

# Energia e degradação do ambiente

## De outro modo: a Arca de Caronte ou a Síndrome da Ilha de Páscoa

José Enoir Loss

Engenheiro Mecânico, Pesquisador da FEE

“Orgulho!  
Por quê?  
Se, como vermes, consumimos a azul maçã de um belo pomar de estrelas...”

### Preâmbulo

Tal como uma poeira cósmica presa a uma estrela média<sup>1</sup> na periferia de uma galáxia de tamanho médio, a Terra — azul planeta do ar e da água — germinou a vida e da vida, a consciência. Então o homem, consciência da Terra, se propôs a dominar a natureza, esquecendo que dela faz parte: e o caos se fez. E hoje, arca perdida em meio ao mar revolto, procura pelo Monte Ararat...

### Introdução

A crise da civilização diante da qual a humanidade se encontra na atualidade agregará, brevemente, à crise financeira dois fatos pululantes, consequência do desenvolvimento depredador, centrado no consumo de energéticos não renováveis:

- os limites dos recursos naturais que vêm sendo alertados pelo Clube de Roma desde os anos 70; e
- a degradação do meio ambiente:  
Estamos matando o mundo...
- reduzindo a biodiversidade;
- esgotando os recursos naturais:
  - secando os mananciais de água potável;
  - derretendo as calotas polares e as glaciais;

- esgotando os solos produtivos;
- desnudando a terra de suas florestas naturais;
- rarefazendo a camada de ozônio;
- acidificando os oceanos;
- afogando o Planeta em plásticos;
- saturando a atmosfera, os mares e os solos de produtos tóxicos;
- aumentando a tendência do aquecimento da Terra;
- elevando o nível dos mares; e
- aprofundando a diferença entre os pobres e os ricos.

Problemas que podem levar a uma crise vários países e comprometer o desenvolvimento futuro.

Esses fatos estão a exigir soluções imediatas. Na energia, encontramos um dos fatores mais críticos, pois ela é o suporte de todo e qualquer procedimento produtivo e gerador do bem-estar e está no cerne do desenvolvimento dos povos. Ela foi, é e será indispensável em qualquer ação humana. Por outro lado, a energia que flui no atual modelo de desenvolvimento é centrada, fundamentalmente, em fontes fósseis não renováveis<sup>2</sup>, principais geradoras dos gases<sup>3</sup> de efeito estufa<sup>4</sup>.

O homem está, em duas centenas de anos, devolvendo ao ambiente, de forma dispersa, o que a natureza levou milhões de anos para concentrar em ilhas de sintropia e em florestas. Seus efeitos estão se fazendo sentir principalmente no agravamento do aquecimento global e nas suas consequências. Nos últimos anos, o culto ao consumo tem levado a humanidade à demanda, sem precedentes, da multiplicidade de bens, de produ-

<sup>2</sup> Carvão mineral, petróleo e gás natural.

<sup>3</sup> Os principais gases de efeito estufa são dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

<sup>4</sup> Efeito estufa é um fenômeno natural, através do qual a terra permanece aquecida, ao impedir que os raios solares sejam refletidos para o espaço, e a terra perca seu calor.

<sup>1</sup> O sol, na classificação estelar da Astronomia, é uma estrela de “classe G2”.

tos e serviços cada vez mais sofisticados, acelerando o gasto dos energéticos não renováveis ao ponto de saturar os sistemas de regeneração do ambiente, pondo-nos diante das perigosas mudanças climáticas e expondo o mundo a um iminente colapso ambiental. O aquecimento global tem sido o principal desafio enfrentado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).<sup>5</sup>

Novas tecnologias têm trazido ganhos no consumo de energia em relação ao PIB, mas estes não têm sido suficientes para compensar o imperativo aumento do consumo de energia provocado pelo crescimento demográfico e pela avidez e insaciabilidade do avanço do mercado globalizado. Acrescente-se a isso o intenso empenho na superação do atraso dos países emergentes e dos subdesenvolvidos, cujo desenvolvimento tem demandado volumes significativos de energia, predominantemente fósseis.

Hoje nos encontramos diante de um impasse crucial: até 2050, necessitaremos que os países desenvolvidos reduzam as emissões dos gases de efeito estufa a 80% das emissões do ano de 1990, com reduções de 30% até 2020, sendo que as emissões nos países em via de desenvolvimento deverão maximizar-se em 2020, com reduções de 20% em 2050 (Rel. Desenv. Humano, 2007, p. 48), para que possamos refrear o perigoso aquecimento da Terra, aquecimento que traria profundas dificuldades às nações, principalmente às da periferia. No entanto, devido ao crescimento populacional e à desejável conquista do seu bem-estar, se o desenvolvimento necessário for dentro do atual sistema produtivo, serão necessários volumes crescentes de energia, fato que aponta o aumento daquelas emissões para muito além do desejável.

**No Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 — combate às alterações climáticas da ONU, vemos:**

Compreender as evidências científicas relativamente às alterações climáticas é ponto de partida para compreender os desafios colocados ao desenvolvimento humano no século XXI [...] Essas conseqüências poderão fazer a ponte entre retrocessos para desenvolvimento humano no curto prazo e verdadeiros desastres ecológicos a ocorrerem no longo prazo. (Rel. Desenv. Humano, 2007, p. 31).

