, mas antes convertê-lo numa base energo-tecnológica por excelência. Por outro lado, a pesquisa tecnológica tem avançado no que diz respeito à parte agrário-alcooleira, embora o nível de incorporação tecnológica deva ser aprofundado, de modo a promover um acentuado aumento da produtividade, o que poderá conduzir a uma menor quantidade de área plantada por litros de etanol, aspecto passível de desafogar o conflito «culturas energéticas X culturas alimentares».

Por outro lado, para Costa e Hoeschl (2006, p.30-33), os biocombustíveis constituem uma das formas mais eficientes de diversificação da matriz energética, uma vez que contribuem para a redução de emissão de GEE, constituem-se em motor do desenvolvimento econômico (através da otimização/descentralização dos investimentos) e em elemento promotor do desenvolvimento social (geração de emprego/renda no meio rural). Para tal, torna-se necessário o estabelecimento de mecanismos de apoio à produção/comercialização dos biocombustíveis, o que pode ser conseguido, num escopo mais amplo, no campo das políticas públicas e da base institucional, bem como, em termos mais específicos, através da integração/interação de organismos públicos, instituições privadas e pequenos produtores.

No caso específico do Brasil, conforme atestam Costa e Hoeschl (2006, p.30-33), há a considerar o caso do biodiesel, combustível natural obtido a partir de fontes renováveis e destinado à utilização em motores ciclo-diesel. Na verdade, o biodiesel (enquanto biocombustível) apresenta um enorme potencial no que diz respeito ao alcance de objetivos sociais/ambientais, uma vez que pode vir a promover a fixação do homem ao campo (elemento promotor da formação de uma classe de pequenos/médios produtores agrícolas), estimular a criação de emprego, possibilitar a geração de renda e colaborar para a redução/minimização da emissão de gases que contribuem para as alterações climáticas globais.

Para além disso, em termos estratégicos, a produção de biodiesel objetiva a diversificação da matriz energética, em especial no caso dos países importadores de diesel mineral. De fato, numa abordagem integral-estratégico-interativa, o biodiesel, ao atuar no sentido de promover um maior grau de diversificação da matriz energética, tornando-a mais sustentável, conduz a um nível mais elevado de autossuficiência da mesma.

De novo a recorrer a Costa e Hoeschl (2006, p.30-33), registra-se que, no caso brasileiro, a capacidade produtiva do biodiesel aproxima-se dos 143 milhões de litros/ano. A demanda somente para a mistura de 2% de biodiesel na matriz energética representava 840 milhões de litros/ano e o valor estimado (pelo Ministério das Minas e Energia) com a mistura de biodiesel a 5% seria de 2 bilhões de litros/ano, ou seja, um incremento de quase 140%. Entretanto, o biodiesel apresenta outro aspecto de extrema importância e que se concentra a nível do seu encadeamento produtivo *lato sensu*.

Em razão da forte demanda mundial e da importância assumida pela cadeia do biodiesel para o desenvolvimento do País, consoante o assinalado por Costa e Hoeschl (2006, p.30-33), necessita-se de uma organização do conhecimento e da produção de informações estratégicas. Ao se analisar a cadeia do biodiesel deve-se levar em consideração fatores relacionados à escolha dos insumos/matérias-primas para produção na agricultura, o armazenamento, a caracterização/controle de qualidade, a coprodução e a própria comercialização e distribuição. É neste conceito que ganha importância a gestão do conhecimento na cadeia de biocombustíveis, passando-se a considerar, de forma integral, o universo de recursos afetos à sua produção, a saber: humanos, tecnológicos e de processos.

Deve-se registrar que o biodiesel constitui-se em importante elemento no que diz respeito à sustentabilidade da matriz energética. Implícitos à utilização do biodiesel como combustível encontram-se benefícios da mais diversa ordem (econômicos, sociais e ambientais), uma vez que recorrer ao biodiesel (como, de resto, a todos os biocombustíveis) conduz à geração de emprego e renda, promove a redução de GEE, abre espaço para a abertura de empresas produtoras desse energético, reduz a necessidade de importações de diesel petrolífero reduzindo o nível de dependência energética e o dispêndio em divisas, possibilita o atendimento dos compromissos firmados no âmbito da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

(CQNUMC), para além de abrir significativas oportunidades no que se refere à obtenção de financiamentos internacionais em condições favorecidas no mercado de créditos de carbono.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A definição de um modelo de sociedade está assentada sobre uma determinada base energética e estruturada em função de um determinado modelo econômico. Portanto, cada paradigma vai implicar na hegemonia de uma modalidade de energéticos, nas suas interações e implicações sobre o meio ambiente e num relacionamento biunívoco-interativo com aquilo que se poderia denominar de configuração social *lato sensu*, que o molda e, simultaneamente, por ele é moldada, de modo a perenizar uma determinada base sócio-energético-produtiva e a definir padrões sociais, tecnológicos e organizacionais.

