

Capítulo 2

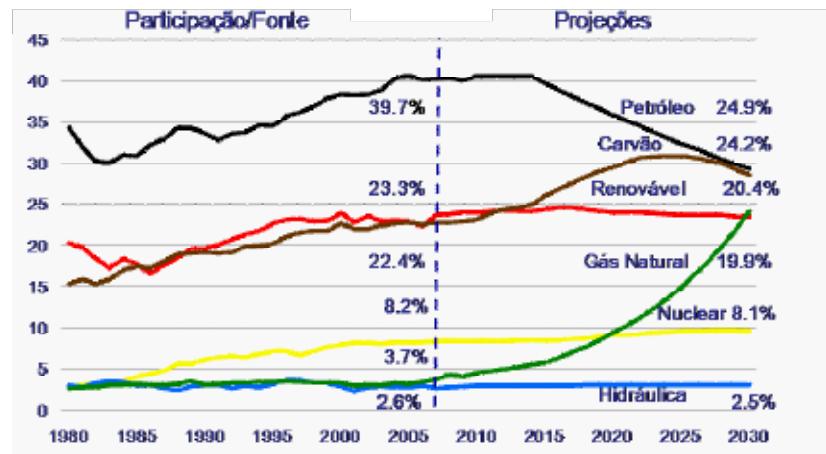
MINERAÇÃO DE ENERGIA



Prólogo

Antônio Fernando da Silva Rodrigues, Geólogo, Gemólogo, MSc
antonio.fernando@dnpm.gov.br

Imagem
MATRIZ DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA MUNDIAL – 1980-2030



Fonte: SWM Ltd., 2009.

O perfeito dimensionamento da disponibilidade de recursos mÍnieroenergéticos radiogênicos e hidrocarbonetos (incluindo-se o potencial hidroenergéticos) é de fundamental importância para o planejamento estratégico e tomada de decisão pública e privada sobre as melhores condições de assegurar a provisão da demanda de energia para o desenvolvimento do País.

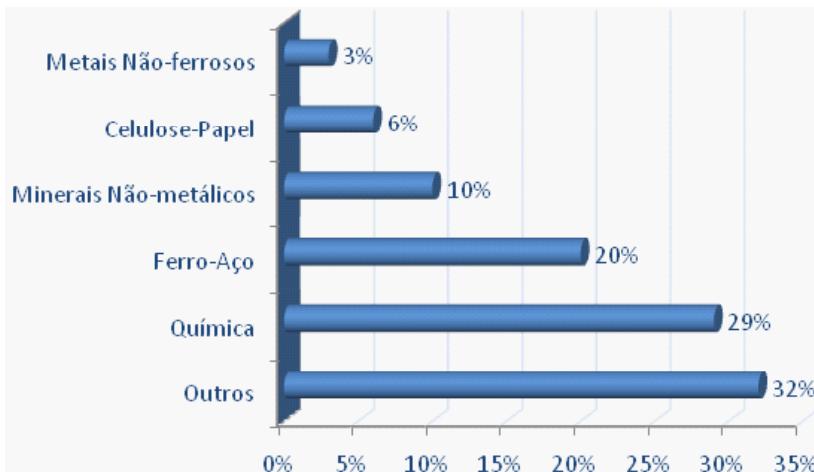
Estudos desenvolvidos pelo Conselho Mundial de Energia sob o título *'Decidindo o Futuro: Cenários e Políticas Energéticas para 2050'*, convergem para as seguintes conclusões:

- ✓ Desafio do setor energético: assegurar a demanda energética mundial crescente, associada ao aumento da população (40% até 2050) e melhoria da renda *per capita*, exige a duplicação da oferta atual, antevendo exigências de restrições à emissão de gases de 'efeito estufa'.