A combustão do carvão e do petróleo, associada à utilização do gás natural, transformou as sociedades, tornando possível uma produção de energia capaz de levar a um vasto alargamento da riqueza e da produtividade. Mas também fomentou as alterações climáticas. (Rel. Desenv. Humano, 2007, p. 32). As desigualdades nas emissões de carbono em conjunto ou *per capita* estão intimamente relacionadas com as mais vastas desigualdades. Espelham a relação entre o crescimento econômico, o desenvolvimento industrial e acesso aos serviços de eletricidade. Essa relação chama a atenção para um assunto importante do desenvolvimento humano: as alterações climáticas e a redução do uso excessivo de combustível fóssil podem ser os maiores desafios do século XXI, mas um desafio igualmente urgente e mais imediato é o alargamento da disponibilização sustentável de energia às populações pobres do nosso mundo. (Rel. Desenv. Humano, 2007, p. 43). As alterações climáticas tocam um ponto fundamental na relação entre as pessoas e os sistemas ecológicos [...] Muitos dos impactos que advirão com as alterações climáticas consumadas tocarão aspectos da vida humana e do ambiente intrinsecamente valiosos — e não podem ser reduzidos à economia da folha do livro razão. (Rel. Desenv. Humano, 2007, p. 65).

Cumpramos lembrarmos que aproximadamente 70% das emissões de gases de efeito estufa no Brasil e na África Subsaariana são provenientes das mudanças na utilização das terras e das florestas para usos agropastoris.

Assim, podemos afirmar que a energia tem um papel fundamental no processo de desenvolvimento dos povos, seja por sua condição de recurso natural indispensável, seja por ter sido, até hoje, a maior responsável pelo acúmulo, na atmosfera, de gases de efeito estufa.

Em resumo, neste início do século XXI, encontramos-nos diante de um dilema crucial para o desenvolvimento: precisamos de quantidades crescentes de energia, e, na contramão da História, faz-se necessária a drástica redução das emissões dos gases de efeito estufa. Ou, conforme Isnail Seregeldin (1993), “Se não houver maior proteção ao meio ambiente, o desenvolvimento será impossível, e, se não houver desenvolvimento acelerado nos países pobres, as políticas ambientais fracassarão”.

A seguir, o texto analisa, em primeiro lugar, os aspectos gerais do consumo dos energéticos não renováveis<sup>6</sup>

<sup>5</sup> IPCC é o grupo intergovernamental de cientistas para as mudanças climáticas, criado conjuntamente, em 1988, pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com a delegação de analisar as informações científicas necessárias para abordar o problema das mudanças climáticas, analisar suas conseqüências no meio ambiente e formular estratégias de respostas realistas.

<sup>6</sup> Os energéticos não renováveis são: o carvão mineral, o petróleo e o gás natural. Neste texto, não estamos analisando os energéticos ditos nucleares.

e suas correlações com a geração de gases de efeito estufa. Segue uma rápida apreciação dos impactos socioeconômicos decorrentes do aquecimento do Planeta, consequência do excesso de gases de efeito estufa na atmosfera e formas mais viáveis para a mitigação daqueles gases. Nas Considerações Finais, assentadas na irreversibilidade do processo do aquecimento global, mostramos a urgência da aplicação dos processos de mitigação, a fim de minimizar os efeitos indesejáveis e a necessidade de adaptação dos diferentes povos para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas.

## Da energia não renovável

A apropriação e o controle dos recursos naturais intermediado pela energia foram, desde o aparecimento do homem, fatores de sua evolução. Nos primórdios, o domínio do fogo, em que a floresta era a principal fonte dessa energia, acarretou, juntamente com as necessidades para construção e equipamentos, os primeiros desmatamentos desvinculados das causas naturais.

Apesar de perdurar, até hoje, o consumo de madeira como fonte de energia, o carvão mineral, utilizado na era moderna, foi o combustível que embasou e garantiu a intensidade energética necessária às novas tecnologias que fomentaram o aumento da produtividade sem precedentes da revolução industrial. No fim do século XIX e início do século XX, a entrada em cena do petróleo — combustível abundante, de alta densidade energética, de baixo custo e de fácil manuseio — foi um dos fatores fundamentais e facilitadores do desenvolvimento do fordismo funcionalista e germe do desenvolvimento consumista da atualidade.

Hoje os combustíveis fósseis contribuem com 80% de toda a energia consumida no mundo. Se a tendência atual do crescimento econômico for mantida, em 2030 a demanda mundial de energia será 60% (Como..., 2003, p. 34) maior do que o consumo atual. Diante das urgências energéticas do sistema e levando-se em conta o tempo necessário de pesquisa para desenvolver e disponibilizar as tecnologias de forma industrialmente e economicamente viáveis, a inércia do sistema em efetivar as substituições para essas novas tecnologias, o custo de sua implantação, a desconfiança do empresário em investir em processos inovadores, a aceitação da população para o uso de novas tecnologias e a insaciabilidade do crescente mercado globalizado, é bem provável que tenhamos, ainda por alguns anos, dependendo dos cenários futuros, a pesada presença dos energéticos não renováveis. Esse fato deverá gerar um crescimento das

emissões de CO<sub>2</sub> na ordem de 25% a 90% a mais das atuais emissões até 2030, segundo o Informe Especial do IPCC sobre cenário de emissões.

O carvão mineral, cujas reservas são consideráveis, é o combustível mais barato, porém também é o mais sujo que existe. Seu consumo, no ano de 2005, foi de mais de seis bilhões de toneladas (2,9 bilhões de toneladas equivalente de petróleo). Alguns países ainda baseiam sua economia no carvão mineral, como o energético principal na geração de energia elétrica: nos Estados Unidos e na Alemanha, 50% da energia elétrica é gerada com carvão mineral; na Índia, é de 70%; e, na China, de 80%. Em 2004, a China projetou a implantação de novas unidades a carvão mineral para geração de energia elétrica, equivalente a 762 usinas de 500 megawatts cada; os Estados Unidos, 126; e a Índia, 112.