A transição de paradigmas a nível energético-ambiental implica numa postura estratégica, focada na gestão e planeamento, que se traduza por uma intervenção sobre a base produtiva e a construção de uma matriz energética sustentável. Para isto, torna-se necessário implementar a gestão estratégica da matriz energética, buscando sua diversificação e fazendo crescer, de forma significativa, a participação das fontes energéticas renováveis de modo gradual e atendendo às necessidades e à realidade de cada contexto, levando em consideração a base energética, o universo de recursos naturais, a estrutura produtiva, o manancial tecnológico e as necessidades de crescimento e desenvolvimento.

Porém, se constituirá em um enorme equívoco se a política energética brasileira for à direção fortemente vinculada ao petróleo como parece se observar nessas duas primeiras décadas do século XXI. Embora seja importante analisar a situação do Brasil, à luz da sua matriz energética e das perspectivas quanto às reservas petrolíferas e gasíferas afetas à camada pré-sal, deve-se ter em mente que o caminho da sustentabilidade passa necessariamente pela adoção de práticas de consumo responsáveis e o delineamento na busca metodológica de um apropriado indicador e aferição do nível de felicidade humana.

Neste contexto, a construção de uma matriz energética sustentável passa necessariamente pela incorporação de energias limpas no tocante à sustentabilidade e à responsabilidade socioambiental, respeitando as especificidades regionais e promovendo a pesquisa em inovação tecnológica.

REFERÊNCIAS

CAZADERO, M.. **Las revoluciones industriales**. Cidade do México: FCE, 1995.

CHIAVENATO, I.. **Introdução à teoria geral da Administração**. São Paulo: Makron Books, 1993.

COSTA, F. C.; HOESCHL, H. C.. Gestão do conhecimento na cadeia produtiva de Biodiesel. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1. **Anais**. Brasília: MCT/ABIPTI, 2006. p.30-34.

COSTA, F. J. P.. **O papel da conservação nas políticas e programas direcionados ao setor energético.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

COSTA, F. J. P.; RODRIGUES, M. G.. Estratégias de desenvolvimento da América Latina e Caribe face à transição de paradigmas energéticos-ambientais e no âmbito da atual configuração da economia mundial. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE ESTUDOS SOBRE AMÉRICA LATINA E CARIBE, 15. **Anais.** Valência: UPV, 2011.

JUNIOR, H. Q. P. et al.. **Economia da energia:** fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MARTINS, E. O.. Amazônia azul, pré-sal, soberania e jurisdição marítima. **Revista CEJ**, Brasília, v.14, n.50, p.83-88, 2010.

NASSAR, A. M.. Disponibilidade de terra para biocombustíveis e alimentos: chegamos ao limite?. **Cadernos FGV Projetos: Biocombustível**, Rio de Janeiro, v.3, n.7, p.22-24, 2008.

OTAVIANO, C.. Mudança de petróleo para biomassa impulsiona a química verde. **ComCiência**, Campinas, 2011.

OLIVEIRA, M. J.; VECCHIA, F.. a controvérsia das mudanças climáticas e do aquecimento global antropogênico: consenso científico ou interesse político?. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 5. **Anais.** Tupã: ANAP, 2009. p.946-962.

PIQUET, R.. A indústria de gás no Brasil: incertezas, implicações territoriais e perspectivas. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v.12, n.1, p.51-66, 2009.

SINGER, P.. **Uma utopia militante:** repensando o socialismo. Petrópolis: Vozes, 1998.

SOARES, T. G.; HIGUCHI, N.. A convenção do clima e a legislação brasileira pertinente com ênfase para a legislação ambiental no Amazonas. **Acta Amazônica**, Manaus, v.36, n.4, p.573-580, 2006.

TEIXEIRA, M. A.. **Caracterização energética do babaçú e análise do potencial de cogeração.** Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C.. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.3, p.757-767, 2009.