



Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais

Journal homepage:  
[www.arvore.org.br/seer](http://www.arvore.org.br/seer)

## REFLEXÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO BRASIL

### RESUMO

O mundo assiste, desde meados da década de 1970, à transição entre o Paradigma dos Combustíveis Fósseis, emergido com a Revolução Industrial e o Paradigma das Fontes Renováveis de Energia. O primeiro tomou como energético básico o carvão, até o período posterior à Segunda Guerra Mundial, quando o petróleo assume a posição de energético hegemônico. São imensas as possibilidades de combinações entre os combustíveis fósseis, seus derivados e as fontes renováveis de energia, com destaque para os energéticos oriundos da biomassa. Este aspecto, em muitos pontos, é já uma realidade no Brasil, com perspectivas amplas de futuros desenvolvimentos e o significativo peso das energias renováveis a nível da matriz energética brasileira. O País, portanto, caminha para construir uma matriz energética sustentável e limpa. Contudo, as recentes descobertas de petróleo e gás natural na camada pré-sal brasileira podem vir a representar um retrocesso em todo esse movimento, devendo-se adotar uma postura estratégica quanto ao gerenciamento das reservas petrolíferas e gasíferas afetadas à camada pré-sal e também no que diz respeito à gestão da matriz energética do Brasil, e com isso abrindo possibilidades ao desenvolvimento industrial e tecnológico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Petróleo; Estratégia; Matriz Energética.

## REFLECTIONS ON ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN BRAZIL

### ABSTRACT

The world has seen since the mid-1970s, the transition between Paradigm Fossil Fuels, emerged with the Industrial Revolution and Paradigm of Renewable Energy Sources. The first took as basic energy coal, to the period after the Second World War, when oil takes energy hegemonic position. The possibilities are endless combinations and interactions between fossil fuels and their derivatives and renewable sources of energy, especially the energy coming from biomass. In many respects, is already a reality in Brazil, with broad prospects for future developments and the significant weight of renewable energy within the Brazilian energy matrix. The country goes to build a sustainable and clean energy matrix. However, recent discoveries of oil and natural gas in the Brazilian pre-salt on the sea may come to represent a step backwards in this whole movement, and one should adopt a strategic posture regarding management of oil reserves in the pre-salt layer and also with regard to the management of the energy matrix in Brazil for development and technological innovation.

**KEYWORDS:** Oil; Strategy; Energy Matrix.

*Revista Ibero-Americana de  
Ciências Ambientais, Aquidabã, v.4,  
n.2, Jun, Jul, Ago, Set, Out, Nov  
2013.*

ISSN 2179-6858

SECTION: *Articles*  
TOPIC: *Políticas Públicas*



DOI: 10.6008/ESS2179-6858.2013.002.0006

**Fernando José Pereira da Costa**

Universidade de Santiago de Compostela, Espanha  
<http://lattes.cnpq.br/0908286687921354>  
[fjpcosta@sapo.pt](mailto:fjpcosta@sapo.pt)

**Manoel Gonçalves Rodrigues**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5940113046592928>  
[manoel.rodrigues@terra.com.br](mailto:manoel.rodrigues@terra.com.br)

Received: 22/04/2013

Approved: 15/11/2013

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

*Referencing this:*

COSTA, F. J. P.; RODRIGUES, M. G.. Reflexões sobre a Sustentabilidade Ambiental no Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.4, n.2, p.99-110, 2013. DOI:  
<http://dx.doi.org/10.6008/ESS2179-6858.2013.002.0006>

## INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial inglesa, ocorrida entre finais do século XVIII e princípios do XIX, que faria eclodir na Inglaterra a industrialização originária, também denominada de Primeira Revolução Industrial (PRI), marcaria o advento do Paradigma dos Combustíveis Fósseis. No início, a base que dava sustentação energética a esse paradigma era o carvão. Com a Segunda Revolução Industrial (SRI), entra em cena o petróleo, que acaba por deslocar o carvão enquanto suporte energético do referido paradigma, afirmando-se como energético diretor principalmente após a Segunda Guerra Mundial.

O Paradigma dos Combustíveis Fósseis era claramente energívoro, ou seja, 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 transição paradigmática irá exigir que a política econômica passe 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. Por outro lado, cabe assinalar que 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.