O petróleo, por suas qualidades apresentadas anteriormente, é o combustível mais utilizado no mundo, portanto, o mais cobiçado e razão de muitas disputas e guerras. Em 2005, foram consumidos cerca de 4,1 bilhões de toneladas. A previsão da demanda global em 2015 é de 99 milhões de barris diários. Hubbert<sup>7</sup>, quando fez seus estudos relativos ao declínio da produção do petróleo, apontou uma possível inflexão das reservas mundiais no entorno do ano 2010. Hoje o chamado Pico de Hubbert<sup>8</sup> foi deslocado para um futuro mais distante, graças ao avanço de novas tecnologias, que permitiram: a recuperação do óleo remanescente de poços esgotados; as descobertas no Brasil, como o pré-sal (tecnologia de águas profundas desenvolvida pela Petrobrás); o acesso aos mananciais do polo norte devido ao degelo da calota polar; e as tecnologias com preço competitivo para a extração do óleo das jazidas de Oil Shale (areias betuminosas) nos Estados Unidos e no Canadá.

Quanto ao gás natural, opção mais limpa dos energéticos não renováveis, seu consumo tem mantido um crescimento significativo em relação aos outros energéticos, devido, principalmente, ao seu uso na geração de energia elétrica. Em 2005, o consumo mundial foi de 2,3 bilhões de toneladas equivalente de petróleo.

Atualmente, são retirados do subsolo, por ano, cerca de 7 bilhões de toneladas de carbono contido nos combustíveis fósseis, que são transformadas em gases de efeito estufa, valor que tem indicado ser excessivo, pois ultrapassou a capacidade da natureza de reciclagem

<sup>7</sup> Dr. King Hubbert (1903-1989), geofísico estadunidense.

<sup>8</sup> Ponto da curva projetada por Hubbert, a partir do qual a humanidade passará a gastar a segunda metade do *stock* de petróleo das suas reservas provadas possíveis.

do CO<sub>2</sub>. Caso o crescimento mundial das três últimas décadas se mantenha no futuro e a base energética continue consumindo os não renováveis, no ano de 2056 serão retirados do subsolo 14 bilhões de toneladas de carbono (Energia..., 2006, p. 53) ao ano, gerando volumes indesejáveis de gases de efeito estufa.

Estamos, por outro lado, diante de um problema que não deve ser desconsiderado: o esgotamento das jazidas de petróleo e de gás natural previsto para o entorno do ano de 2050. Isso, se é uma boa notícia para superar as questões ambientais relacionadas ao aquecimento da Terra, deve, por outro lado, nos alertar para as dificuldades relativas à sua substituição, em futuro próximo, por outras formas de energia, pois não há ainda estrutura e tecnologia disponível que garantam essa substituição frente ao imenso volume consumido nos dias de hoje. A falta desses energéticos afetará a base do atual sistema urbano consumista, no que se refere a sua mobilidade e estrutura de trocas. A superação deve se dar, no entanto, junto dos encaminhamentos necessários para a urgente solução da questão do meio ambiente, através da mitigação da geração dos gases de efeito estufa.

Na contramão do Protocolo de Kyoto (1997), a demanda de energéticos não renováveis tem sido crescente, o que tem aumentado as emissões de gases de efeito estufa. O relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas informa-nos que, entre os anos de 2000 e 2006, os 40 países mais industrializados do mundo elevaram as emissões de gases de efeito estufa, em média, 2,3%. A partir de 2000, as emissões cresceram mesmo nos países que assinaram o Protocolo de Kyoto. O antigo bloco soviético e o Canadá foram os que registraram os maiores aumentos, 21,3% desde 1990, ao invés de reduzirem 5,2%, como o previsto pelo Protocolo. Os países da Europa central e do leste tiveram um aumento de 7,4% nas suas emissões, nos seis primeiros anos deste século (CPTEC, 2008).

Isso nos põe diante de outra questão: o Protocolo de Kyoto indicou a necessidade de que no período de sua vigência (de 2000 a 2012) deveria haver uma redução de 5,2% das emissões de gases de efeito estufa em relação aos níveis de 1990, e, seguindo a tendência atual, isso dificilmente se dará. O que houve, na realidade, foi um aumento considerável de emissões até os dias de hoje. Portanto, qual é a real perspectiva de obtermos a reversão necessária para não levarmos o mundo ao  *tipping point*<sup>9</sup>?

<sup>9</sup> *Tipping point*: limiar do aquecimento, além do qual as consequências no ambiente ficarão irreversíveis e incontrolláveis.

## Consequências ambientais e humanas

Quando trabalhamos com as mudanças climáticas, estamos diante de incertezas. As incertezas geram variadas opiniões: há os que descrevem totalmente que o aquecimento do Planeta tenha suas causas antropogênicas, há os que acreditam que só salvaremos o mundo com a imediata suspensão de todo e qualquer uso de energia não renovável e há aqueles que afirmam estarmos a caminho de uma nova glaciação, ao invés do aquecimento global.

Mesmo entre os que acreditam que haverá mudanças climáticas devido à ação do homem, existem divergências quanto ao tempo, à intensidade, aos custos sociais e aos custos econômicos, fatores que dependem do rumo que a sociedade tomar.

No entanto, diversos fatos têm apontado a correlação da concentração de gases de efeito estufa, proveniente das atividades do homem, e o aquecimento global. Durante os últimos 650.000 anos, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera não ultrapassou 280ppm (partes por milhão), concentração de 1780, início da era industrial. Em 1957, Ano Geográfico Internacional, foi instalada uma estação de monitoramento de CO<sub>2</sub> no topo do vulcão de Mauna Loa, no Havaí, cujos dados eram comparados com os obtidos em uma unidade instalada na Antártica. Os levantamentos anuais efetuados entre 1959 (316ppm de CO<sub>2</sub>) e 2008 (387ppm de CO<sub>2</sub>) indicaram, no período, uma aceleração na taxa de crescimento de concentração dos gases de efeito estufa. Em paralelo, nos últimos 100 anos, a temperatura do Planeta aumentou em média 0,74°C, que é superior aos 0,6°C indicados para o mesmo período no Terceiro Informe de Evolução do IPCC (2007, p. 2), sendo que, na superfície da Terra, os últimos 14 anos foram os mais quentes do período. Por outro lado, o nível dos mares elevou-se desde 1961, em média, 1,8mm por ano; desde 1993, a média elevou-se para 3,1mm por ano, aumento devido, por uma parte, ao efeito da dilatação térmica e, por outra, aos degelos das glaciais e dos mantos de gelo polares (2007, p. 2).