Com efeito, a opção por incluir um capítulo que tratasse da questão da disponibilidade primária de recursos energéticos, adveio da necessidade da abordagem complementar sobre um tema estreitamente relacionado ao desenvolvimento do Setor Mineral, onde há prevalência de três certezas irrefutáveis:

1. Assegurar a provisão da demanda de energia é um tema crítico para todas as Nações;
2. A mineração e a indústria de transformação mineral, categorizadas como eletrointensivas, não fogem a essa realidade, merecendo atenção especial até;
3. A densa malha de drenagem do Brasil e o potencial hidroenergético a ela associado contrasta com um cenário de crescentes demandas sócio-econômicas a serem atendidas; e
4. A ruptura de paradigma no domínio de tecnologia e uso seguro dos minerais radiogênicos – associada ao conven-

Figura 1
CONSUMO SETORIAL MUNDIAL DE ENERGIA – 2007



Fonte: IEA, 2007.

cimento da opinião pública mundial sobre as vantagens da energia nuclear no combate a redução das emissões dos gases de efeito estufa e consequências adversas no aquecimento global – apresentam-se como fatores determinantes à revitalização do Programa Nuclear Brasileiro, componente fundamental na composição da matriz energética nacional.

Conforme estimativas no Balanço Energético Nacional-2009, elaborado pela EPE – Empresa de Planejamento Energético, a oferta doméstica de energia em 2008 foi da ordem de 252,2 tep, 5,6% acima de 2007, equivalente ao crescimento do PIB e garantindo o consumo de eletricidade que cresceu 4% no ano em referência. Admite-se que, ante o efeitos adverso da crise econômica internacional, o crescimento da demanda interna de energia elétrica deverá ser nulo ou ínfimo em 2009, esperando-se que retome a magnitude do crescimento dos últimos anos em 2010: 5% a.a.

A EPE, segundo cenário elaborado no Plano Decenal de Expansão da Energia Elétrica 2008-2017, calcula que para assegurar a provisão de energia elétrica no País – antevendo a expansão dos investimentos em infraestrutura e o aumento do mercado consumidor nacional – serão necessários investimentos da ordem de R\$ 767 milhões até 2017. Para tanto, o setor elétrico (geração e transmissão) exigirá um aporte de 23,6% do total (R\$ 181 bilhões), enquanto o setor de petróleo e gás natural absorverá mais de 2/3 dos investimentos previstos (R\$ 536 bilhões). Para os biocombustíveis líquidos (etanol e biodiesel) estimam-se recursos da ordem de R\$ 50 bilhões (6,5%).

Enfim, sobre a disponibilidade de recursos energéticos primárias, há prevalência de opinião no que se refere à situação de conforto relativo do Brasil, na medida em que o país dispõe de 180 mil MW de potencial hidráulico, além daqueles 109 mil MW já utilizados, associado aos investimentos em curso na construção das usinas no complexo hidráulico da Amazônia: rio Madeira, em Rondônia e rio Xingu, no Pará, cuja capacidade instalada da hidrelétrica de 'Belo Monte' será de 11.233 MW. As expectativas geradas pelos recursos petrogaseíficos 'trapeados' no domínio do 'pré-sal' (megacampos de Tupi e Jubarte), nas bacias de Campos e Santos, estimados na ordem de 50 a 100 bilhões de barris.

PETRÓLEO & GÁS NATURAL

Uma análise sobre o desempenho da economia mundial nos últimos cinco anos evidencia um crescimento médio anual do PIB da ordem de 5% a.a., contrastando com o consumo de energia primária que aumentou 2,5% em 2007 – Ásia: 5% (China 8,4%) e América do Norte (-0,5%) destacam-se como extremos – pouco acima da média da última década (Rennó, 2008).

Estudos apontam que, atualmente, a intensidade de uso do petróleo no PIB mundial é menos que a metade daquele registrado na

década de '70, com o consumo global de petróleo evoluindo 1,2% em 2007, metade do índice registrado nos últimos 10 anos.

Diante desse quadro, era de se esperar um a economia mundial menos vulnerável à volatilidade-preço do petróleo, acentuada a partir de 2003, aproximando-se do patamar de US\$ 150,00/barril em meados de 2008. Atribui-se o fato ao crescimento da demanda dos países asiáticos por óleos leves, registrada no primeiro semestre de 2008.