O período de transição entre o Paradigma dos Combustíveis Fósseis e o Paradigma das Fontes Renováveis de Energia será longo, ao contrário do que fazem pensar certos posicionamentos teórico-conceituais e políticos afetos ao eco-fundamentalismo e ao radical-ambientalismo, que tentam assumir-se da questão ecológico-ambiental, conferindo-lhe um carácter quase que mítico-ideológico. De fato, conforme é assinalado por Costa e Rodrigues (2010), a mudança de paradigma energético-ambiental levará ainda algumas (ou mesmo várias) décadas a se completar, o que representará a entrada em cena de todo um imenso manancial de tecnologias de uso final e de processo. Na realidade, o longo prazo ou o muito longo prazo que se aponta como o horizonte temporal da transição paradigmática abre um largo espaço para a criação de oportunidades quanto à interação/interpenetração de fontes renováveis de energia com

combustíveis fósseis, a serem estimuladas/viabilizadas pela inovação e pelo progresso tecnológico.

Deste modo, poder-se-ia pensar num uso mais intenso do gás natural (indústria, transportes e geração de energia elétrica), energético de base fóssil mas relativamente menos poluente do que o petróleo e sofisticador de processos, equipamentos e produtos. Poder-se-ia também apontar para a interação de energéticos oriundos da biomassa e combustíveis de base petrolífera/gasífera, viabilizando-se, por exemplo, a triangulação «Petroquímica-Gasoquímica-Alcoolquímica», com todas as implicações que daí advenham, em termos energético-ambientais, tecnológicos/tecno-inovativos e mesmo a nível das cadeias produtivas e dos equipamentos. Portanto, consoante o que registram Costa e Rodrigues (2011), 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.

## **DISCUSSÃO TEÓRICA**

### **O Brasil e o Petróleo do Pré-Sal**

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), 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 trilhão 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 a 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 apresentam 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) e Júnior (2007), 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), o Brasil tem todas as condições para se posicionar como um dos líderes mundiais a 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), o valor total da oferta interna de energia no Brasil em 2007 ficou ao redor de 240,0 milhões de 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 da Tabela abaixo mostra que mais de 45% da 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 a 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 1:** 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	45,1	6,2	12,7

**Fonte:** Vichi e Mansor (2009).

Contudo, de acordo com Vichi e Mansor (2009), 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 m<sup>3</sup>. 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), 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), 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 esse estado de coisas há 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 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), 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 CO<sub>2</sub>, uma vez que o carbono permanece fixo no produto final.

De fato, conforme observam Vichi e Mansor (2009), 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 Sustentabilidade**

No parque industrial, haveria que incrementar, de forma significativa, os investimentos em P&D, notadamente a 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 autogeração/cogeração.

Conforme destaca Otaviano (2011), já se estaria a vivenciar a 3ª 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), 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 energoquímicos), 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 Braskem/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 químico-industriais, quer a nível energoprodutivos 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 insere-se CO<sub>2</sub> 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% correspondia 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), a pecuária brasileira necessitaria incorporar apenas mais 5 milhões de ha. 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 a 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 energotecnologia 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), 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), 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 auto-suficiência da mesma

De novo a recorrer a Costa e Hoeschl (2006), 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), 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 co-produção 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 de 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 planejamento, 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.

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 e 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. Para além disto, a conservação/racionalização de energia acarreta em inovações e desenvolvimento tecnológico em termos de equipamentos industriais e de uso final.

Porém, se constituirá em um enorme equívoco se a política energética brasileira for na 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

COSTA, F. J. P.. **O Papel da Conservação nas Políticas e Programas Direcionados ao Setor Energético**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

COSTA, F. C.; HOESCHL, H. C.. Gestão do Conhecimento na Cadeia Produtiva de Biodiesel. 2006. Disponível: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/agricultura/GestaoConhecimento.pdf>. Acesso: 08 abr 2010.

COSTA, F. J. P.; RODRIGUES, M. G.. Governança, Meio Ambiente e Transição de Paradigmas. Área Temática de Gestão Social e Ambiente. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 7. Anais. Resende: AEDB, 2010.

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

OTAVIANO, C.. Mudança de petróleo para biomassa impulsiona a química verde ComCiência. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, Campinas/São Paulo, 2011.

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

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