Os novos estudos estão indicando que a humanidade está acelerando a concentração de CO<sub>2</sub>e<sup>10</sup> na

<sup>10</sup> CO<sub>2</sub>e — equivalência em dióxido de carbono — expressa a quantidade de gases de efeito estufa em termos equivalentes da quantidade de dióxido de carbono. O potencial de aquecimento global do metano é 21 vezes ao do CO<sub>2</sub>, e do óxido nítrico é de 310, isto é: 1 milhão de toneladas métricas de metano e

atmosfera. Em seu relatório World Energy Outlook 2008, a Agência Internacional de Energia afirma que: “Nossa crescente voracidade por energia pode levar a temperatura do planeta a um aumento de 6°C, o que é um dos piores cenários possíveis, de acordo com os especialistas climáticos que integram o IPCC”.

Em relatórios anteriores, era prevista, para 2050, a estabilização da concentração de CO<sub>2</sub> em 450ppm, com um provável acréscimo de temperatura da Terra da ordem de 2°C em relação à temperatura de 1780, o que acarretaria uma possível elevação do nível dos mares em até 60cm. Já o relatório de 2008 alerta quanto ao aumento do volume de energia — basicamente energias não renováveis — adicionado ao consumo mundial nos últimos anos e o conseqüente acréscimo de gases de efeito estufa; fato que torna o limite máximo de concentração de CO<sub>2</sub> em 450 ppm, objetivo muito mais difícil de ser atingido. A probabilidade mais viável é de que, com o atual consumo de energia não renovável, consigamos estabilizar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, no entorno de 550ppm, concentração que sinaliza o provável acréscimo da temperatura da Terra entre 3°C a 4°C e uma elevação do nível do mar de 1,0m a 1,6m. Por outro lado, deve ser evitado, a qualquer preço, que o Planeta sofra uma elevação da temperatura acima de 6°C, pois esta é considerada o provável *tipping point* em que a humanidade perderá o controle sobre seu destino.

Se o consumo e a degradação continuarem no atual ritmo, em 2050 precisaremos de três planetas Terra para dar conta do nosso estilo de vida. Trata-se de uma destruição da biosfera, cuja velocidade é superior aos esforços no sentido de reverter tal realidade, visto que o apelo ao consumo é muito maior do que o apelo à preservação do Planeta.

## Impactos

A temperatura do Planeta depende, portanto, cada vez mais, do nível de emissões antropogênicas. Se o mundo seguir com as emissões atuais ou superiores, a temperatura se elevará com maior velocidade, causando danos à natureza bem maiores do que os registrados no século passado. Alguns cientistas do IPCC já apontam para a irreversibilidade do processo, em que eventos catastróficos não são descartados, pois acreditam que já

tenhamos ultrapassado o limite da capacidade da natureza de absorver o CO<sub>2</sub> (os mares, um dos principais sumidouros de carbono, estão demonstrando exaustão na sua capacidade de absorção do CO<sub>2</sub>, assim como as florestas, que estão sendo dizimadas). Os desastres ambientais afetarão principalmente as populações mais pobres, que sofrerão com as secas mais intensas e com a inundação de terras agricultáveis.

No entanto, há uma incerteza relativa aos limites em que se darão as variações climáticas, mas, de qualquer forma, suas conseqüências nos diferentes patamares são plausíveis. Uma coisa é certa: em menor ou maior grau haverá mudanças, e a essas mudanças as populações deverão adaptar-se ao longo do século.

Dentre as mudanças mais dramáticas, consideramos que a redução dos mananciais de água potável é a mais grave. Mesmo se tratando de cenários mais otimistas, devido à transformação dos regimes de chuvas e ao degelo dos glaciais, a falta de água atingirá, em primeiro lugar, os povos periféricos e de baixa renda. No caso dos cenários ambientais mais extremos, teremos a redução drástica dos mananciais, com maior contaminação e redução da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, atingindo bilhões de pessoas e acirrando as disputas por esse precioso bem.

Outra questão fundamental que afetará os povos subdesenvolvidos, já nos cenários mais amenos, é a questão dos alimentos. A quebra de safras dar-se-á devido: à salinização das águas de irrigação dos estuários e dos sistemas de água doce; à redução de áreas produtivas advindas do avanço da desertificação; às secas intensas e/ou enchentes catastróficas; à erosão dos solos; à degradação da Terra; e ao deslocamento de culturas. À medida que o aquecimento tender aos cenários mais desastrosos, a falta de alimentos deverá atingir toda a humanidade.

A invasão das áreas costeiras, deltas e ilhas pela elevação do nível do mar deslocará milhões de pessoas para regiões já ocupadas, gerando tensões, principalmente nas áreas urbanas. Caso o nível do mar se eleve em 1m, ameaçará a vida de milhões de egípcios, de bengalis, um quarto dos vietnamitas e até mesmo habitantes de Londres e de Nova Iorque.

Todos esses fenômenos e a degradação do ambiente minarão a saúde, expondo a humanidade a maiores riscos, a disfunções, a lesões e a infecções, a doenças respiratórias e da pele, com maior risco para enfermidades transmitidas por água e alimentos.