Neste contexto, apresenta-se uma síntese do panorama do Setor Petrolífero Mundial:

1. As reservas (provadas) mundiais de petróleo são da ordem de 1,2 trilhão de barris;
2. A produção mundial de petróleo é de 86-87 milhões de barris/dia. Arábia Saudita e Rússia despontam como maiores produtores e exportadores de petróleo, seguidos pela Noruega, Irã, outros países do Oriente Médio, México, Venezuela, Nigéria e Angola;
3. A produção mundial de GNP-Gás Natural de Petróleo cresceu 4% em 2007, com a Rússia respondendo pela maior parte desse incremento e assegurando a provisão desse insumo energético para os países da Europa;
4. O consumo global de petróleo é da ordem de 85 milhões de barris/dia, equivalendo a 31 bilhões de barris/ano;
5. Um exercício matemático simplista relacionando reserva/produção permite estimar uma vida útil desse recurso ambiental irrenovável de apenas 40 anos, portanto menos de duas gerações futuras. Adverte-se, contudo, sobre as possibilidades de novas descobertas, de reavaliação de depósitos, dos avanços tecnológicos na exploração, na perfuração, na eficiência na recuperação de óleo saturado nas rochas, no uso-fim de seus produtos derivados (gasolina e diesel automotivos etc.) e na concorrência de soluções alternativas energéticas (diminuindo a pressão da demanda sobre a oferta).

Quadro PETRÓLEO
Cenários de Vida Útil dos Recursos e Reservas Mundiais

| Reservas & Produção | Reservas (bilhões boe) | Produção (boe/dia) | Vida Útil (Anos) |
|----------------------------|------------------------|--------------------|------------------|
| Reservas Atuais – 2008 | 83,9 | 1.150.000,0 | 200 |
| Reservas Prováveis – 2018* | 174,0 | 3.600.000,0 | 132 |
| Reservas Prováveis – 2030* | 305,0 | 5.900.000,0 | 142 |

Fonte: IEA, *apud* SWM, 2009.

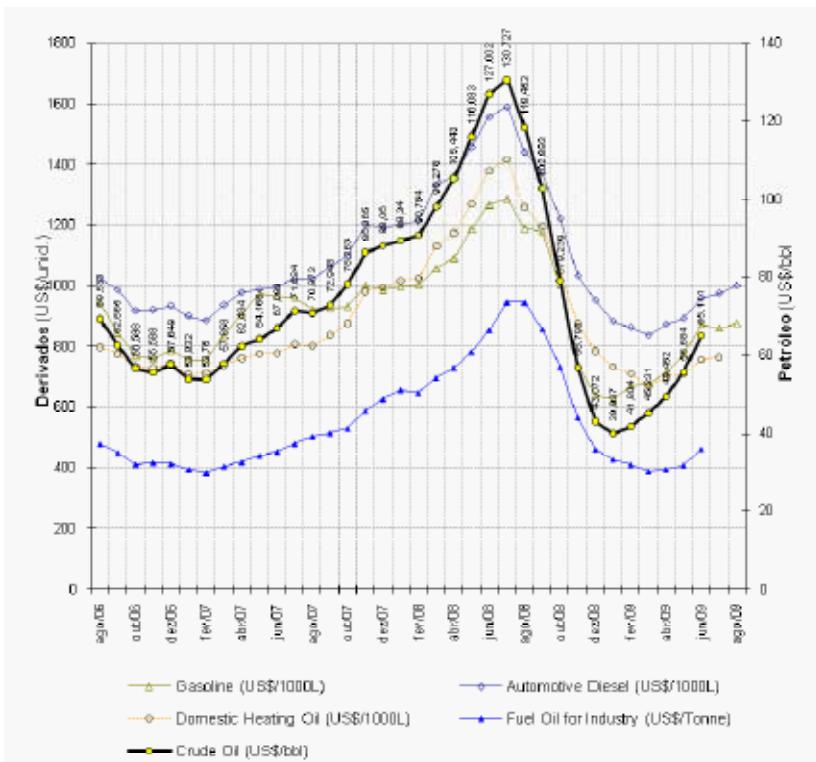
Nota: Estimativas – IEA.

6. Descobertas recentes dos megacampos de 'Jubarte' e 'Tupi', nas camadas pré-sal no domínio geológico das Bacias de Campos e Santos, ampliaram significativamente o potencial de recursos petrogaséifcos do Brasil. As reservas provadas, conforme critérios da *Society of Petroleum Engineers* (SPE), de petróleo e gás natural são da ordem de 14 bilhões boe (em 31dez2008). Adverte-se que essas reservas não incluem as descobertas associadas às camadas pré-sal da Bacia de Santos, ainda em avaliação (Petrobras, 12março2009).

