

Os Desafios Ambientais Criados pela Grande Aceleração do Pós-Guerra

Filipe Duarte Santos*

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Resumo

Desde o final da Segunda Guerra Mundial deu-se uma "grande aceleração" do desenvolvimento social e económico a nível mundial que está a conduzir a uma relativa escassez dos recursos naturais e a afectar de forma negativa e profunda o ambiente. Particularizando para as alterações climáticas antropogénicas faz-se uma revisão dos impactos sobre o oceano à escala global e especificamente no caso de Portugal. Por fim, analisam-se os actuais sinais de instabilidades estruturais do nosso actual modelo de desenvolvimento relacionados com a crise financeira e económica iniciada em 2008.

Abstract

Environmental Challenges originated by Post World War II "Great Acceleration"

Since the end of World War II the "great acceleration" has achieved an extraordinary social and economic development at the global scale which nevertheless is originating a relative scarcity of natural resources and also has profound negative impacts on the environment. Considering the particular case of the anthropogenic climate change the article addresses its impacts on the global ocean and especially in Portugal. Finally the present signs of unsustainabilities associated with our model of development and their relation with the financial and economic crisis that started in 2008 are analysed and discussed.

* fdsantos@siam.fis.fc.ul.pt

A revolução industrial, em meados do século XVIII, iniciou um período notável da história das civilizações em que uma parte crescente da humanidade melhorou muito as condições e a qualidade de vida. A mais fácil acessibilidade à energia, à água, à medicina e aos cuidados de saúde, à segurança alimentar, a melhores condições de habitação, ensino e formação profissional e a múltiplas aplicações da ciência moderna contribuíram para a aceleração do crescimento da população humana global que aumentou por um factor de dez nos últimos três séculos. Esta aceleração intensificou-se no século XX durante o qual a população mundial cresceu por um factor de quatro. A partir do final da Segunda Guerra Mundial registou-se um crescimento muito acentuado da actividade económica, do comércio internacional, da produção e do consumo de bens, do uso de recursos renováveis e não-renováveis, da mobilidade e dos transportes, dos fluxos de comunicação e informação, do conhecimento científico e das aplicações tecnológicas. Nas cerca de três décadas anteriores a 1945 a economia global estagnou devido a duas guerras mundiais e à grande depressão de 1929 a 1939. A vitória dos Aliados em 1945 provocou a expansão da economia de mercado liberal à escala global, primeiro através de uma mais estreita ligação comercial, económica, financeira e política entre os EUA, a Europa Ocidental e o Japão. Mais tarde, a economia mundial beneficiou da integração de países densamente povoados no leste e sul da Ásia como a Formosa, a Coreia do Sul, a China e a Índia.

Esta “grande aceleração” (Hibbard, 2007) do pós-guerra provocou uma aceleração dos ritmos de alteração das interacções entre o homem e o ambiente. Nos últimos 60 anos a humanidade explorou os recursos naturais renováveis e não-renováveis com uma intensidade e extensão incomparáveis com os de qualquer outro período da história. Os ecossistemas estão a ser perturbados, alterados ou destruídos a um ritmo jamais atingido para satisfazer uma procura crescente de produtos alimentares, água potável, madeira, fibra e energia. Nos 100 anos desde 1890 a 1990 o uso de água potável aumentou por um factor de nove, o volume de pescado por um factor de 35, a área agrícola por um factor de dois, a área agrícola irrigada por um factor de cinco e a população pecuária por um factor de quatro (McNeill, 2005). Entretanto, a área global de floresta diminuiu de 20% e as emissões de CO₂ para a atmosfera aumentaram por um factor de 17 (McNeill, 2005).

A revolução industrial e sobretudo a “grande aceleração” do pós-guerra melhoraram imenso a qualidade de vida de uma grande parte da humanidade, mas criaram um conjunto de desafios ambientais potencialmente muito gravosos, no presente e principalmente no futuro. Importa salientar que o desenvolvimento social e económico resultantes da “grande aceleração” têm agravado as iniquidades de desenvolvimento entre países e no interior dos países. Por outras palavras, o actual

modelo de desenvolvimento tem sido incapaz de distribuir, de forma equitativa, os benefícios do crescimento económico. A razão entre o PIB *per capita* dos países mais ricos e dos mais pobres está a aumentar assustadoramente: em 1820 era cerca de sete, aumentou para onze em 1910, 30 em 1960 e em 1974 tinha o valor de 74 (UNDP, 1999). A razão entre os vencimentos acumulados pelos 10% mais ricos da população humana e os 10% mais pobres aumentou do valor 30 em 1960, para 45 em 1980 e para 74 em 2000. (UNDP, 2000).

Quanto maiores forem as iniquidades de desenvolvimento, mais difícil se torna a resolução dos actuais desafios ambientais, especialmente porque muitos deles têm cada vez mais uma expressão global. Nos países mais pobres a problemática prioritária da maior parte da população é assegurar condições mínimas de sobrevivência pelo que as questões ambientais têm naturalmente uma relevância muito marginal.

Alterações Climáticas Antropogénicas

O desafio ambiental mais paradigmático da nossa época é provavelmente o das alterações climáticas antropogénicas. A origem do problema encontra-se principalmente na problemática da energia, designadamente na dependência à escala global dos combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural. A combustão destes recursos naturais não-renováveis produz dióxido de carbono (CO_2) que é lançado na atmosfera e nela permanece um tempo variável, mas que em média é da ordem de 100 anos. O CO_2 é um gás com efeito de estufa, ou seja, que absorve a radiação infravermelha, pelo que a sua acumulação na atmosfera tende a aumentar a temperatura média global da troposfera. As emissões anuais globais de carbono sob a forma de CO_2 são actualmente cerca de 8.000 milhões de toneladas. Porém, o sistema climático tem apenas possibilidade de retirar anualmente da atmosfera cerca de 3.000 milhões de toneladas de carbono sob a forma de CO_2 através da fotossíntese nas plantas verdes e da dissolução do CO_2 atmosférico no oceano. As restantes 5.000 milhões de toneladas acumulam-se na atmosfera aumentando a concentração do CO_2 que antes da Revolução Industrial tinha o valor de 280 ppmv (partes por milhão em volume) e em 2007 atingia o valor de 384 ppmv. A combustão dos combustíveis fósseis contribui, em média, com cerca de 75% das emissões de CO_2 para a atmosfera, sendo o restante proveniente principalmente da desflorestação. Há outros gases com efeito de estufa com emissões antropogénicas tais como o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), mas o CO_2 é o mais importante, dado que é responsável por cerca de 60% do forçamento radiativo médio global do

conjunto das emissões de gases com efeito de estufa provenientes de actividades humanas. Contudo, há outras actividades humanas que dão origem a emissões que contrariam o aquecimento global gerado pelo aumento do efeito de estufa. Algumas actividades industriais e agrícolas produzem aerossóis, ou seja, partículas em suspensão, directamente ou por meio de reacções químicas secundárias, que reflectem a radiação solar, contribuindo assim para um forçamento radiativo negativo que tende a arrefecer a troposfera. Por exemplo, a queima de carvão e petróleo em centrais térmicas produz dióxido de enxofre (SO_2), especialmente quando o teor de enxofre é elevado. Por seu turno, o SO_2 dá origem a aerossóis de sulfatos que reflectem a radiação solar e o ácido sulfúrico, responsável pelas chuvas ácidas que afectam ou destroem as florestas e degradam os ecossistemas ripícolas e lacustres. Este problema foi particularmente grave na Escandinávia e na região nordeste da América do Norte, mas encontra-se actualmente controlado no Ocidente por meio da utilização de filtros que retêm o SO_2 . Todavia, as emissões de SO_2 estão presentemente a aumentar na Ásia e sobretudo na China devido ao uso intensivo e crescente do carvão em centrais térmicas. Calcula-se que cerca de 50% do potencial de aquecimento global das actuais emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa é anulado pelo arrefecimento provocado pelas emissões antropogénicas de aerossóis (Crutzen and Ramanathan, 2003).

O Oceano e as Alterações Climáticas

Alguns dos exemplos mais expressivos das alterações climáticas em curso estão directamente relacionados com o oceano. Cerca de 80% da energia térmica transferida para o sistema climático devido à acumulação de gases com efeito de estufa na atmosfera tem sido absorvida pelo oceano, cuja temperatura aumentou até profundidades da ordem de 3.000 m. Por outras palavras, isto significa que o oceano tem amortecido o impacto do aumento da concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera. Na ausência do oceano o aumento da temperatura média global da troposfera teria sido muito maior. Por outro lado, regionalmente, o oceano também tem contribuído para intensificar o aquecimento da atmosfera. Observações do Ártico por meio de satélites, iniciadas em 1978, indicam que a área mínima de gelo oceânico no final do Verão, em Setembro, está a diminuir em média 8,6% por década, o que corresponde a uma redução média anual de cerca de 100.000 km² (Serreze, 2007). Esta fusão tem uma retroacção positiva sobre o aquecimento da atmosfera a nível regional dado que o gelo reflecte entre 50% a 80% da radiação solar incidente, enquanto as águas oceânicas livres de gelo reflectem apenas 5%.

A maior absorção da radiação solar, aumenta o fluxo de calor do oceano para a atmosfera, amplificando regionalmente o aquecimento global. Este mecanismo é conhecido prevendo-se que um aumento da temperatura média global de 3°C até ao final do século corresponderia a um aumento da temperatura média no Ártico de 7°C. O mais preocupante é que a amplificação do aumento da temperatura média na região Ártica está aparentemente correlacionada com a fusão dos gelos situados acima do nível do mar. Pensava-se inicialmente que os campos de gelo e glaciares da Gronelândia, por serem presumivelmente muito estáveis e robustos, tinham uma resposta relativamente lenta ao aquecimento da troposfera. Porém, observações recentes indicam que a amplificação do aumento da temperatura está a provocar uma aceleração da fusão daquelas massas de gelo. Estimativas recentes indicam que os campos de gelo da Gronelândia estão a perder massa a um ritmo anual de $239 \pm 23 \text{ km}^3$, especialmente na região oriental (Chen, 2006). Há também sinais preocupantes de instabilidade e perda de massa no oeste da Antártida, especialmente nas plataformas de gelo de Larsen e da baía de Amundsen (Zwally, 2006).

Perante as observações registadas no Ártico durante as últimas décadas, torna-se previsível que a região fique completamente livre de gelos oceânicos no Verão entre 2011 e 2015 (Hawkins, 2008). Estas novas projecções são surpreendentes e revelam bem o nosso desconhecimento inicial sobre o comportamento do sistema climático nas regiões polares face ao forçamento provocado pelo aumento da concentração atmosférica de gases com efeito de estufa. Recorde-se que no 4º Relatório do IPCC publicado em 2007 (IPCC, 2007) “projecta-se o desaparecimento do gelo oceânico do Ártico no final do século XXI”.

Mas o Ártico pode ainda reservar-nos outras surpresas. O permafrost é o tipo de solo permanentemente gelado e geralmente rico em carbono sob a forma de CO_2 e CH_4 que existe nas latitudes elevadas da Rússia, Europa, Gronelândia e América do Norte. Investigações recentes indicam que o permafrost global contém cerca de 1670×10^9 toneladas de carbono (Schuur, 2008), ou seja, mais do dobro da quantidade total de 770×10^9 toneladas de carbono existentes na atmosfera. Em termos comparativos, as emissões de CO_2 provenientes da combustão dos combustíveis fósseis desde 1850 representam 340×10^9 toneladas de carbono e actualmente as emissões anuais correspondem a 8×10^9 toneladas de carbono, como foi já referido. É muito provável que a rápida contracção da área de gelo oceânico e a conseqüente amplificação do aumento da temperatura média da atmosfera no Ártico irão acelerar a fusão do permafrost, provocar a libertação de grandes quantidades de CO_2 e CH_4 , acelerando assim o aquecimento global. Este é mais outro exemplo de retroacção positiva no Ártico.

Há ainda a considerar o caso dos depósitos do CH_4 que se encontram submersos no oceano Ártico. Calcula-se que a plataforma continental do leste da Sibéria contenha 1400×10^9 toneladas de carbono sob a forma de CH_4 (Shakhova, 2008). Num Ártico livre de gelo estival torna-se provável que o aumento da temperatura do oceano provoque o início da fusão dos hidratos de metano depositados na plataforma continental com a consequente libertação de CH_4 para a atmosfera e agravamento do aquecimento global. Observações muito recentes realizadas no Verão de 2008 indicam que, no mar da Sibéria oriental, as águas oceânicas superficiais contêm concentrações muito elevadas de metano, parte do qual acaba por ser libertado para a atmosfera (Semitelov, 2008). Por outro lado, regista-se um aumento da concentração do metano atmosférico que estava aproximadamente estável desde o começo da década de 1990 (Rigby, 2008). A origem deste metano é ainda desconhecida mas poderá estar relacionada com o que se passa no Ártico.

Outro aspecto crucial do impacto das alterações climáticas sobre o oceano é a subida do nível médio do mar. Durante o século XX subiu cerca de 17 cm e actualmente está a elevar-se a uma média anual de 3,5 mm. As projecções dos cenários do 4º Relatório do IPCC (IPCC, 2007) conduzem a um aumento do nível médio do mar que não ultrapassa 60 cm até 2100. Contudo, resultados mais recentes, que não tiveram possibilidade de ser incorporados no último relatório do IPCC, indicam que aquele aumento pode atingir valores máximos de 1,4 m (Rahmstorf, 2007). Esta subida do nível do mar seria extremamente grave para muitas zonas costeiras relativamente baixas e com elevada densidade de população como é o caso, por exemplo, do delta do Nilo e do Bangladesh. Seriam de esperar migrações em larga escala para regiões menos vulneráveis. Note-se que já há exemplos de refugiados ambientais provenientes de várias ilhas no Pacífico Sul de muito baixa altitude ameaçadas pela subida do nível médio do mar. Os arquipélagos de Tuvalu, Kiribati, Fiji e Ilhas Salomão estão a sofrer uma aceleração da erosão costeira e um grave aumento do risco de inundação provocado pela subida do nível do mar. Entretanto, a República das Maldivas foi o primeiro Estado a anunciar a intenção de comprar uma parcela de terra num local relativamente próximo, tal como a Índia ou o Sri Lanka, para no futuro instalar os seus 300 mil habitantes que correm o risco de se tornarem refugiados ambientais.

Um dos impactos mais gravosos das alterações climáticas a médio e longo prazo irá ser a subida do nível médio do mar. Repare-se que as zonas costeiras concentram uma parte muito significativa da população humana e da sua actividade económica por constituírem regiões privilegiadas de desenvolvimento. Calcula-se que há cerca de 200 milhões de pessoas a viver em orlas costeiras abaixo de um metro de altitude. Ocupam uma área de dois milhões de quilómetros quadrados e suportam activos

económicos no valor aproximado de 10^{12} dólares. Das 50 cidades do mundo com maior população, 22 situam-se em zonas costeiras e correm o risco de inundação com a subida do nível médio do mar, tais como Tóquio, Xangai, Hong Kong, Bombaim, Calcutá, Carachi, Buenos Aires, São Petersburgo, Nova York, Miami e Londres. A protecção destas e de outras cidades, como Lisboa, Faro ou Aveiro no nosso país, com diques e barreiras irá deixar uma grande parte abaixo do nível médio do mar, logo sujeita ao risco de inundações catastróficas, como sucedeu em Nova Orleães no ano de 2005 devido ao furacão Katrina.

A subida do nível médio do mar provocada pelas alterações climáticas é relativamente lenta mas cada vez mais difícil de inverter à medida que o tempo passa, se não for possível diminuir as emissões globais de gases com efeito de estufa para a atmosfera. A razão encontra-se no facto de que o degelo dos glaciares e dos grandes campos de gelo das regiões polares se torna irreversível a partir de um determinado aumento da temperatura média global da atmosfera. Embora haja ainda uma incerteza significativa, as actuais estimativas indicam que a fusão completa dos campos de gelo da Gronelândia se tornará irreversível se o aumento da temperatura média global ultrapassar 3°C , relativamente ao valor pré-industrial (Gregory, 2004). Esta fusão integral levaria mais de 100 anos, provavelmente centenas de anos, mas resultaria numa subida do nível do mar da ordem de seis a sete metros.

Finalmente, no que respeita ao oceano, há ainda que considerar a acidificação provocada pelo aumento do ritmo de dissolução do CO_2 atmosférico. Calcula-se que entre 1751 e a actualidade o pH médio das águas oceânicas superficiais diminuiu de 8,179 para valores inferiores a 8,09 (Orr, 2005). Até ao final do século é provável que desça para valores da ordem de 7,9. Esta acidificação está a começar a ter impactos negativos sobre os processos de calcificação dos organismos marinhos e potencialmente, no futuro, pode ser muito grave.

O aumento da temperatura média das águas superficiais oceânicas, conjugado com a diminuição do seu pH está a ter consequências gravosas sobre alguns ecossistemas marinhos, particularmente os recifes de corais.

Impactos Oceânicos das Alterações Climáticas em Portugal

No que diz respeito a Portugal e ao oceano, o principal impacto das alterações climáticas resulta da subida do nível médio do mar que irá afectar gravosamente a nossa extensa zona costeira. Em Portugal Continental a zona costeira estende-se por aproximadamente 950 Km, alberga cerca de $\frac{3}{4}$ da população e contribui com

cerca de 85% do PIB. Na orla costeira a densidade populacional média é de 215 habitantes por quilómetro quadrado enquanto a média nacional é apenas de 125. Presentemente, cerca de 1/3 da zona costeira continental encontra-se ocupada por edificações urbanas e estruturas industriais e portuárias. Persiste a tendência migratória do interior para o litoral com o conseqüente incremento da actividade económica, especialmente no sector do turismo, e aumento da pressão sobre o ambiente e os ecossistemas costeiros.

Na zona costeira de Portugal Continental o nível médio do mar subiu cerca de 15 cm durante o século XX, ou seja, a uma taxa média anual de 1,5 mm (Dias, 1992), depois de 2000 anos em que a taxa de elevação anual foi uma ordem de grandeza inferior. Actualmente, a taxa de elevação acelerou para valores próximos do valor global de 3,5 mm/ano.

Os impactos mais relevantes que ocorrerão em consequência de uma subida do nível médio do mar da ordem de um metro até ao final do século são: a) a intensificação da erosão costeira; b) o aumento das cotas de inundação e, conseqüentemente, das áreas inundadas edificadas ou naturais, acompanhado da alteração e migração dos ecossistemas ribeirinhos; c) o aumento da influência marinha nos estuários e lagunas, em particular a salinização das águas e d) o aumento da intrusão salina nos aquíferos costeiros (Santos, 2002; Santos, 2006).

Já há risco de perda de terreno em cerca de 67% da zona costeira continental, preferencialmente em associação com um substrato rochoso brando ou móvel e baixo, ou seja, praias, dunas, barreiras e zonas húmidas. Note-se que a actual erosão é devida principalmente à diminuição da alimentação sedimentar ao longo da costa provocada pela redução do transporte fluvial de sedimentos resultante da construção de barragens e não à subida do nível do mar. Contudo, a muito provável aceleração daquela subida, durante o século XXI, irá progressivamente agravar os fenómenos de erosão e criar novos riscos de inundação.

Na nossa orla costeira a sobrelevação do nível do mar tem uma expressão menos intensa do que, por exemplo, nas costas do norte da Europa onde, em alguns troços costeiros, constitui um risco potencialmente muito grave. Todavia, podem ocorrer na costa continental portuguesa sobrelevações da ordem de um metro associadas à passagem de depressões extensas e muito cavadas, especialmente no litoral noroeste acima da foz do Douro, principalmente em consequência de uma amplificação associada à morfologia local. Em troços costeiros a sul, virados a ocidente ou a sul, a sobrelevação em condições semelhantes não excede 0,6 m. Enquanto que na costa atlântica da Europa central e norte as alterações climáticas têm tendência a aumentar a sobrelevação e conseqüentemente o risco de inundação, devido ao aumento da frequência das tempestades, no extremo sudoeste da face atlântica da Europa

o comportamento futuro daquela frequência é mais incerto e será, provavelmente, no sentido de uma diminuição.

As alterações climáticas irão também alterar o regime da agitação marítima ao largo do litoral de Portugal Continental. Projeções futuras do clima das ondas indicam uma rotação dextrogira de 5–15° do vector resultante que descreve a densidade média anual de potência das ondas (Santos, 2006). Esta reorientação, ao aumentar a importância da componente vectorial paralela à costa na orla costeira virada a oeste, poderá originar um agravamento de 15% a 25% no ritmo da erosão costeira, especialmente nos troços onde esta erosão já é significativa, como, por exemplo, na faixa costeira entre Espinho e o Cabo Mondego.

Nos aquíferos costeiros a subida do nível médio do mar provoca uma diminuição da espessura da lente de água doce e um aumento da contaminação salina devido ao avanço da interface salina. Até ao final do século, os cenários climáticos futuros (IPCC, 2007) projectam reduções da espessura da lente de água doce nos aquíferos costeiros algarvios da ordem de duas dezenas de metros (Santos, 2006).

Finalmente, as alterações climáticas irão modificar a distribuição biogeográfica de muitas espécies marinhas e estuarinas, por actuação directa da subida da temperatura das águas oceânicas superficiais ou de pequena profundidade sobre os organismos. Os cenários climáticos futuros projectam um aumento da temperatura da água do mar à superfície, até ao final do século, da ordem de 2°C (IPCC, 2007). Este aumento é relativamente invariante ao longo de toda a costa continental portuguesa e durante o ano (Santos, 2006). Alguns recursos pesqueiros poderão desaparecer de parte ou da totalidade da costa continental portuguesa em resposta ao aumento da temperatura, designadamente os que não ocorrem na costa atlântica do norte de África. Em compensação recursos hoje pouco abundantes ou inexistentes nas águas portuguesas mas presentes no noroeste de África poderão tornar-se comuns e fomentar o surgimento de pescarias alternativas. Há vários registos recentes de surgimentos de espécies ícticas na nossa costa a norte do seu anterior limite setentrional como, por exemplo, do Dentão-das-canárias, Corneta-rosada, Xaréu-azul, Ferreira, Unha, Charro-amarelo, Pescada-negra e Calafate-fosco (Santos, 2006).

Face aos impactos oceânicos das alterações climáticas no nosso país, torna-se necessário desenvolver estratégias de adaptação que minimizem os efeitos adversos e potenciem eventuais efeitos positivos. As medidas de adaptação mais urgentes dizem respeito ao aumento do risco de erosão. No nosso país, as medidas de adaptação à erosão têm sido adoptadas principalmente em contextos de emergência e não, como seria desejável, num contexto de planeamento a médio e longo prazo baseado em estudos integrados e multidisciplinares. A médio prazo, caso se revele impossível controlar as alterações climáticas, será necessário adoptar estratégias

que implicam escolher e decidir sobre quais os troços costeiros em que se irão reforçar as medidas de protecção, através de investimentos adequados, e quais aqueles em que não haverá intervenção humana e, conseqüentemente, a linha de costa irá retroceder.

Qual o Futuro da “Grande Aceleração” do Pós-Guerra?

Haveria obviamente muito mais a dizer sobre os desafios ambientais que enfrentamos actualmente. Porém, dada a natureza deste debate procurou-se focar a atenção sobre o oceano e, em especial, sobre a sua relação com as alterações climáticas antropogénicas. Para ser mais completo, seria necessário falar dos desafios ambientais relacionados com a problemática da água, com a poluição das águas superficiais, dos aquíferos e dos mares, com a poluição dos solos e da atmosfera, com a acumulação de resíduos tóxicos e perigosos e com a perda da biodiversidade. Não sendo isso possível, considera-se a problemática actual da “grande aceleração” iniciada no final da Segunda Guerra Mundial. É evidente que, se os indicadores da “grande aceleração”, especialmente os que se referem ao crescimento da população global e do crescimento do consumo dos recursos naturais renováveis e não-renováveis, se mantiverem, o risco de futuras situações de crise e colapso torna-se-á muito significativo. Haverá então alguns sinais de desaceleração?

A resposta é positiva embora sejam poucos os indicadores que manifestam tendências de desaceleração e incerta a sua capacidade para alterar o rumo. A população mundial cresceu durante grande parte do século XX a um ritmo que nunca tinha sido igualado. Atingiu-se um máximo da taxa de crescimento anual de quase 2%, mas a partir da década de 1970, a taxa baixou e registou o valor de 1,4% no ano 2000. Este decréscimo resultou de uma acentuada quebra da taxa de fertilidade (número médio de filhos de uma mulher durante a sua vida) e deu-se apesar do aumento da média da esperança de vida a nível mundial. De 1955 a 2005, a taxa de fertilidade baixou desde 5 até 2,65. A redução da fertilidade é significativa no leste da Ásia mas mais irregular na África subsariana e no sul da Ásia. Nos países desenvolvidos, em geral, a população cresce pouco, está estabilizada ou decresce, pelo que não contribuem para o elevado crescimento da população mundial. Apesar da redução global da taxa de fertilidade, as projecções indicam que a população mundial será da ordem de 9.000 milhões de pessoas em 2050, o que representa um aumento de cerca de 3.400 milhões nos próximos 42 anos.

Um outro sinal importante de desaceleração é o aumento das preocupações de natureza ambiental, o estabelecimento de legislação e o desenvolvimento de pro-

gramas e acções de protecção ambiental, especialmente nos países desenvolvidos. Nestes países há uma consciência e sensibilização crescente para os problemas ambientais que se traduz num esforço significativo, tanto a nível público como privado, para proteger o ambiente. Desde a década de 1970, o número e a capacidade de intervenção das organizações não-governamentais na área do ambiente tem crescido sistematicamente. A nível internacional há também sinais positivos. O sistema das Nações Unidas inclui várias organizações na área do ambiente tais como a UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) e a UNCSD (Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável). Nas últimas décadas tem sido feito um esforço considerável para travar a degradação ambiental por meio da assinatura de convenções e protocolos internacionais sob a égide das Nações Unidas. É o caso do Protocolo de Montreal relativo à protecção da camada de ozono estratosférico, da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, do Protocolo de Quioto e da Convenção sobre a Diversidade Biológica. O sucesso destas iniciativas é muito diverso. Enquanto que os instrumentos internacionais relativos ao ozono estratosférico têm tido eficácia na resolução do problema, o mesmo não se pode dizer em relação às alterações climáticas e à perda de biodiversidade.

Será que estes sinais positivos prenunciam a capacidade de encontrarmos um caminho para um desenvolvimento sustentável ou não? É uma questão em aberto cuja resposta apenas o tempo irá revelar.

Há ainda a considerar a contribuição fundamental da ciência e da tecnologia para mitigar os efeitos adversos da “grande aceleração” sobre o meio ambiente. Nas últimas décadas realizaram-se avanços notáveis nas tecnologias de tratamento de águas residuais, de controle da poluição atmosférica, de remediação ambiental de solos, sedimentos, águas superficiais e subterrâneas, incluindo a biorremediação, e de um modo geral de desmaterialização e descarbonização das economias. Os veículos automóveis tornaram-se mais eficientes do ponto de vista do consumo de combustíveis e menos poluidores da atmosfera. Os aviões também se tornaram mais eficientes e conseqüentemente menos poluidores. No que respeita à energia há maior eficiência nos edifícios tanto do sector residencial como de serviços e de, um modo geral, a produção de novos equipamentos tem revelado uma forte preocupação em aumentar a eficiência energética. A intensidade energética do PIB tem diminuído de modo significativo em muitos países, especialmente em alguns países desenvolvidos. No sector da agricultura também se têm feito progressos importantes na redução do consumo de água e de energia. Há muitos exemplos de explorações agrícolas em que se consegue reduzir o uso de fertilizantes através de um melhor conhecimento do metabolismo dos sistemas ecológicos e agrários.

Novas metodologias de irrigação na agricultura têm permitido reduzir o consumo de água.

Note-se que estes avanços se situam principalmente nos países desenvolvidos onde vivem apenas cerca de 1/5 da população mundial. Nos países em desenvolvimento os avanços tecnológicos são dificultados ou impedidos pelos problemas de acesso ao investimento financeiro, pela corrupção e pela fraqueza ou disfuncionalidade dos Estados. Será necessário realizar um enorme esforço de transferência tecnológica dos países mais desenvolvidos para os menos desenvolvidos para globalizar os benefícios da aplicação da ciência e da tecnologia à mitigação dos impactos ambientais da “grande aceleração”. A pergunta que surge é saber se aquela aceleração pode continuar sem abrandamento significativo dos principais indicadores de crescimento económico e de consumo de recursos naturais renováveis e não-renováveis ou se, pelo contrário, há insustentabilidades estruturais naquele modelo de desenvolvimento que o tornarão inviável mais cedo ou mais tarde. Há vários tipos de discursos que procuram responder a esta questão e que conduzem a diferentes respostas. Os mais importantes são o discurso dos limites, o discurso prometaico e o discurso do desenvolvimento sustentável. Em lugar de repetir uma análise já realizada (Santos, 2007) destes discursos, das suas premissas, contribuições mais importantes e debilidades, procura-se abordar brevemente a questão de identificar eventuais sinais de insustentabilidades recentes do nosso modelo de desenvolvimento.

Sinais de Insustentabilidades Estruturais no Actual Modelo de Desenvolvimento

Há quatro aspectos estruturais e profundamente interligados da nossa civilização globalizante que revelam fortes sinais de insustentabilidades actuais e potenciais: as iniquidades de desenvolvimento e a pobreza extrema ou severa que lhes estão associadas; a segurança alimentar; a sustentabilidade dos serviços de energia e as alterações climáticas antropogénicas. Estas são as questões centrais que estão no cerne da sustentabilidade. Sem as resolver não será possível caminhar para um desenvolvimento sustentável. Há outros aspectos da problemática contemporânea do desenvolvimento que têm também uma importância decisiva como é o caso da água e da biodiversidade. Todavia, sem a resolução do quadrado enunciado será muito difícil ou mesmo impossível resolver aquelas e outras questões prementes.

As iniquidades de desenvolvimento foram anteriormente caracterizadas. Se não for possível mitigá-las, caminharemos para um mundo cada vez mais dividido,

instável e conflituoso, incapaz de travar a degradação ambiental à escala global, incluindo as alterações climáticas.

A segurança alimentar global tornou-se extremamente precária no ano de 2007 durante o qual o preço dos cereais – trigo, arroz e milho – aumentou mais do dobro. Esta subida vertiginosa, depois de décadas de relativa estabilidade, provocou distúrbios e manifestações violentas em vários países, desde o Bangladesh ao Haiti e levou outros a impor quotas às exportações da suas produções. Actualmente, os preços estão a baixar devido principalmente à crise financeira mundial. Apesar deste aspecto positivo a crise vai ter consequências muito negativas para a segurança alimentar de muitas centenas de milhões de pessoas. O investimento na agricultura irá diminuir e consequentemente dificultar ou inviabilizar o crescimento da produtividade agrícola. Por outro lado, a recessão vai aumentar o desemprego e agravar a situação dos mais pobres que vivem no limiar da sobrevivência. O número de pessoas com fome aumentou dramaticamente de 75 milhões desde o período de 2003-2005 até 2007, ano em que atingiu 923 milhões (FAO, 2008). É muito provável que esta tendência de crescimento se mantenha devido à crise financeira e económica. Quais as razões que levaram à subida do preço dos cereais em 2007-2008? As principais foram: estagnação ou diminuição do investimento em investigação científica e desenvolvimento tecnológico para a agricultura com o objectivo de melhorar a produtividade; competição entre a alimentação e a energia gerada pela produção de determinados tipos de biocombustíveis, por exemplo, etanol a partir de milho; diminuição da produtividade agrícola provocada por uma maior variabilidade climática resultante provavelmente das alterações climáticas antropogénicas e, finalmente, aumento da procura provocado pela mudança de hábitos alimentares nos países em desenvolvimento, especialmente nas economias emergentes, como a China e Índia, onde o consumo de carne se intensificou. Em relação a este último aspecto importa salientar a insustentabilidade da situação actual e futura. As diferentes dietas alimentares no mundo podem caracterizar-se em termos da quantidade de cereais necessária para as suportar. Enquanto a dieta alimentar média de um indiano corresponde a um consumo anual de cerca de 200 kg de cereais, a dieta alimentar mediterrânica corresponde a 400 kg e a dos EUA a 800 kg, por incluir uma maior percentagem de carne. Tendo presente que a produção mundial anual de cereais é cerca de 2.000 milhões de toneladas conclui-se que seria teoricamente possível alimentar equitativamente 10.000 milhões de pessoas com a dieta alimentar de um indiano, 5.000 milhões com a dieta mediterrânica e apenas 2.500 milhões com a dieta de um norte-americano. Repare-se que, conforme foi já referido, a população mundial actual é 6.600 milhões e prevê-se que atinja valores da ordem de 9.000 milhões em 2050. É evidentemente possível aumentar a produção global de

cereais mas para tal é necessário investir mais no sector agrícola e à medida que as terras mais produtivas forem escasseando o investimento necessário tenderá a aumentar. Note-se que a produtividade agrícola mundial está condicionada pelo acesso à água e que a disponibilidade de recursos hídricos tende a diminuir nas terras sub-húmidas secas, semi-áridas e áridas em consequência das alterações climáticas (IPCC, 2007).

A sustentabilidade dos serviços de energia é uma condição essencial do desenvolvimento. A acessibilidade à energia é crucial em vários sectores da actividade sócio-económica e em especial para assegurar a segurança alimentar. O nosso modelo de desenvolvimento baseia-se num consumo intensivo de energia que tem sido suportado pelos combustíveis fósseis. Cerca de 80% das fontes primárias de energia à escala global são combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural. Estamos no limiar de uma época de transição após a qual os combustíveis fósseis deixarão de constituir a principal fonte de energia, pela simples razão de que são recursos naturais não-renováveis e estamos a aproximar-nos dos picos de Hubbert (Deffeyes, 2001) correspondentes a metade do consumo das reservas totais de petróleo, gás natural e carvão. Vai ser uma transição relativamente lenta, que durará mais de 50 anos, mas turbulenta e difícil. Começámos já a ter os primeiros sinais daquela turbulência. No dia 11 de Julho de 2008 o preço do petróleo atingiu 147 dólares por barril e passado pouco mais de cinco meses, no final de Dezembro, estava abaixo dos 40 dólares.

Os preços das matérias primas e produtos de base (*commodities*) aumentaram fortemente desde o ano 2000, em grande parte devido à maior procura pelas economias emergentes. O PIB mundial cresceu anualmente acima de 2,5% desde 2003 e atingiu um valor máximo de 5,2% em 2007. Nesse ano teve início a crise financeira provocada principalmente pelo acesso demasiado fácil ao crédito, por uma regulamentação e supervisão dos mercados financeiros deficiente e pela pouca transparência das transações bancárias. Importa ter presente que os preços atingidos pelas *commodities*, em especial pelo petróleo e carvão, desde 2007 até meados de 2008 eram insustentáveis. O crescimento do sistema tinha-se tornado insustentável. Entretanto, em meados de 2007, começou a manifestar-se a insolvência das instituições de créditos hipotecários de alto risco (*subprime*), as bolsas sofreram quedas acentuadas, uma parte significativa do sistema financeiro mundial afundou-se, instalou-se a desconfiança, o crédito tornou-se escasso e difícil de obter e gerou-se a actual crise económica. Há uma grande perplexidade entre os economistas e uma enorme incerteza sobre a evolução futura da crise.

O PIB *per capita* mundial cresceu aceleradamente desde o valor de 6.800 dólares em 2000 até atingir 10.200 dólares em 2007 e decresceu para 10.000 em 2008. Estamos

pois, perante uma travagem forçada da “grande aceleração”. Será que é possível reiniciar um período de elevado crescimento da economia mundial sem que, passados poucos anos, surja de novo uma crise violenta como a actual? Sabemos que o sistema económico prevalecente à escala global está sujeito a crises financeiras e económicas cíclicas. Porém, a crise actual tem características muito especiais por estar correlacionada com um elevado aumento da procura de energia e de outras matérias-primas essenciais ao desenvolvimento.

Consideremos especificamente o caso da energia. Com o actual preço muito baixo do petróleo, o investimento nas energias renováveis torna-se menos rentável e conseqüentemente tende a retrair-se. Contudo, o desenvolvimento das energias renováveis e das tecnologias de captura e sequestro de CO₂ nas centrais térmicas a carvão são imprescindíveis para mitigar as alterações climáticas. Por outro lado, o preço baixo do petróleo não favorece os investimentos absolutamente essenciais para a exploração dos jazigos recentemente descobertos, que são de exploração mais difícil e onerosa, e para a construção de novas refinarias necessárias à satisfação do aumento da procura. Na ausência destes investimentos o preço do petróleo voltará a subir até valores insustentáveis quando a economia mundial iniciar um novo período de crescimento robusto.

As alterações climáticas foram já amplamente referidas. A sua mitigação está intimamente relacionada com o uso dos combustíveis fósseis e irá inevitavelmente encarecer o preço da energia. Tal como nos outros três vértices do quadrado das insustentabilidades, também neste caso a resolução do problema envolve maiores custos e investimentos.

Estamos perante o dilema do crescimento. Recriar o crescimento económico que se verificou de 2000 a 2007 é provavelmente insustentável em termos de recursos naturais e de degradação ambiental. Todavia, no quadro do paradigma actual de desenvolvimento, a ausência de um crescimento económico significativo, provoca o aumento do desemprego, da pobreza e das iniquidades de desenvolvimento, gera riscos acentuados de conflitualidade social no interior dos países e riscos de conflitualidades internacionais. No caso da China, por exemplo, estima-se que um crescimento anual do PIB *per capita* inferior a 8% irá provocar agitação social e política. A principal preocupação das pessoas que vivem na China e, de um modo geral, nos países em desenvolvimento, é conquistar uma capacidade de consumo de bens e serviços e uma qualidade de vida comparáveis à que existe nos EUA e na Europa, cujos modelos de estilo de vida são cada vez mais visíveis a todos nos meios de comunicação social e na internet. As considerações teóricas sobre a provável insustentabilidade da generalização do paradigma de desenvolvimento ocidental a todo o mundo são naturalmente irrelevantes. Num mundo com uma civilização

cada vez mais globalizada o modelo eleito de estilo de vida tende também a ser global. E esse modelo corresponde a um elevado consumo de recursos naturais *per capita* e a uma insustentável pegada ecológica.

Será possível manter indefinidamente o actual paradigma de desenvolvimento que está subjacente à "grande aceleração"? Provavelmente é possível mas o risco de crises e rupturas recorrentes e mais ou menos profundas – financeiras, económicas, sociais e ambientais – irá crescer de forma preocupante. É prudente encontrar novas formas de desenvolvimento que não estejam baseadas essencialmente no crescimento económico. A crise financeira e económica dos nossos dias é provavelmente um modo automático de reajustamento provocado por várias insustentabilidades associadas ao actual paradigma de desenvolvimento. Constitui pois, uma boa oportunidade para reflectir e procurar encontrar novas vias de desenvolvimento sustentável.

Referências

- Chen, J.L., C.R. Wilson and B.D. Tapley, 2006, Satellite gravity measurements confirm accelerated melting of Greenland ice sheet, *Science*, 313, pp. 1958-1960.
- Crutzen, P.J. and V. Ramanathan, 2004, Atmospheric chemistry and climate in the anthropocene, in *Earth System Analysis for Sustainability*, H.J. Schellnhuber et al., (eds), the MIT Press.
- Dias, J.A. and R. Taborda, 1992, Tidal gauge data in deducing secular trends of relative sea level and crustal movements in Portugal, *Journal of Coastal Research*, 8, pp. 655-659.
- Deffeyes, K.S., 2001, *Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage*, Princeton University Press.
- FAO, 2008, The State of Food Insecurity in the World, *Food and Agricultural Organization of the United Nations*.
- Gregory, J.M., P. Huybrechts and S.C.B. Raper, 2004, Threatened loss of the Greenland ice-sheet, *Nature*, 428, pp. 616.
- Hawkins, R., C. Hunt, T. Holmes and T. Helweg-Larsen, 2008, Climate Safety, *Public Interest Research Center*.
- Hibbard, K.A. et al., 2007, Group Report: decadal-scale interactions of humans and the environment, in *Sustainability or Collapse*, R. Constanza, L.J. Gramlich and W. Steffen (eds.), the MIT Press.

- IPCC, 2007, Intergovernmental Panel on Climate Change, Contributions of Working Groups I, II and III to the *IPCC Fourth Assessment Report*, Cambridge University Press.
- McNeil, J., 2000, Something new under the sun. An environmental history of the twentieth century, *Allen Lane*, The Penguin Press.
- Oor, J.C., et al., 2005, Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms, *Nature*, 473, pp. 681-686.
- Rahmstorf, D., 2007, A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise, *Science*, 315, pp. 368-370.
- Rigby, M. et al., 2008, Renewed growth of atmospheric methane, *Geophysical Research Letters*, em publicação.
- Santos, F.D., K. Forbes and R. Moita (Editors), 2002, Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures, SIAM Project, *Gradiva*, Lisbon.
- Santos, F.D. and P. Miranda, 2006, Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação, Projecto SIAM II, *Gradiva*, Lisboa.
- Santos, F.D., 2007, Que Futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente, *Gradiva*, Lisboa.
- Schuur, E.A., et al., 2008, Vulnerability of permafrost carbon to climate change: implications for the global carbon cycle, *Bioscience*, 58, pp. 701-714.
- Semitelov, I. et al., 2008, International Siberian Shelf Study 2008, Abstract presented at the *Fall Meeting of the American Geophysical Union*.
- Serreze, M.C., M.M. Holland and J. Stroeve, 2007, Perspectives on the Arctic's shrinking sea-ice cover, *Science* 315, pp. 1533-1536.
- Shakhova, N. et al., 2008, Anomalies of methane in the atmosphere over the East Siberian shelf: Is there any sign of methane leakage from shallow shelf hydrates?, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 10, EGU2008-A-01526.
- UNDP, 1999, *Human Development Report 1999*, Oxford University Press.
- UNDP, 2000, *Human Development Report 2000*, Oxford University Press.
- Zwally, H.J., M.B. Giovinetto, J. Li et al., 2006, Mass changes of the Greenland and Antarctic ice sheets and shelves and contributions to sea-level rise: 1992-2002, *Journal of Glaciology*, 51, pp. 509-527.