Os custos que envolverão a adaptação dos povos à nova realidade recairão pesadamente naqueles menos desenvolvidos, em que os PIBs serão insuficientes para

---

de óxido nítrico é equivalente a emissão de 21 e 310 milhões de toneladas métricas de dióxido de carbono. (Equivalência..., 2009).

proteger as populações atingidas. Acresça-se a esses fatos o aumento da população mundial, que deverá concentrar-se em áreas rurais mais vulneráveis e em bairros pobres das cidades do terceiro mundo, ficando essa parcela da população altamente exposta às ameaças das alterações climáticas. Se não houver ajuda das nações ricas — as maiores responsáveis pelas mudanças climáticas —, a tragédia terá a dimensão de genocídio.

## Mitigação das emissões de gases de efeito estufa

A árdua tarefa diante da qual a humanidade se encontra é reduzir os riscos dos desastres ambientais que poderão ocorrer com o aquecimento global; para tanto, serão necessárias, desde já, ações para a mitigação dos gases de efeito estufa, no sentido de que a concentração de CO<sub>2</sub> e não ultrapasse as 450ppm. Esse nível de concentração é identificado como o máximo para que não se ultrapassem os 2°C de variação de temperatura — potencial “ponto de viragem” que a ciência climática indica como o limite além do qual teremos resultados mais instáveis a longo prazo. Uma vez ultrapassado esse limite crítico, aumenta a incerteza quanto ao retorno para um estado climático mais seguro.

De uma forma mais imediata representa um “ponto de viragem” para retrocessos no desenvolvimento humano, em larga escala, durante o século XXI. A permanência dentro do limite dos 2°C deverá ser vista como um objetivo a longo prazo prudente e racional para a prevenção de alterações climáticas perigosas (Rel. Desenv. Humano, 2007, p. 47).

A mitigação dos gases de efeito estufa requer vasta gama de ações, das quais se destacam: a pesquisa do aumento da eficiência energética em sistemas, máquinas e equipamentos, a redução do emprego de energéticos de elevado teor de carbono, a aplicação de pesados investimentos em tecnologias de baixas emissões de carbono (solar, eólica, maré motriz, geotermia...) e a substituição dos energéticos não renováveis por renováveis (bioenergia), o sequestro de carbono via captação dos gases na chaminé das indústrias e termoelétricas, o uso de filtros de ar (processos muito caros), o reflorestamento com matas nativas, e um bem montado sistema de conscientização das populações no que tange ao uso racional de energia e incorporação, no dia a dia, das novas tecnologias: o que se traduz em efetivo exercício de cidadania.

Essas ações têm que vir acompanhadas de uma incansável procura da nova estrutura social que deverá emergir: da sociedade predadora para a sociedade que preze o meio ambiente como fonte de equilíbrio entre a natureza e a humanidade; da sociedade da hegemonia do mercado financeiro para a sociedade em que a vida é o centro das atividades humanas; da sociedade do petróleo<sup>11</sup> para a sociedade do sol. Torna-se, assim, necessária uma profunda revisão da infraestrutura: reestruturar os transportes urbanos, regionais, nacionais e internacionais dando-se preferência para os modais cuja relação carga/energia seja a máxima; revisar os sistemas produtivos da agropecuária e da indústria; e, principalmente, reestruturar o urbano<sup>12</sup>.

Todas as propostas destinadas à redução das emissões de gás carbônico são válidas e necessárias, como a simples proposição “plante uma árvore e salvarás o mundo”, às regras simples de cidadania, como apagar a luz e não gastar tanta água, a da substituição das fontes fósseis por biomassa à implantação de geradores solares, eólicos e marítimos, e a utilização de equipamentos menos energívoros ao sequestro e injeção do carbono no subsolo. No entanto, se realizadas isoladamente ou de forma descoordenada, serão procedimentos importantes, mas paliativos, sendo insuficientes para termos um avanço na necessária redução das emissões de gases de efeito estufa.

O tempo urge!

Os sistemas vigentes não levaram em conta os efeitos decorrentes da utilização massiva dos bens da natureza. Portanto, temos que ter um olhar crítico e analítico para o mercado globalizado, em vista de que a sua tão propalada autorregulação não consegue impor limites à degradação do ambiente físico e cultural.

É indispensável um robusto planejamento, com etapas bem definidas de curto, médio e longo prazos, com o envolvimento de todas as nações e de seus cidadãos, e uma indispensável coordenação das ações, para que se tenham, o mais breve possível, resultados de efetivo ganho energético e/ou ambiental; caso contrário, estaremos, num futuro próximo, enfrentando os dissabores de um aquecimento indesejável do Planeta.

Os custos da mitigação dependerão do tempo consumido e do grau obtido de redução do CO<sub>2</sub> no meio ambiente. No curto prazo, o aumento da eficiência

<sup>11</sup> Isto é: carvão mineral, petróleo e gás natural.

<sup>12</sup> O urbano é o maior sumidouro de energia e o maior gerador de gases de efeito estufa.

energética é a forma como poderemos obter as maiores reduções das emissões com baixo custo. Já o desenvolvimento de novas tecnologias — como o das centrais termoelétricas a carvão, de baixas emissões — e sua implantação exigem pesados investimentos. Não podemos esquecer, também, dos custos para os consumidores ao adquirirem bens e serviços com baixas emissões. A gradual redução da geração dos gases de efeito estufa será a alternativa de mais baixo custo; sendo que, os gastos aumentarão consideravelmente na medida em que as ações necessárias forem retardadas e soluções mais abruptas terão de ser tomadas.

A mitigação de carbono só se dará com uma forte presença do Estado na regulamentação do “mercado de carbono”, com o desenvolvimento de uma estrutura multilateral e com um amplo consenso de metas mais ambiciosas do que as de Kyoto, para a redução das emissões de gases de efeito estufa. O que se observou, em Bonn, na Alemanha, na reunião preparatória<sup>13</sup> encerrada em 12 de junho de 2009, é que será uma caminhada árdua diante das frustrações das negociações e das dificuldades encontradas na obtenção de um consenso entre os governos.