A evolução espiral da crise econômica internacional em 2008, com implicações na escassez de crédito e instabilidade no mercado de *commodities* – associadas ao fator agravante da significativa redução da procura por petróleo dos países da OCDE, no segundo semestre de 2008 – influenciou no superávit da balança oferta-demanda mundial, impactando fortemente na dinâmica de preços do petróleo, promovendo uma brusca inversão na trajetória ascendentes da curva, cujo perfil da cotação do barril do *Brent* que alcançou o pico de US\$ 145,66 mergulhou para o piso de US\$ 34,04/barril. Não obstante, a cotação média do *Brent* ficou na ordem de US\$ 96,99/barril, 33,7% acima da média de preços registrada em 2007.

Figura 2

PETRÓLEO & DERIVADOS: DINÂMICA DE PREÇOS MÉDIOS (AGO-2006 A AGO-2009)



Fonte: OECD/IEA, set-2009.

A despeito do cataclisma financeiro que abalou o sistema capitalista (set2008-jun2009) e das incertezas sobre os rumos da economia mundial pós-crise (jul-2009), o *Plano de Negócios 2009-2013* – conforme Relatório de Atividades da Petrobras-2008 – antevê investimentos da ordem de US\$ 174,4 bilhões: 93,2% no Brasil e 9,8% no

exterior. Os investimentos se concentram em E&P (US\$ 104,6 bilhões) e RTC¹ (US\$ 43,4 bilhões), assegurando-se US\$ 28 bilhões para o desenvolvimento dos recursos do pré-sal, cuja produção média deverá ser de 219.000 bpd em 2013, contribuindo para consolidar a auto-suficiência em petróleo do Brasil. A expectativa é de que a produção média diária supere o patamar de 3.300.000 boed em 2013.

CARVÃO

Não obstante as pressões ambientais crescentes sobre os níveis de emissão de gases de 'efeito estufa', o carvão mantém-se hegemonicó em termos de consumo mundial, com a China liderando o uso para fins metalúrgico e energético. Atribui-se o fato ao avanço tecnológico das usinas termelétricas a carvão a partir da década de '70, particularmente nos sistemas de filtragem na retenção de fuligem e emissão de gases na atmosfera (p.e.: 'chuva ácida' associada ao enxofre).

Mesmo reconhecendo a baixa eficiência metalúrgica do carvão brasileiro, estima-se que as reservas brasileiras de carvão assegurariam a geração de 25 MW/ano para fins elétricos, operando durante 30 anos.

URÂNIO

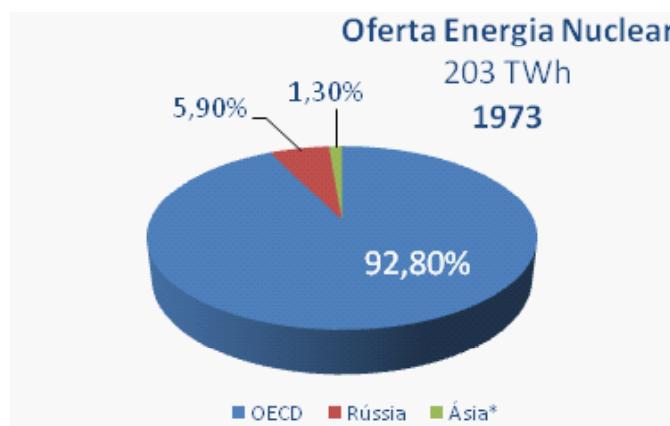
Evidências científicas sobre os fenômenos de mudanças climáticas planetárias têm induzido o aumento da pressão ambiental sobre a necessidade de maior compartilhamento de responsabilidade entre as Nações – *Tratado de Kioto (2002)* e *Conferência de Copenhague (2009)*, sobre o controle e redução progressiva nas emissões de gases de 'efeito estufa'.

Este cenário tem contribuído na consolidação de paradigmas sobre as fontes primárias na geração de energia: segura e limpa. É nesse ambiente que a energia físsil – juntamente com a solar, a eólica

e os biocombustíveis líquidos – emerge como fonte alternativa às tradicionais opções fósseis: carvão e petróleo.