Dentre os mecanismos propostos para o mercado de carbono, determinado pelo protocolo de Kyoto, o “crédito de carbono”<sup>14</sup> tem sido de uso corrente entre países e empresas e balizado os preços das emissões de carbono. Por outro lado, além da proposta de preparar as populações para as já inevitáveis alterações climáticas, adaptando-as às novas condições de vida no futuro, o **Relatório de Desenvolvimento Humano e Alterações Climáticas — 2007/2008** (2007) propõe o **orçamento de carbono**<sup>15</sup>. Ele é um procedimento que tem a finalidade de desenvolver uma estratégia eficaz para a mitigação dos gases de efeito estufa no encaixe de uma trajetória sustentável de emissões no Planeta, com o limite máximo de expansão das emissões até 2020.<sup>16</sup> Após

se impor uma drástica redução até 2050.<sup>17</sup> Esse processo exigiria, inicialmente, um compromisso internacional, sendo que a efetivação dos procedimentos seria através dos Estados, cabendo-lhes a definição de metas e de escopo plausível. Propõe, ao mesmo tempo, oportunizar o mercado para fornecedores de energia de baixas emissões de carbono, mediante financiamentos, assim como realizar acordos multilaterais para cooperação internacional de transferência de tecnologias dos países desenvolvidos para países em desenvolvimento, que permitam, a estes, a transposição do uso das fontes de energia não renováveis para as de baixa emissão de carbono.

Sem um sistema multilateral credível o mundo não conseguirá evitar perigosas alterações climáticas. No entanto, nenhum sistema multilateral apresentará resultados caso não seja apoiado por objetivos nacionais e por políticas alinhadas com esses objetivos. Um bem estruturado orçamento global de carbono para o século XXI culminará no desenvolvimento de orçamentos nacionais de carbono que operarão dentro do pacote de recursos globais. (Rel. Desenv. Humano, 2007, p. 112).

O grande dilema, nesse contexto, é o desenvolvimento harmônico para se ter uma comunidade usufruindo o bem-estar que as tecnologias atuais e futuras permitirão e as volumosas necessidades de energia, tendo-se que efetivar drástica redução no uso dos energéticos não renováveis ou implantar caros sistemas de sequestro de carbono. Urge a procura de soluções tendo como base os energéticos renováveis, cujo principal suporte é o sol.

No entanto, um planejamento estratégico com o objetivo de mitigar o CO<sub>2</sub> e na busca do equilíbrio ambiental em que a energia, sendo um dos parâmetros centrais, requer não só a sua otimização no uso, o domínio das tecnologias disponíveis e a utilização e a disponibilidade regional de novos energéticos, mas também, e fundamentalmente, a reestruturação das causas primeiras do aquecimento do Planeta: a mobilidade, os sistemas produtivos, o urbano, o comércio e a moradia. Em suma, um planejamento integrado, que transforme a sociedade pragmática do capital financeiro para a sociedade da solidariedade; da visão economicista para uma visão da vida; da sociedade do petróleo para a sociedade do sol; e que tenha um bem definido orçamento de carbono global. Planejamento amplo e estratégico, que envolva todos os países e obtenha destes um compromisso não só formal, mas efetivo, para reduzir as emissões de ga-

<sup>13</sup> De 30 de março a 8 de abril de 2009, foi realizada a primeira reunião preparatória de negociações para estipular as metas a serem adotadas para reduzir as emissões dos gases de efeito estufa após 2012, que deverão ser ratificadas na conferência do clima em Copenhague, em dezembro de 2009.

<sup>14</sup> Sistema em que, caso seja impossível a um país, a uma indústria ou ao comércio, atingir as metas de redução de CO<sub>2</sub> previstas pelo protocolo, estes poderão comprar créditos de carbono (direito de continuar emitindo gases de efeito estufa) de outras nações e/ou indústrias que possuam projetos de desenvolvimento de tecnologias limpas.

<sup>15</sup> Define um parâmetro máximo de emissões de carbono para o mundo e, através de um acordo multilateral, partilha entre as nações, segundo parâmetros predeterminados.

<sup>16</sup> 20% acima dos níveis de 1990.

<sup>17</sup> Na ordem de 50% abaixo dos níveis de 1990.

ses indesejáveis. Essencialmente, um projeto de desenvolvimento econômico e social assentado em uma sociedade economicamente descarbonizada.

A crise financeira, se, por um lado, reduz o volume de gases de efeito estufa, devido à consequente recessão — redução que irá até o momento em que houver uma recuperação do mercado — traz, também, a probabilidade de um realinhamento produtivo, calcado nas tecnologias com base nas energias renováveis e no sequestro de carbono, bem como a implantação paulatina de sistemas de adaptação das populações atingidas pelos efeitos das mudanças climáticas. Tudo faz crer que haverá um momento no qual se dará uma inflexão, em que as novas tecnologias assumirão o papel preponderante para atender às necessidades da humanidade e da natureza, reativando o crescimento. Essas tecnologias absorverão investimentos de grande monta na fase das pesquisas e na sua implantação.

Nos pacotes visando à recuperação e à revitalização da economia dos Estados Unidos, ao prever investimento sem precedentes de US\$ 111,4 bilhões para a ciência e tecnologia — dos quais US\$ 70,5 bilhões (63,3%) serão destinados a pesquisas em energia e recuperação do meio ambiente — o Presidente Barack Obama incorpora à sua política um dos principais pilares do planejamento com efeitos de longo prazo. As novas tecnologias que serão desenvolvidas nas áreas de Apoio às Energias Limpas (US\$ 46,8 bilhões), Aprimoramento da Rede Elétrica (US\$ 11,0 bilhões), Limpeza Ambiental (US\$ 7,2 bilhões) e no Departamento de Energia (US\$ 5,5 bilhões) deverão ser implantadas, ao longo dos próximos anos, na procura da superação dos grandes desafios advindos da demanda crescente de energia no mundo e da consequente degradação ambiental, em que o CO<sub>2</sub> é o grande vilão.

A vultosa soma destinada às pesquisas em energia e em apoio a energias limpas pelo governo estadunidense garantirá a sua hegemonia no conhecimento e no controle das futuras tecnologias ambientais; garantirá, também, investimentos de longo prazo e permitirá o ajuste das finanças com uma nova dinâmica produtiva.

O novo paradigma assentado em energia renovável e em desenvolvimento ambientalmente limpo e sustentável ajudará a trazer à indústria a dinâmica necessária para o realinhamento produtivo tão necessário para a superação da atual crise financeira que assola o mundo. Isso vai requerer do Governo um planejamento amplo e volumosos investimentos. A proposta assenta-se na percepção da “[...] metamorfose da infra-estrutura energética, como também, pela constituição de uma outra estrutura produtiva baseada em novas tecnologias” (Souza, 2009),

em que o mundo deverá passar da era do petróleo para a era do sol, procurando, assim, responder às futuras dificuldades provenientes da escassez de energia e à preocupação com as crescentes ameaças do desequilíbrio ambiental, apontando para o desenvolvimento ambientalmente sustentável e limpo. Por outro lado, está em pauta, em termos de países ou de blocos, a regionalização de uso de energéticos locais, expediente que visa reduzir a dependência externa de energia.

## Considerações finais

A crise energética e ambiental que se avizinha deixará marcas profundas na sociedade.

Como vimos, ao longo da história da humanidade tem sido crescente a demanda de energia e o volume gerado de gases de efeito estufa. Hoje em dia, dentro dos padrões disponíveis das novas tecnologias, das novas formas de produção, de comercialização, de transporte, de habitação e de concentração urbana, as necessidades de energia *per capita*, que garantam um mínimo razoável de bem-estar, são significativamente vultosas e custosas. Além disso, se continuarmos com as práticas de desperdício que caracterizam a cultura do consumo balizado pelo mercado, em que cada vez mais são exigidas maiores quantidades de energia, cedo teremos, em termos mundiais, uma crise energética e ambiental intransponível. Essa crise tem se tornado cada vez mais visível à medida que: o crescimento econômico dos países industrializados tem exigido volumes apreciáveis de energia; a ávida procura, interna e externa, pelos países ditos emergentes — em especial a China e a Índia — de novas fontes para garantir seus abastecimentos, pois suas demandas de energia têm sido um dos problemas mais cruciais para a sustentabilidade de seu crescimento; e a desesperada busca, pelos países subdesenvolvidos, para alcançar melhores níveis de bem-estar para suas populações, requerendo, também, volumes significativos de energia.

Boa parte das pesquisas realizadas no mundo está dedicada à procura de soluções que permitam a mitigação dos gases de efeito estufa e a minimização dos efeitos das alterações climáticas, que já não podem ser evitadas. As questões energéticas e ambientais contêm um potencial dinamismo para a alteração da produção industrial e a consequente saída da atual crise que assola o mundo. Abrem-se, assim, perspectivas de soluções mediante novas tecnologias com equipamentos de alto rendimento energético, o uso de fontes de energia renováveis e a produção da bioenergia: energia promiss-

sora para o Brasil. Tecnologias que, diante da atual crise financeira, poderão criar um realinhamento produtivo, base de um novo paradigma para a recuperação da economia mundial. Paradigma no qual o atual Presidente dos Estados Unidos parece confiar.

Mas o tempo necessário para pôr essas tecnologias em uso corrente e a inércia do sistema de assimilá-las acarretarão o uso de volumes indesejados das energias não renováveis, acumulando mais CO<sub>2</sub> e na atmosfera. Não há dúvida de que a recessão causará um arrefecimento no consumo de energias fósseis, mas não será o suficiente para reverter o acréscimo daqueles gases. Por outro lado, as necessidades energéticas e alimentares, principalmente para os países em desenvolvimento e aqueles que estão à margem da modernidade, são tão significativas que será necessário o uso dos energéticos não renováveis para garantir o mínimo, pois a grande parte desses países não terá condições financeiras para implantar os novos sistemas.

Continua, contudo, o grande dilema: necessitamos de quantidades astronômicas de energia para a demanda dos 6,8 bilhões de seres humanos que habitam a Terra — que, no médio prazo, continuarão sendo respondidas com as energias não renováveis —, e, por outro lado, é urgente a mitigação dos gases de efeito estufa. Nas indesejáveis alterações climáticas que desde já não se podem evitar, quem sofrerá suas consequências serão os povos periféricos. A publicação do **Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 — Combate às alterações climáticas** (2007) alerta que serão milhões de pessoas que terão de se deslocar para outras regiões sem as mínimas condições financeiras e de estrutura. Far-se-á necessário que os países desenvolvidos ajudem com transferência de tecnologia e apoio econômico, mesmo porque não são os povos à margem da modernidade os principais culpados das transformações climáticas, mas são eles, no entanto, os que arcarão com o maior ônus.

O Planeta está diante de múltiplos futuros: é necessário que a humanidade escolha o caminho da construção de seu futuro dentro de uma faixa de possibilidades, em que essas transformações se processem com o mínimo de sofrimento e sem disputas na procura de uma civilização em que a energia básica seja o sol (civilização do sol), em suas diferentes formas<sup>18</sup>. Por si só, as tendências atuais nos mercados energéticos não conduzirão o mundo a uma diminuição das emissões de carbono.

Em que pese as incertezas quanto ao nível que chegarão os desequilíbrios ambientais no futuro próximo e distante, tudo está a indicar que as mudanças climáticas são irreversíveis; cabe saber qual será sua profundidade, e isso depende das decisões que as comunidades dos diferentes países tomarem diante da utilização de novas tecnologias; das energias de baixo carbono; da necessária reestruturação do urbano; da mobilidade facilitada pelos transportes; da produção agrícola e industrial; diante dos cataclismos mais violentos e das secas mais persistentes; diante dos deslocamentos de populações atingidas pelo avanço do mar; diante da água potável que escasseará; diante da fome que se multiplicará; enfim, diante das mudanças às quais deveremos adaptar-nos.

Se a solução das crises de energia e ambiental tem no desenvolvimento das tecnologias as respostas às necessidades da humanidade, é, no entanto, na formulação de políticas que encontrarão suas saídas.

Não haverá mitigação dos gases de efeito estufa, nem o realinhamento do consumo de energias para as renováveis, se não houver, por parte das populações e de seus governantes, o compromisso tácito e responsável de assumir uma postura comportamental diante da natureza, tentando reduzir a probabilidade dos acontecimentos que ainda podem ser evitados. É um novo paradigma que exigirá mudanças de conduta de cada um e uma consciência coletiva comprometida com o devir. Trata-se, assim, de uma postura eminentemente política.

E as perguntas persistem: Quais serão os novos regimes políticos dos diferentes países? Que país ou países assumirão a hegemonia política no mundo? Optarão por uma política preocupada com uma sociedade para a vida, ou que alimente a voracidade da sociedade de consumo? Conseguiremos abrandar as indesejáveis consequências do aquecimento global? Qual será a profundidade daqueles efeitos? Teremos tempo para nos adaptarmos à nova realidade?

Todas essas informações estão à mercê de muitas variáveis e, portanto, têm uma expressiva margem de erro que deve ser levada em conta.

Na realidade, abundam muitas dúvidas!

## Arca de Caronte

As incertezas com que nos confrontamos se alinham com a preocupação de alguns cientistas que atuam no IPCC, a de que já tenhamos atingido o *tipping point*, pois a aceleração da contaminação da atmosfera pelo CO<sub>2</sub> e tem sido bem mais elevada do que o previsto, e

<sup>18</sup> Energia solar direta, eólica, hidráulica, maré matriz, gradientes de temperatura, biomassa, etc.

diante dos cálculos atualizados que assinalam a tendência de aumento da temperatura da Terra de 3°C a 4°C até o fim do século e a elevação dos mares de 1m a 2m nos pólos diante de um possível futuro, em que as variações que se darão no meio ambiente serão bem mais drásticas que as, até então, esperadas. Sua comprovação leva-nos à urgência da mitigação dos gases de efeito estufa e de uma postura mais radical do homem diante da natureza.

O alucinado consumismo das últimas décadas tem exigido volumosa demanda de energia respondida pelos energéticos não renováveis, razão de tão grande geração de gases de efeito estufa. Caso, nos próximos anos: o consumismo prevalecer exacerbado pelo mercado sem regras, não conseguiremos implantar, em tempo útil, as tecnologias, em desenvolvimento, para mitigação dos gases efeito estufa, e os povos e seus governos não assumirem o compromisso tácito no sentido de reverter o atual quadro da aceleração dos efeitos climáticos indesejáveis, estaremos afundando o mundo na mais obscura realidade. O caos, a miséria, a fome, a sede e a ganância arrastarão o mundo num genocídio sem precedentes.

Então, poderemos dizer que a bela arca azul, uma das poeiras cósmicas que carrega a vida e a consciência, tem, em seu timão, não Noé, mas, sim, Caronte... Nesse caso, seria de bom alvitre que todos nós levássemos, em nossos bolsos, uma moeda de ouro para pô-la sob nossa língua em momento oportuno...

Sobra, ainda, uma pergunta: qual é a alternativa que resta para o futuro?

Resposta que só poderá ser construída em conjunto, com toda a humanidade...

## Referências

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS — CPTEC Mudanças climáticas. **BBC Brasil**, 18 nov. 2008.

COMO deter o aquecimento global — o que os governos, empresas e cidadãos podem fazer. **Scientific American** — Brasil. [S. l.]: Duetto Editorial, n. 19, 2003.

ENERGIA do Futuro: como combater o aquecimento global sem prejudicar a economia, Á. **Scientific American** — Brasil. [S. l.]: Duetto Editorial, ano 5, n. 53, 2006.

EQUIVALÊNCIA em dióxido de carbono. **Wikipedia**: a enciclopédia livre. Última modificação 20 fev. 2009. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/CO2e>>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Disponível em: <<http://www.iea.org>>.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE — IPCC. Resumen para responsables de políticas. **Cam-bio climático 2007**: informe de síntesis. [Valencia], 2007.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>.

PORTAL ECONDEBATE: cidadania e meio ambiente. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br>>.

RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO HUMANO 2007/2008: combate às alterações climáticas: solidariedade humana em um mundo dividido. Coimbra: PNUD, 2007.

RELATÓRIO DO IPCC/ONU: novos cenários climáticos (divulgado em Paris 2007). [S. l.]: Ecolatina, [2007].

SERAGELDIN, Ismail. Praticando o desenvolvimento sustentável. **Finanças e Desenvolvimento**, Washington, DC: FMI, v. 13, n. 4, p. 6-10, dez. 1993.

SOUZA, Enéas. O diabo do ciclo. In: SCHERER, André. **Crise financeira mundial econobrasil**. Postado em: 17 mar. 2009. Disponível em: <<http://econobrasil.blogspot.com/>>.

WORLD ENERGY COUNCIL. Disponível em: <<http://www.worldenergy.org/>>.

WWF BRASIL. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>>.