A participação da energia radiogênica na composição da matriz energética global é 7,5%, contabilizando-se 413 GW a capacidade instalada mundial das usinas nucleares. O consumo mundial de energia nuclear evoluiu apenas 1,6%. Entretanto, observa-se a retomada do interesse político na ampliação do uso dessa importante fonte de energia primária, evoluindo tanto no conceito de forma de ‘energia limpa’ quanto na simpatia e aceitação dos ambientalistas como condição – a partir do domínio tecnológico da geração de energia físsil, associado ao desenvolvimento de reatores-usinas seguras – capaz de minimizar as emissões de gás carbônico, o ‘efeito estufa’ e o aquecimento global.

É convicção corrente que a maior eficiência energética, associada às exigências ambientais no que se refere ao corte radical na emissão de carbono, são fatores determinantes à ampliação do domínio tecnológico e uso de energia derivada de fontes minerais radioativos. Estima-se que a participação da energia nuclear na matriz energética mundial alcance a ordem de 20% em 2050.

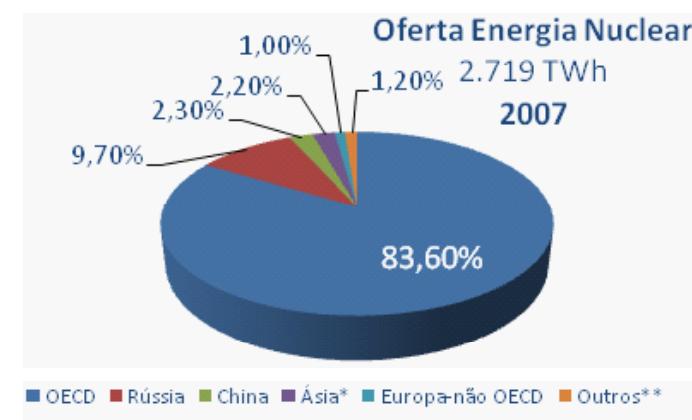


Fonte: IEA, 2009.
Nota: *Exclusive China.

É nessa perspectiva de mudança de paradigma, evolução semântica de conceito de ‘energia limpa’ e sustentabilidade ambiental e, fundamentalmente, de superação de preconceitos que o Brasil se insere, propugnando-se uma discussão ampla sobre a necessidade de redefinição do ‘marco legal’ da pesquisa mineral, lavra e beneficiamento de rochas e minerais radiogênicos, de modo que se redefina a ‘agenda de planejamento energético do País’, assegurando as condições necessárias e suficientes para acelerar o aproveitamento desses recursos ambientais.

A propósito, não obstante a Geodiversidade encerrar e carecer do adensamento da pesquisa mineral de ambientes radiogênicos, o Brasil situa-se na 6ª posição do ranking mundial de países detentores de reservas de urânio, cujas jazidas seriam suficientes para a geração de 35 mil MW de energia nuclear por um horizonte de tempo de 40 anos.

O Brasil atento aos movimentos político e econômico mundial, em particular às mudanças da opinião pública mundial sobre as fontes alternativas de energia e a tendência crescente de maior aceitabilidade dos minerais radiogênicos como melhor opção ao enfrentamento



Fonte: IEA, 2009.
Nota: **Inclui AL, África e Oriente Médio.

dos riscos de aquecimento global, apresentam-se como fatores determinantes ao revigoramento do Programa Nuclear Nacional.

Nessa perspectiva, a Indústria Nucleares do Brasil (INB), registra como um dos principais fatos em 2008 a autorização da Comissão de Energia Nuclear (CNEN), em conformidade com as exigências da Agência Internacional de Energia Nuclear, para enriquecer urânio em escala industrial, cujo projeto rumo à autossuficiência na provisão doméstica de insumos para a fabricação de combustíveis nucleares, prevista para 2014. Destaca ainda o processo de modernização dos laboratórios na Unidade de Tratamento de Minério Caldas (MG) e o início das atividades de prospecção e pesquisa mineral de urânio e minerais pesados (ilmenita, monazita, rutilo e zirconita) em Caetité (BA), Buena (RJ) e Rio Cristalino (PA), a partir de contrato formalizado com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Conforme anúncio da INB, a parceria formalizada com a Galvani S.A., permitirá a recuperação de urânio e tório do ácido fosfórico, produzido na mina de Itataia, localizada em Santa Quitéria (CE), cuja capacidade instalada nominal do complexo industrial verticalizado de lavra e beneficiamento do fosfato uranífero é da ordem de 240.000 t/ano de fosfato (P_2O_5) e 1.500 t de urânio (U_3O_8).

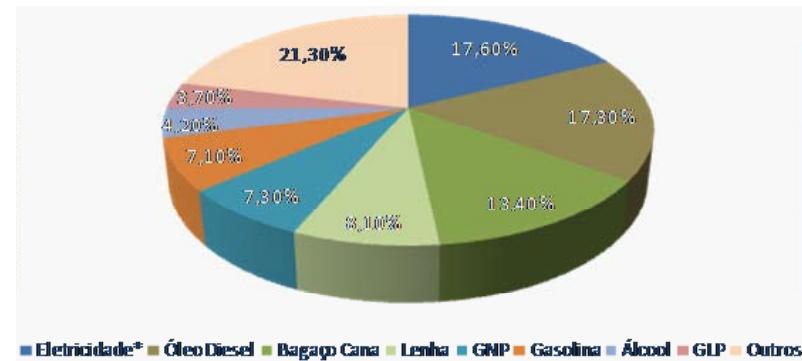


ENERGIA HIDRÁULICA

O Brasil – categorizado como país emergente, ao lado da Rússia, Índia e China, grupo rotulado BRICs – recentemente ranqueado entre as dez maiores economias do mundo e detentor da 5ª maior população do Planeta, é considerado um modesto consumidor de energia quando comparado àquelas economias desenvolvidas (Fig. 01).

Conforme a ANEEL as hidrelétricas respondem por cerca de 80% de toda a energia elétrica gerada no Brasil, revelando uma situação confortável do País no que se refere a disponibilidade de um potencial hídrico ainda inexplorado da ordem de 70%, dimensão que expressa e assegura a demanda futura de energia limpa na composição da matriz energética nacional.

Figura 1
MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL-2007
Total Consumo: 201.409 milhões TEP.



Fonte: BEM, 2008 – EPE/MME.
Nota: *80% origem hídrica.

A título de comparação, enquanto no Brasil a provisão da demanda de energia elétrica é assegurada em torno de 13,8% pelas fontes limpas de geração hídricas, no mundo essa participação cai pela metade (6,4%).

Considerando os investimentos em infraestrutura as hidrelétricas exigem maior aporte de recursos na fase de implantação, desonerando significativamente na fase de manutenção, com o retorno de capital garantido pela vida útil longa da usina, associada à reconhecida relação positiva benefício/custo na geração de energia que depende tão somente de um recurso ambiental (matéria-prima) associado ao *ciclo natural da água* (precipitação/chuva, infiltração/escoamento, reservatórios em subterrâneos e superficiais/lagos).



Fonte: BEM, 2008 – EPE/MME.

Apenas para registro, a geração de energia de origem hidráulica mundial evoluiu cerca de 3,5% em 2007. Atribui-se esse índice de crescimento à expansão da capacidade instalada da usinas hidrelétricas na China, na Índia e no Brasil.

BIBLIOGRAFIA

RENNÓ, J.M. *Brasil: Balanço Energético*. Carta Mensal. Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo. v. 54, nº 639. p.52-67. Jun. 2008.

INB-Indústrias Nucleares Brasileiras. *Relatório de Atividades-2008*. Rio de Janeiro: INB Rio. 97p.

PETROBRAS. Petróleo Brasileiro S.A. *Relatório de Atividades-2008*. Rio de Janeiro: KPMG Auditores Independentes. In Gazeta Mercantil, 16março2009. p. A31-A70.

IEA – International Energy Agency. *Key World Energy Statistics – 2009*. Disponível em: www.iea.org. Acesso em: 13out2009.

Conselho Mundial de Energia sob o título '*Decidindo o Futuro: Cenários e Políticas Energéticas para 2050*'. Disponível em: Acesso em: