

Cidades do Futuro

Por uma sociedade com menos CO₂

José J. Delgado Domingos
Prof. Cat. do I.S.T. da U.T.L
Presidente do C.A. da Lisboa E-Nova

Nota prévia

Este texto reflecte a intervenção que fiz no seminário organizado pela Universidade Técnica de Lisboa sobre as Cidades do Futuro, acrescida dos comentários e citações que fundamentam, esclarecem e documentam algumas das afirmações feitas.

De acordo com a solicitação feita à Câmara Municipal de Lisboa, o cerne da intervenção foi a Estratégia Energético Ambiental para o Concelho de Lisboa, cujos objectivos quantificados tinham sido já publicamente assumidos pelo seu Presidente, Dr. António Costa, quando da assinatura do protocolo com a CISCO, a EDP e o Ministério da Educação, no âmbito da adesão da CML à CUD-“*Connected Urban Development*”, em 8 de Maio de 2008. Os objectivos e compromissos referidos foram reafirmados e ampliados pelo Presidente da CML na conferencia de abertura do seminário que delegou em mim a pormenorização e fundamentação da estratégia e das metas, pois coubera à Lisboa E-Nova a elaboração da sua proposta.

A **Lisboa E-Nova**, Agencia Municipal de Energia e Ambiente é uma associação sem fins lucrativos que tem a CML como um dos principais associados, entre os quais se encontram as empresas e instituições mais importantes que operam no Concelho de Lisboa. São os associados que financiam os trabalhos através das suas quotas e do patrocínio de projectos e é a eles que a Lisboa E-Nova presta contas em Assembleia Geral.

A Estratégia Energético-Ambiental para Lisboa sintetiza um trabalho de vários anos de recolha e tratamento de dados quanto aos fluxos de energia, água e materiais no Concelho de Lisboa, o qual é anterior ao anúncio de políticas e iniciativas suscitadas pelas alterações climáticas ou o protocolo de Quioto, tanto ao nível da Comissão Europeia como do nosso país. Nesse âmbito, ou com essa motivação, surgiram ou reforçaram-se várias iniciativas a nível europeu de associação e cooperação entre municípios, de que são exemplo o Pacto dos Autarcas (*Covenant of Mayors*) e a *Eurocities*. A nível internacional merece relevo a CUD (*Connected Urban Development*), criada no âmbito da *Clinton Global Initiative*, actualmente restrita a 7 cidades (S. Francisco, Seul, Amesterdão, Lisboa, Hamburgo, Madrid, Birmingham) e que poderá ser posteriormente alargada a outras cidades tendo estas como líderes.

A Câmara Municipal de Lisboa tem em curso a adesão ao Pacto dos Autarcas e à declaração da *Eurocities* pois reúne e ultrapassa os compromissos que tal adesão requer por serem menos exigentes que os assumidos no âmbito da sua própria estratégia. A

Lisboa E-Nova propôs que o faça ressaltando que o faz pelos objectivos que visam e não pelos argumentos parcialmente invocados de aquecimento global ou decorrentes do “*Stern Review*” para o governo britânico¹.

A ressalva procura estabelecer com clareza a separação entre factos e conhecimentos científicos fundamentais da utilização político-ideológica que tem sido feita para influenciar políticas e percepções públicas de ameaças e riscos. No que ao Concelho de Lisboa se refere as implicações de tais ressalvas são pequenas. A sua fundamentação, embora sintética, extravasava o âmbito do seminário pelo que não foi aí aprofundada. Apresenta-se agora como uma segunda parte desta exposição.

¹ Stern, N. “*The Economics of Climate Change*”, Cambridge University Press, London, 2007
Este relatório é explicitamente mencionado como justificando medidas propostas nos acordos referidos.

I

ESTRATÉGIA ENERGÉTICO -AMBIENTAL PARA LISBOA

Condicionantes Físicas Fundamentais

É banal afirmar que vivemos num mundo dominado pela Ciência e pela Tecnologia, nas quais depositamos as maiores expectativas para a solução dos enormes desafios que a humanidade enfrenta sem cuidar de saber se essa mesma Ciência não aponta já claros limites ao que dela podemos esperar. Esquecemos com demasiada facilidade que o desenvolvimento pode ser constante mas com limites assintóticos e que existem na Ciência princípios mais fundamentais do que outros no sentido em que cada nova descoberta os não pode violar. Para o mundo macroscópico em que esta proposta se enquadra e onde o tempo não é reversível, as leis de Newton e as da Termodinâmica são inultrapassáveis e irrevogáveis por acto legislativo ou vontade humana pelo que a única abordagem realista ao futuro tem de passar pelo seu entendimento e pelas suas consequências nos actos que praticamos ou planeamos.

A Termodinâmica lembra-nos que qualquer acção sobre o mundo que nos cerca exige um fluxo de energia, que em todos os fluxos de energia há sempre uma parte que se degrada e que nós próprios, como todos os seres vivos, só existimos porque um fluxo contínuo de energia nos atravessa. Essa energia metabolizável tem origem na fotossíntese efectuada pelas plantas num certo intervalo de temperaturas, utilizando CO_2 e radiação solar. Para a maioria das plantas o CO_2 aumenta a fotossíntese tal como a temperatura o faz até um valor que depende da planta em causa. No tempo do Império Romano a vinha cultivava-se até Northumberland (no que é hoje o Reino Unido). Na Holanda, aumentava-se a produtividade nas estufas de flores queimando gás natural para enriquecer a atmosfera em CO_2 . O CO_2 foi também importante para que a temperatura da Terra se tornasse habitável, muito embora o vapor de água desempenhe um papel muitíssimo mais importante, entre outras razões porque o seu espectro de absorção de radiação é muito mais amplo que o do CO_2 .

Como qualquer acção exige um fluxo de energia e a energia é uma entidade física rigorosamente quantificável, pode calcular-se um custo em energia para qualquer bem ou serviço, tanto na natureza como na vida social ou económica². Estabelecer esse custo é objecto da “Análise Energética de Sistemas”, uma área disciplinar (criada há mais de 20 anos no IST), posteriormente alargada ao cálculo do consumo e emissão dos fluxos materiais envolvidos, nomeadamente CO_2 . Esta nova metodologia, designada por “Análise do Ciclo de Vida”, é instrumento indispensável quando se pretende analisar e planear tendo em conta Leis Físicas Fundamentais. Foi ela que antecipou as contradições de muitas políticas de fomento dos biocombustíveis para reduzir o CO_2 ou a dependência dos combustíveis fósseis. É também ela que mostra o efectivo limite das reservas de

² Este custo pode variar com alterações nos processos tecnológicos mas é muito mais estável que os custos monetários e tem limites inferiores bem definidos.

combustíveis fósseis, a qual se traduz na evidência de que tais reservas não são utilizáveis se a energia obtida pelo seu uso for inferior à energia gasta para a obter, seja qual for o preço a que a energia se encontra. As várias “pegadas ecológicas” hoje tão populares, são também variantes simplificadas e por vezes facilitadas dessa fundamental análise sistémica que segue os fluxos quantificados de matéria e energia.

Esta perspectiva permite olhar com acrescido realismo a questão do pico do petróleo e da exaustão das reservas e antever com mais segurança o que poderá ser o futuro. Este tema foi objecto de conferências recentes promovidas pela CCDR-LVT e não será aqui aprofundado pois existe muita bibliografia relevante³. Limitamo-nos a recordar o óbvio consenso de que terminou o tempo da energia barata, e a extrair ilações há muito óbvias⁴ mas para as quais só muito recentemente se despertou com a subida do preço do petróleo, a crise dos mercados financeiros e as suas consequências na economia.

Energia

Sem energia não há desenvolvimento económico nem melhoria da qualidade de vida. Em 2006 Portugal importou mais de 85% da energia consumida, sobretudo combustíveis fósseis, os quais representam um peso crescente e preocupante na balança de pagamentos.

Entre nós, tem sido ideia dominante que o consumo de energia por habitante é muito baixo comparado com o valor médio na UE. Esta convicção contribuiu para a ilusão de que o aumento do consumo per capita só poderia ser uma evolução positiva. Esqueceu-se, porém, que a energia importada tem de ser paga e que esse pagamento tem de ser gerado pela riqueza acrescentada à energia que se consumiu. Ignorou-se também que apenas uma pequena parte (cerca de 30%) realizou um efeito útil. A restante foi libertada sob a forma de calor e constituiu uma agressão ambiental. A 2ª lei da Termodinâmica esclarece que não é fisicamente possível aproveitar sob forma útil toda a energia libertada, mas indica-nos também que estamos muito, muito longe, de aproveitar toda a que era possível.

Como os termos “eficiência energética” e “intensidade energética da economia” ocorrem com frequência na discussão deste tema, com interpretações frequentemente incorrectas e contraditórias, é importante definir com rigor o seu significado e o sentido em que são aqui utilizadas. Assim, com **eficiência energética**⁵ significamos a energia que gastamos para obter uma finalidade útil pré-determinada. O máximo de eficiência corresponde ao mínimo de energia necessária e pode ser rigorosamente estabelecido com base na Termodinâmica. Como é inalcançável na prática serve apenas para referência. Tomando-o para referência, atribuímos-lhe o valor de 100%. Comparando todos os processos, equipamentos etc, com que concretizamos a finalidade desejada no uso da energia, esses processos terão eficiências quantificáveis e podem ser comparados entre si. Quando falamos de eficiência energética é a esta que nos referimos.

³ Ver p.ex. Jacques Attali, “*Breve História do Futuro*”, Publicações Dom Quixote, Lisboa, 2007 e “James Howard Kunstler, *O Fim do Petróleo*, Bizâncio, Lisboa, 2006” ou “Peter Drege ed, *Urban Energy Transition*, Elsevier, 2008”

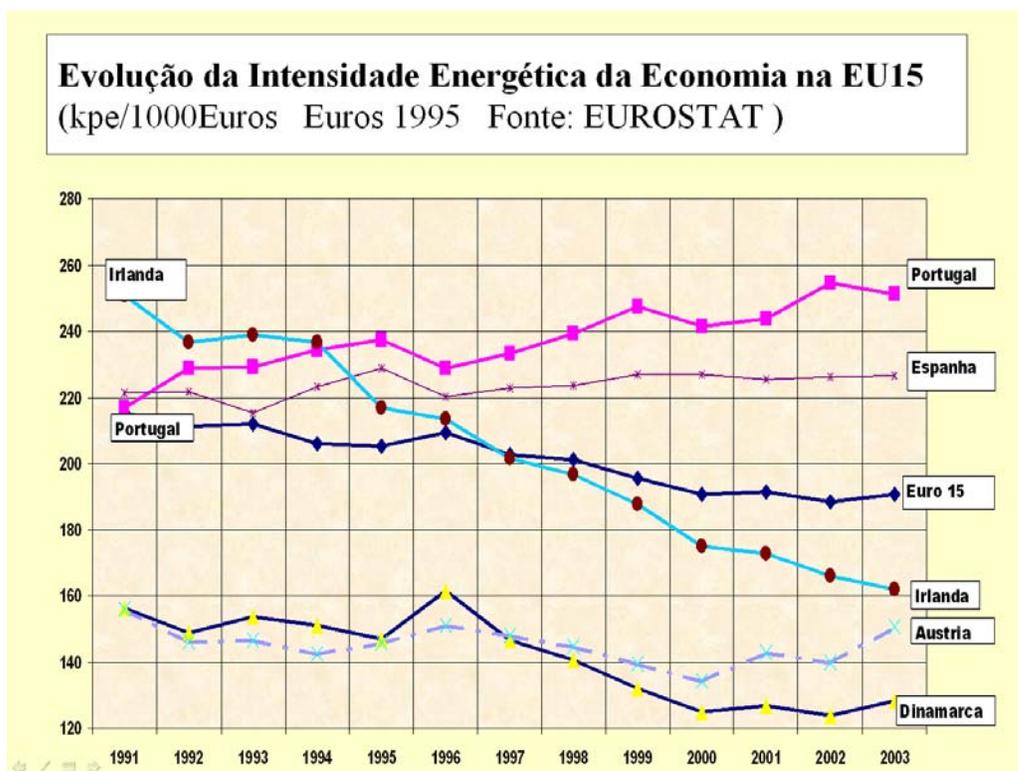
⁴ V.p.ex. “ José J. Delgado Domingos, *Energia e Ambiente (1995)* “ disponível em <http://jddomingos.ist.utl.pt>

⁵ Por definição, uma eficiência é sempre representada pelo quociente do que obtivemos pelo que gastamos.

O termo **intensidade energética** é utilizado frequentemente com dois significados: um refere-se à capitação do consumo $IE = \text{Tep}/\text{habitante}$ ⁶, o outro à **intensidade energética de economia**, a qual exprime o quociente $IEE = \text{Tep}/\text{PIB}$ sendo o PIB expresso em valores monetários corrigidos pela inflação (i.e a preços constantes).

Em qualquer dos índices, os Tep tanto se podem referir à energia primária como à energia útil. **Energia primária** é a energia efectivamente despendida, **energia útil** a energia que efectivamente produziu o efeito desejado, muitas vezes considerada sinónimo de **energia final**⁷.

Sob o ponto de vista económico, o índice mais importante é a **Intensidade Energética da Economia**. **Este índice aumentou continuamente em Portugal desde 1973**. Nos últimos anos e de acordo com o EUROSTAT a evolução no consumo de **energia primária** apresenta-se na figura seguinte:



⁶ Seguindo uma prática corrente, utilizamos o Tep, tonelada de petróleo equivalente, ou seja a energia que seria libertada por uma tonelada de petróleo de referência. Utilizar uma ou outra unidade de energia (como watt-hora, Joule e seus múltiplos) é irrelevante pois são fixos os factores universais de conversão.

⁷ A energia útil e a energia final não são necessariamente sinónimas. Por exemplo, se considerarmos a iluminação eléctrica, pode considerar-se como final a energia eléctrica consumida pela lâmpada e como útil apenas a que se converteu em lumens.

Esta evolução significa, globalmente, que a nossa capacidade de acrescentar valor económico à energia consumida se degradou continuamente desde o primeiro choque petrolífero (1973/74) e que a tendência também se não inverteu após o segundo choque (1978/79). Se comparamos a evolução com o Japão, a Irlanda, a Dinamarca ou mesmo os EUA e mais recentemente a China, para não referir muitos outros, a evolução da nossa intensidade energética é alarmante.

Dir-se-á que esta evolução se deveu a uma considerável melhoria do rendimento e da qualidade de vida à qual globalmente se aspirava. Deveu-se, sem dúvida, mas de uma forma que não é sustentável como é cada vez mais evidente com a quase estagnação da economia e o crescente endividamento externo. Esta evolução era previsível⁸ e não deixa de ser significativo que a maioria das medidas preconizadas no Plano Energético Nacional (1982/83) tenham agora ressurgido a propósito do “Plano Nacional Para as Alterações Climáticas” ou do “Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética”. Quando se desculpa a degradação da Intensidade Energética da Economia com a baixa capitação do consumo, é esclarecedor comparar essa evolução com a da Dinamarca. De acordo com o EUROSTATS, em 2005 Portugal tinha um consumo de energia primária per capita cerca de 10.6% inferior ao da Dinamarca mas, em contrapartida, consumia mais do dobro para gerar a mesma unidade de riqueza⁹.

Capitação tep/habitante

	PORTUGAL	DINAMARCA
• 2002	2.51	2.74
• 2003	2.43	2.79
• 2004	2.49	2.83
• 2005	2.53	2.83

- [Em 2005 o consumo de energia por habitante na Dinamarca era apenas ~ 10.6% superior ao de Portugal](#)
- [Fonte: Eurostat](#)

Esta tendência, já demonstrada quando se comparava Portugal com os outros países da então CEE¹⁰ quando da sua adesão, nunca se inverteu.

Reduzir a intensidade energética da economia significa reduzir o consumo de energia mantendo o valor acrescentado, ou aumentar o valor acrescentado para a mesma

⁸ V.p.ex. José J. Delgado Domingos, “Energia_e_Ambiente (1972-1995)”, disponível em http://jddomingos.ist.utl.pt/AmbienteDesenvolvimento/Energia_e_Ambiente.pdf

⁹ Tem sido defendido que a intensidade energética da economia devia ser corrigida pela paridade do poder de compra (PPP) ou que se deveria considerar a energia final e não a energia primária. Do ponto de vista económico, estas correcções não têm razão de ser porque o que adquirimos no exterior é a energia primária e nenhum exportador aceitaria vender com dólares corrigidos pelo PPP

¹⁰ V.p.ex. “Análise Global à Situação Energética Portuguesa em Comparação com a Europa Comunitária, J. Delgado Domingos, P.A.E. Salvada, S. Leandro, M. P.N. Águas, CONGRESSO 94-Ordem dos Engenheiros - Engenharia Portuguesa na Viragem do Século, Lisboa, 1994

quantidade de energia gasta. Reduzir o consumo significa aumentar a eficiência energética do processo em que a energia é utilizada. O nosso sector industrial fez assinaláveis progressos neste sentido desde a entrada de Portugal na UE¹¹. Em contrapartida, **houve uma assinalável deterioração nos transportes, e no que designamos genericamente por urbanismo**¹².

Aumentar o valor acrescentado significa maior incorporação de conhecimento ou de elementos valorativos. Por exemplo, de pouco vale conseguir o mínimo possível de consumo de energia em produtos cerâmicos se em nada se distinguirem dos produzidos em massa por uma mão-de-obra mais barata e com recursos naturais em combustíveis. Se, em contrapartida, se tratar de produtos de *design*, a valorização trazida pelo *design* pode largamente ultrapassar as desvantagens de eventual ineficiência energética.

Também o valor acrescentado por um programa informático de sucesso pode tornar irrelevante o consumo de energia que provocou.

A ineficiência energética tem um efeito directo na degradação do ambiente¹³.

Embora a energia utilizada termine praticamente toda sob a forma de calor disperso no ambiente, o facto é que a sua produção a partir de combustíveis fósseis tem sempre associada a emissão de poluentes atmosféricos, sólidos e gasosos, muito importantes (partículas, NOx, metais pesados, etc consoante o combustível).

A disponibilidade de energia barata teve também um profundo impacto na arquitectura e no urbanismo e **fez com que se passasse de uma arquitectura adequada ao clima para um clima fabricado para a arquitectura**, utilizando energia à custa da degradação do ambiente exterior.

A Cidade e a envolvente

Mais do que uma longa exposição, a figura seguinte,¹⁴ mostra a multiplicidade e complexidade das trocas de energia na cidade e as escalas espaciais a que se processa. A sua consideração é particularmente importante quando se tem em conta que as cidades promovem actualmente cerca de 80% das emissões globais de CO₂ e de 30% do consumo global de energia¹⁵

¹¹ Devido sobretudo à modernização dos equipamentos

¹² Esta designação genérica engloba os edifícios, nomeadamente os de serviços, mas também os consumos induzidos por um mau planeamento urbano e uma arquitectura inadequada ao clima.

¹³ Uma central nuclear de 1600 MW eléctricos liberta localmente cerca 3200 MW sob a forma de calor para o ambiente, consumindo só para a sua refrigeração, sob a forma de água evaporada, o equivalente a uma cidade como Lisboa. Uma central a gás natural de ciclo combinado e de igual potencia liberta metade desse calor porque o seu rendimento termodinâmico é cerca do dobro. Parte deste calor poderia ser aproveitado para aquecimento mas as quantidades são de tal modo elevadas e os consumidores possíveis habitualmente tão afastados geograficamente que tal utilização se torna praticamente impossível. É este facto que favorece a produção descentralizada e a microgeração.

¹⁴ Ooka,R.,” *Recent development of assessment tools for urban climate and heat-island investigation especially based on experiences in Japan*”,Int. J. Climatol. 27: 1919–1930 (2007)

¹⁵ Publico, 13 de Novembro 2008, com base no WEO-2008 e AIE

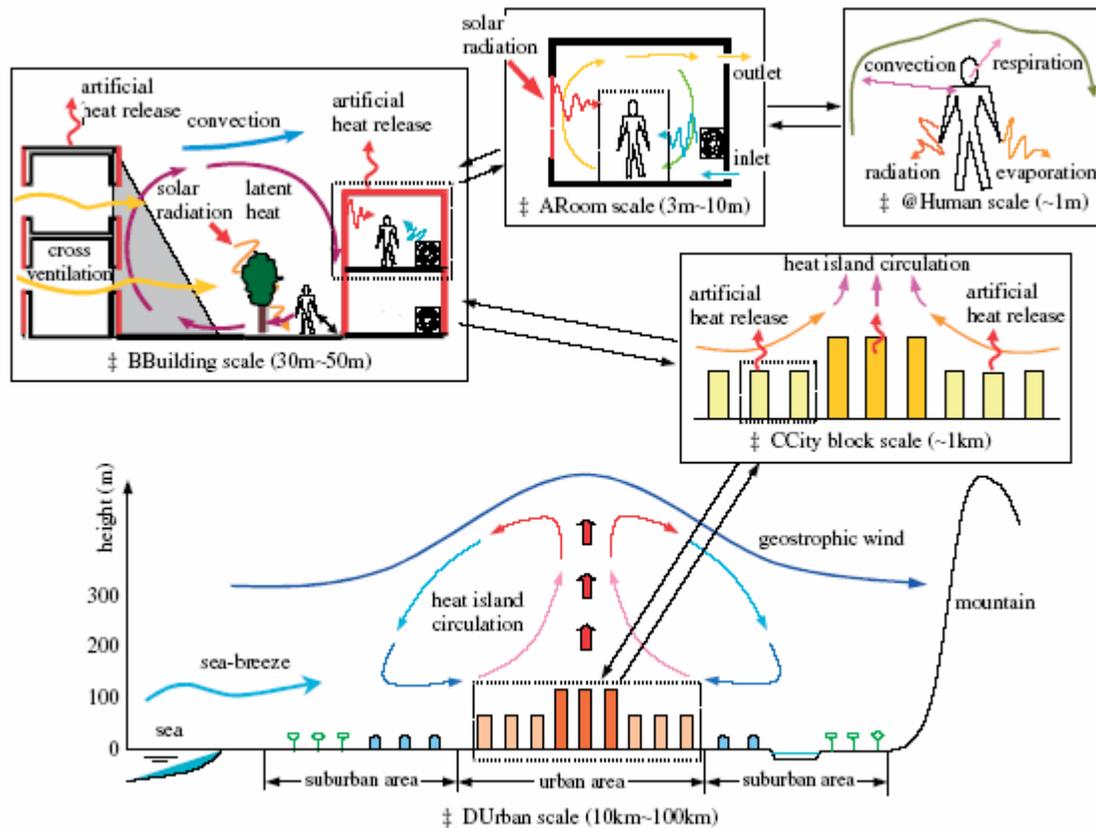
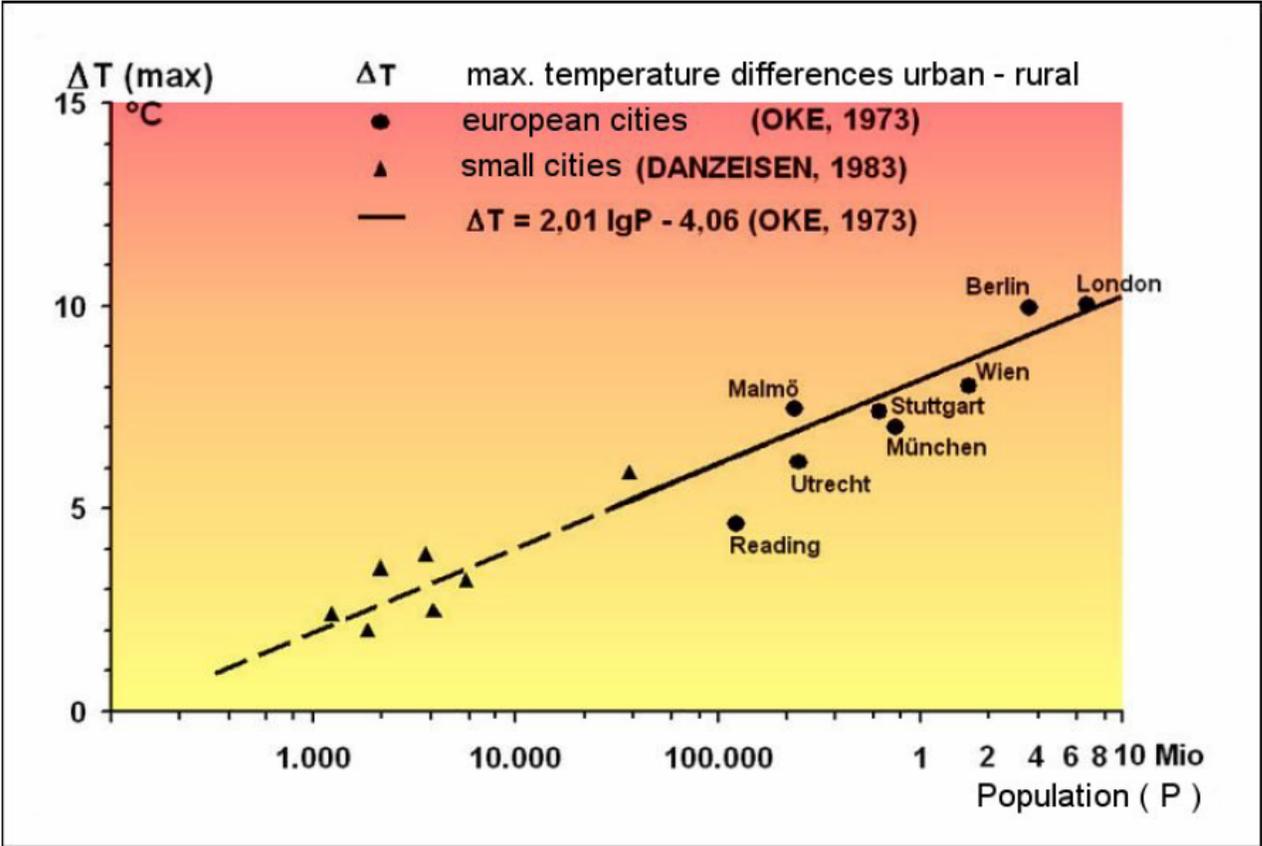


Figure 3. Various scales of phenomena concerned with Urban Climate. This figure is available in colour online at www.interscience.wiley.com/ijoc

As alterações no uso do solo e a energia libertada pelas cidades provocam o bem conhecido efeito de elevação de temperatura em relação à área circundante a **Ilha Térmica**. Esse efeito tem sido correlacionado com a população e é dado a título de exemplo pela figura seguinte¹⁶:

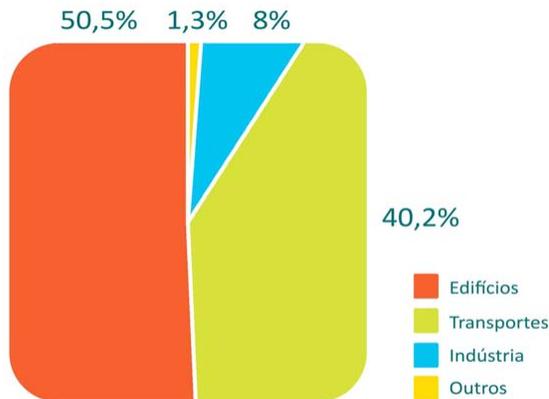
¹⁶ *Climate Booklet for Urban Development Online*, Ministry of Economy Baden-Württemberg, disponível em http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/Climate_Booklet/pdf/CB-Generally.pdf



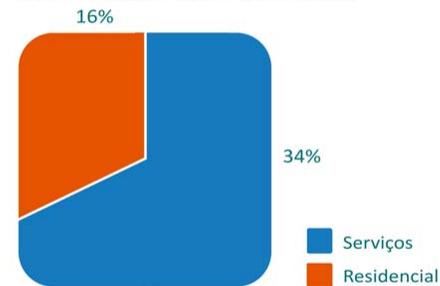
Fluxos de Energia e de CO2 em Lisboa

Tendo em conta os conceitos anteriores, a Lisboa E-Nova preocupou-se desde o início em estabelecer quantitativamente os fluxos de energia no Concelho de Lisboa, a que posteriormente acrescentou os de CO₂. Os pormenores da metodologia encontram-se pormenorizados na Matriz Energética¹⁷ e sintetizam-se nas figuras seguintes.

Matriz Energética (energia primária)



Desagregação do consumo associado aos edifícios



www.lisboaenova.org



LISBOA e-nova
AGÊNCIA MUNICIPAL DE ENERGIA E AMBIENTE

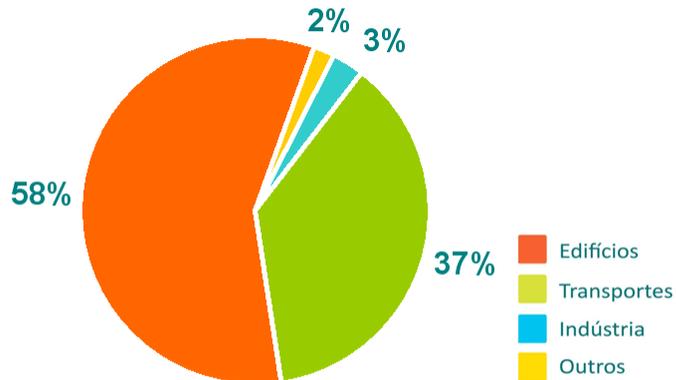
No actual contexto de preocupação pelas alterações climáticas, importa sublinhar que o balanço foi feito quanto à energia primária e às emissões e consumos provocadas por Lisboa e não quanto às estritas emissões e consumos verificados no interior do concelho. Esta diferença não é despicienda¹⁸.

¹⁷ Matriz Energética, Lisboa E-Nova, 2007

¹⁸ Se este fosse o critério universalmente seguido, constatar-se-ia que parte substancial das emissões em países menos desenvolvidos, nomeadamente a China, são provocadas pelas importações dos países mais desenvolvidos, em particular UE e EUA. Tendo em conta este facto, as emissões da UE nunca diminuiram. O que houve foi uma deslocalização para países menos desenvolvidos das indústrias mais energia intensivas e poluidoras.

Embora o balanço devesse ser construído com base no ciclo de vida e tal suscite alguns problemas quanto à metodologia das imputações no caso geral, a sua mera consideração exige um pouco mais de prudência no modo como se têm criticado, invocando princípios éticos, os países que não subscreveram o protocolo de Quioto.

Emissões de CO₂



Portugal ~ 7.5 t/capita
Lisboa ~ 9.6 t/capita
França ~ 10 t/capita

www.lisboaenova.org



LISBOA e-nova
AGÊNCIA MUNICIPAL DE ENERGIA E AMBIENTE

Em termos globais e utilizando a metodologia corrente, a posição de Portugal quanto a emissões de CO₂ por habitante apenas é preocupante pelas multas a que ficou sujeito, pois foram comparativamente muito baixos os máximos globais que aceitou a nível da UE, no âmbito do protocolo de Quioto. Quanto às emissões por unidade de PIB elas são o reflexo da má Intensidade Energética da Economia (IEE) já referida.

Em resumo:

Lisboa, em 2002, foi responsável por 7% do consumo nacional de energia primária, equivalente a 1,7 milhões de toneladas de petróleo. O consumo por habitante foi de 3.1 Tep por habitante, comparado com a média nacional de 2,5 Tep. Resultados preliminares mostram que o consumo global aumentou, bem como a diferença para a média do país, realçando a responsabilidade que Lisboa tem em dar o exemplo na imprescindível estabilização, seguida da inversão das tendências negativas assinaladas.

Água

A Matriz da Água¹⁹, elaborada pela Lisboa E-Nova identifica, com dados de 2004, todos os fluxos de água canalizada que entram e saem da Cidade, sempre que possível desagregados por tipo de utilizador e de utilização.

O consumo total de água foi estimado em cerca de 74,5 milhões de m³, o que corresponde a 13% do consumo total do sector urbano em Portugal Continental.

¹⁹ Matriz da Água, Lisboa E-Nova, 2007

Este consumo corresponde, em termos de consumo médio urbano diário *per capita*, a 367 L/hab/dia, valor superior à média de Portugal Continental que é de 208 L/hab/dia e à média Europeia de 272 L/hab/dia.

O principal destino é o consumo doméstico, representando 42% do total (30,9 milhões de m³), seguido do consumo no comércio e indústrias com 19% (14,3 milhões de m³) e **na Câmara Municipal de Lisboa com 12% do total (9,2 milhões de m³)**.

No sector doméstico, é nas actividades sanitárias e de higiene que se utiliza o maior volume de água, sendo a maior parcela para chuveiros (49%), seguida das descargas dos autoclismos (22%) e da utilização das torneiras da casa de banho (8%).

Dentro do sector não doméstico, para além da Câmara Municipal de Lisboa (28%), a maior percentagem de água potável para consumo não doméstico destina-se à restauração e hotelaria (12%), aos escritórios (9%) e instituições e organismos públicos (8%).

Dentro deste contexto é importante realçar que em 2004 entraram efectivamente no Concelho de Lisboa cerca de 127 milhões de m³, dos quais 33 milhões de m³ foram entregues a outros municípios e 19,5 milhões de m³ se contabilizaram como perdas na rede.

Em termos de águas residuais, 21 milhões de m³ são águas residuais domésticas, não interceptadas pela rede. Dos cerca de 59 milhões de m³ de água residual tratada, 43 milhões de m³ foram produzidas no Concelho de Lisboa sendo os restantes 16 milhões de m³ provenientes de outros Municípios. A Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Alcântara tratou cerca de 55% do volume total, seguida das ETARs de Chelas e Beirolas, com 23% e 22%, respectivamente.

Materiais

A Matriz dos Materiais de Lisboa²⁰ de 2004, baseia-se na metodologia de Contabilização de Fluxos de Materiais disseminada pelo EUROSTAT, permitindo quantificar os fluxos de materiais que são gerados pelas actividades que têm lugar na cidade. Os dados de entrada foram desagregados por tipo de material, sector, utilizador e tempo de residência (ou período de vida útil). Os fluxos de saída, maioritariamente resíduos, foram desagregados de acordo com o seu destino ou modo de tratamento. Em termos globais são consumidos 11 milhões de toneladas de materiais por ano na cidade de Lisboa, o que representa cerca de 7% dos materiais consumidos no país e, em termos de consumos *per capita*, 54,1 kg/hab.dia, superior à média nacional de 42,9 kg/hab.dia.

O consumo de recursos não renováveis representa cerca de 80% do consumo total de materiais da cidade de Lisboa, sendo a fracção renovável, correspondente a biomassa (nomeadamente produtos alimentares e madeira) cerca de 20%.

²⁰ Matriz dos Materiais, Lisboa E-Nova, 2007

Neste padrão de consumos, 64% dos recursos referem-se a minerais não metálicos (na sua maioria materiais de construção), 11% são combustíveis fósseis e 4% referem-se a minerais metálicos.

Listando os 10 produtos mais consumidos em Lisboa, em unidades de massa, verifica-se que os produtos relacionados com a alimentação assumem o primeiro lugar, seguindo-se os combustíveis para transporte e os bens de equipamento para a habitação e artigos pessoais (como Mobiliário, Vestuário, Calçado e Têxteis para o lar).

A distribuição por tipo de materiais consumidos é:

E por tipo :

Relativamente à acumulação em *stock*, ou seja aos materiais cujo tempo de vida útil na economia é superior a um ano, podem-se contabilizar cerca de 9 milhões de toneladas de materiais, 64% dos quais com um tempo médio de vida superior a 30 anos, essencialmente materiais de construção. Este resultado sugere que se está a verificar um crescimento da acumulação de materiais na cidade apesar do "emagrecimento" da cidade em número de habitantes nos últimos anos.

Analisando os fluxos de saída, o valor total de resíduos gerados pelos consumidores em Lisboa é de cerca de 600 mil toneladas (ano 2003), exceptuando os resíduos de construção e demolição (cerca de 960 mil toneladas, segundo estimativas preliminares), as emissões atmosféricas e as águas residuais. A biomassa (que inclui os resíduos orgânicos, a madeira, o papel e parte dos têxteis rejeitados pelos consumidores) é a categoria de

resíduo com maior expressão em Lisboa, seguida dos combustíveis fósseis, essencialmente sob a forma de produtos plásticos.

Em termos de destino final, 43% foi alvo de reciclagem, 45% foram aproveitados para valorização energética através de queima e 12% tiveram como destino a deposição em aterro.

Qualidade do Ar

A poluição atmosférica é avaliada de acordo com a composição e concentração das várias substâncias químicas emitidas para o ar ou resultantes de reacções químicas posteriores. As concentrações dos poluentes atmosféricos são muito variáveis no espaço e no tempo em função das condições meteorológicas, topográficas e urbanísticas²¹ e da distribuição das fontes de emissão. As consequências da poluição do ar dependem da densidade da população e sua distribuição etária e da natureza dos ecossistemas presentes.

As fontes emissoras dos poluentes atmosféricos podem ser antropogénicas ou naturais, sendo as fontes antropogénicas as principais responsáveis pela degradação da qualidade do ar no meio urbano. O tráfego automóvel é uma das principais fontes locais mas, a elas se juntam também as emissões importadas pela circulação geral na atmosfera, tanto de pequena como de grande escala²².

Em Lisboa os principais problemas no cumprimento dos valores limite estipulados pelos Decretos-Lei n.º111/2002, de 16 de Abril e 320/2003, de 20 de Dezembro, que estipulam entre outros os valores alvo e as regras de gestão da qualidade do ar aplicáveis a vários poluentes, derivam principalmente das excedências aos valores limite para a média anual e média diária de partículas PM10, ao valor limite para a média anual de NO₂ e ao limiar de informação ao público para o O₃ na Primavera/Verão. Esta situação, tal como outras relativamente ao ambiente, motivaram a assinatura de um recente protocolo entre a CML e a CCDR-LVT, com o objectivo da sua minimização, pois a ultrapassagem dos limites admissíveis na normativa europeia colocou já Lisboa na eminência de um processo no Tribunal das Comunidades.

A qualidade do ar interior é igualmente um dos focos desta análise da qualidade do ar, uma vez que a qualidade do ar interior nos edifícios chega a atingir níveis de qualidade 2 a 100 vezes inferiores à qualidade do ar exterior.

²¹ A orientação das ruas quanto aos ventos dominantes e a altura das cercas bem como a proporção relativa de espaços verdes pode atenuar ou acentuar os efeitos, os quais são tidos em conta nos regulamentos de urbanização em muitos países. Ver p.ex. Peter Drege ed, *Urban Energy Transition*, Elsevier, 2008”

²² Um exemplo de transporte de grande/média escala são as poeiras provenientes do norte de África, bem como de poluentes com origem em Sines ou Setúbal, entre outras situações bem identificadas para certas condições meteorológicas

O facto de ser nos edifícios que as pessoas passam a maior parte do seu tempo (~ 90%) faz com que este parâmetro não possa ser desconsiderado quando se fala de conforto e saúde ambientais.

O aumento da qualidade do ar interior passa necessariamente pela adopção de métodos de ventilação natural, compatíveis com as actuais metodologias de construção e reabilitação sustentável, podendo em casos limites obrigar ao recurso de ventilação forçada. Compatibilizar as actuais políticas relativas à qualidade do ar interior (não só em edifícios públicos mas também em edifícios de habitação) com as condicionantes impostas pelo ruído e pelo consumo de energia é extremamente importante.

Ruído

Na Europa, cerca de 40 milhões de pessoas encontram-se expostos a níveis de ruído tidos como seriamente prejudiciais à saúde e bem-estar. Em Portugal, 20 % da população corre esse risco (níveis de ruído acima 65 dB(A)). Cerca de 3 milhões de pessoas são afectadas pelo ruído do tráfego, principalmente em zonas urbanas, como é o caso de Lisboa.

As principais fontes de ruído na cidade são os transportes (rodoviário, ferroviário e aéreo) e os equipamentos. Tratando-se de fontes móveis, é necessário delinear estratégias diferentes de minimização pois é diferente o grau de controlo sobre cada tipo. A estratégia no sector do ruído deve passar pela gestão do ambiente sonoro, como parte da gestão urbanística: gestão dos espaços e do edificado, gestão do sistema de transportes, políticas de planeamento a prazo e estratégias concertadas, a nível europeu, nacional, regional e municipal.

A gestão do ruído ambiente deve assegurar a verificação das disposições legais nacionais, tendo igualmente em consideração as directrizes europeias e outras acções a nível comunitário. Tal gestão requer a caracterização e monitorização de exposição da população, mediante a realização de mapas estratégicos de ruído, conduzindo ao planeamento e tomada de decisões sob a forma de planos municipais de redução de ruído e/ou planos de acção. A elaboração destes planos de acção deve necessariamente ter em conta o carácter transversal da origem do ruído urbano. Tal decorre do facto de áreas como o planeamento urbano, a gestão do tráfego e a criação de novas infra-estruturas, etc., terem efeitos no ruído urbano, o que imprime a esta área um carácter dinâmico e evolutivo.

O objectivo é claro: reduzir de forma sistemática a exposição das pessoas ao ruído e criar zonas de “tranquilidade” contribuindo activamente para um uso do espaço urbano de forma saudável. Os espaços verdes e a arborização, pelo seu contributo para o amortecimento do ruído têm também um papel muito importante.

O estudo das soluções passa igualmente pelo diálogo com outras cidades nacionais e europeias, alargando o leque de soluções e beneficiando da partilha de experiências que permitirão de um modo mais célere, adoptar medidas mais eficientes e otimizar a utilização dos recursos financeiros disponíveis.

Perspectivas

Os dados anteriores quantificam uma situação de referência e caracterizam a evolução do concelho e também do país. Lisboa é dominante, relativamente ao país, nos índices de riqueza relativa e de consumo, mas também de desperdício e degradação de factores ambientais, como a qualidade do ar. Tem também por isso a responsabilidade de liderar a mudança para novos modos de pensar, de estar e de fazer.

Relativamente à UE, consome mais água potável e não utiliza praticamente água reciclada. Por outro lado, e de acordo com um recente estudo da ONU, a área da Grande Lisboa caminha para ter, em 2015, 43% da população do país.

Esta tendência evolutiva foi fortemente impulsionada pela invulgar coincidência temporal de factores determinantes como sejam a baixa do preço do petróleo que se seguiu ao segundo choque petrolífero, a desvalorização do dólar que acentuou a baixa no custo da energia e as substanciais ajudas comunitárias a seguir à adesão à UE. Por outro lado, a adesão à moeda única estabilizou a inflação em valores baixos e proporcionou juros a taxas impensadas durante muitos anos. Este conjunto de factores invulgarmente favoráveis, durante quase 20 anos, criou hábitos de pensamento e de consumo desligados da realidade económicas e incompatíveis com um desenvolvimento sustentável.

A situação actual é radicalmente diferente. Muito para além das condicionantes externas decorrentes de uma crise financeira agravada pelas suas repercussões na economia, é inescapável a conclusão de que **o modo como se organiza a vida urbana e se planeiam as cidades terá de mudar radicalmente.**

Entre nós, o maior obstáculo a essa mudança não é de natureza científica ou tecnológica mas sim cultural. Efectivamente, o que se constata é que a cultura dominante é, ainda, a de que se trata apenas de uma situação conjuntural desfavorável, eventualmente mais prolongada, pelo que se poderá continuar a planear e agir prolongando metodologias do passado recente juntando-lhes, quando muito, umas pinceladas de verde e uns certificados de carbono zero.

A fixação irracional nessa ilusão percebe-se, sobretudo após décadas de aspiração ao automóvel e casa própria e quando nos encontramos particularmente bem equipados para o transporte rodoviário de mercadorias, e de pessoas em automóvel próprio²³.

Numa altura em que o preço da energia sobe a pique, mesmo com as baixas conjunturais que exprimem o abrandamento da economia global, verifica-se que Lisboa perde habitantes mas a grande Lisboa cresce, tal como crescem os engarrafamentos e as horas perdidas dentro do automóvel. Apesar disso, muitos apontam como solução novas ou alargadas vias rápidas e/ou mais pontes rodoviárias.

Os edifícios consomem mais de 50% da energia primária. Mas 65% do consumo dos edifícios corresponde a serviços que absorvem só eles cerca de 80% da energia eléctrica, devido sobretudo aos sistemas de ar condicionado.

Com o clima de Lisboa, o consumo de energia para conforto ambiente poderia ser quase nulo no sector residencial e muito mais baixo no sector de serviços, e o da iluminação reduzido, se o planeamento urbano e a arquitectura interiorizassem os factores

²³ Portugal tem um dos índices mais elevados de automóveis por habitante na UE, situando-se em 2ª ou 3ª posição consoante as fontes consultadas.

climatológicos como aliados e motores de diferenciação e inovação, em vez de criarem entraves a dominar por tecnologias energéticas, eventualmente de ponta, mas grandes consumidoras de energia²⁴.

Uma cultura e um parque edificado não se mudam como se muda de automóvel ou telemóvel. Leva décadas. É exactamente por isso que é urgente começar já, antes que a crescente degradação da economia e das condições de vida nos obriguem a percorrer o caminho das convulsões sociais, de evitáveis sofrimentos humanos e das tragédias e traumas pessoais que o desemprego e o empobrecimento sempre provocam.

É neste contexto que a estratégia energético-ambiental proposta para Lisboa deve ser encarada. Face às perspectivas do futuro é modesta, mas face à cultura dominante a sua concretização é muito difícil.

A presente proposta de estratégia centra-se na redução dos consumos de energia, da água e dos materiais, mas com melhoria de qualidade de vida. É vital reduzir o consumo de combustíveis fósseis para as utilizações que hoje deles fazemos, mas é ainda mais importante travar o seu consumo global e aumentar o desenvolvimento económico e a justiça social na redistribuição da riqueza. É isso que está implícito nas decisões da UE dos 20,20,20 em 2020 invocando as alterações climáticas e o desastre anunciado se o não fizermos. A verdade é que, se o não fizermos, teremos o desastre mesmo sem tais alterações antropogénicas do clima. Quando se constrói em leitos de cheia ou impermeabilizam linhas de água e são previsíveis as consequências da variabilidade natural do clima, que sentido têm os eventuais desastres a mais de 100 anos de distância quando já hoje os provocamos, seja por imprevidência, incompetência ou incúria, ou mero reflexo de PDMs que ignoram princípios fundamentais de Ciências do Ambiente e de Ecologia?

A estratégia proposta atinge as metas de redução de emissões de CO₂ como consequência e não como objectivo das medidas que se enunciam. Porque, o problema central, em Lisboa e no país, é económico, é de poluição e é de esbanjamento de recursos naturais não renováveis.

Embora não formalmente consideradas na estratégia enunciada, há muitas medidas e acções em curso que não foram referidas porque falta ainda a quantificação previsional dos seus impactos. Entre estas estão as redes digitais de banda larga e os automóveis eléctricos.

Lisboa podia (e devia) liderar a racionalização das redes de fibra óptica na Grande Lisboa e considerar o acesso à banda larga tão fundamental como o acesso à electricidade. Tal rede permitiria a monitorização e redução dos desperdícios de energia e, se já existisse, seria fácil a verificação das metas que se propõem. Facilitaria também a penetração das

²⁴ Portugal, ao contrário de outros países Europeus, ignorou as oportunidades trazidas pelo primeiro choque petrolífero e anos depois pelo segundo. Deste modo, não só não tirou partido das enormes vantagens comparativas trazidas pelas suas abundantes fontes de energia renovável para reduzir a dependência da energia importada como desperdiçou as inúmeras oportunidades de criar riqueza e emprego altamente qualificado criadas pelas novas tecnologias energéticas que emergiram ou se consolidaram, como fizeram por exemplo a Dinamarca e o Japão.

tecnologias solares e a microgeração, para além de ser um impulsionador da criação de emprego qualificado.

Seguindo o exemplo de Amesterdão, poderia aumentar substancialmente as acessibilidades sem ser à custa da mobilidade, ou seja reduzir a necessidade de deslocações, reduzindo a poluição, o ruído, o consumo de energia e o tempo inutilmente gasto. Beneficiar desta experiencia justifica só por si a adesão ao projecto internacional *Connected Urban Development*.

METAS ENERGÉTICO -AMBIENTAIS PARA LISBOA

Enquadramento político externo

Os objectivos propostos pela Comissão Europeia e conhecidos como EU 20 20 20 em 2020 (COM(2008)30) são:

- 20% de redução nas emissões de GEE
- 20 % de contributo de energias renováveis
- 20% de aumento na eficiência energética

Em simultâneo foi anunciado um Pacto de Autarcas (*Covenant of Mayors*), apoiado pela Comissão Europeia e a ser em breve assinado, em que os subscritores se comprometem a:

- ultrapassar as metas fixadas pela UE
- seguir a carta de Leipzig

O Pacto de Autarcas foi apoiado pela *Eurocities*, a que Lisboa pertence . Posteriormente alargou o entendimento do seu apoio sob a forma de uma Declaração Política (“*Euro-cities Declaration on Climate Change*”) a ser solenemente assinada, no futuro próximo.

Enquadramento político nacional

A nível nacional, numa Resolução do Conselho de Ministros o Governo estabeleceu o “Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética” que fixou como metas de desempenho energético para **2015**:

- Redução do consumo energia primária em **10%**;
- Redução da factura energética em **1%/ano**;

Para além da ultrapassagem da meta de energias renováveis da UE para 31% em 2020

Câmara Municipal de Lisboa – pressupostos

As metas fixadas para a CML são inevitavelmente condicionadas pelo cumprimento dos objectivos fixados a nível da UE para 2020 e pelo governo português para 2015.

Não questionando tais metas, a CML propõe-se adoptar as medidas estratégicas que lhe permitam antecipar para 2013 (ano de eleições autárquicas) a garantia de cumprimento de tais objectivos, através da estabilização e seguidamente inversão das tendências verificadas a nível nacional nos últimos anos.

Os objectivos enunciados tanto pela Comissão Europeia como pelo Governo são ambiciosos mas a ausência de calendarização coloca a avaliação final dos resultados obtidos fora do mandato normal dos seus proponentes.

A CML deseja vincar o seu compromisso político na obtenção dos objectivos propostos, pelo que fixa metas calendarizadas até ao final do próximo mandato – 2009 – e do seguinte – 2013. A fixação de 2013 resulta de o actual mandato ser intercalar pelo que não seria possível obter resultados significativos já em 2009.

Metas calendarizadas para o consumo de energia

Ao fixar os objectivos que seguidamente se apresentam, a CML assume claramente o compromisso político de levar o concelho a exceder os objectivos nacionais em 2015 e europeus em 2020 **desde que as taxas de evolução após 2013 mantenham o valor até aí conseguido.**

Basicamente, a CML visa uma taxa média anual de redução dos consumos de energia no concelho de cerca de 1.85%/ano, que se traduzirão numa redução global de consumo de energia primária de cerca de 8.9% em 2013, incidindo nos três grandes sectores de:

- Edifícios Residenciais
- Edifícios de Serviços
- Transportes Rodoviários

esperando-se dos Transportes Rodoviários a maior taxa de redução.

Estas metas globais, além de exigirem a manutenção do enquadramento externo e nacional requerem uma participação esclarecida de todos os cidadãos, devendo a CML assumir a liderança pelo exemplo das boas práticas. Nesse sentido, **a CML assume, para si e para os seus serviços, objectivos mais exigentes, visando uma taxa média anual de redução de 1.95% que se traduzem numa redução global de ~9.4% em 2013, incidindo nos seguintes sectores principais:**

- Edifícios Residenciais da CML
- Edifícios de Serviços da CML
- Frota da CML (veículos pesados, veículos ligeiros,...)
- Iluminação pública
- Semáforos

Objectivos estratégicos e metas para Água e Materiais

Água potável

Os objectivos visados são:

- Reduzir a procura de água potável;
- Reduzir as perdas existentes na rede pública de distribuição;

- Promover o consumo de águas recicladas para todos os usos em que a água não carece de qualidade potável.

As metas de redução no consumo total de água potável foram definidas em colaboração directa com a EPAL, tendo igualmente em conta os objectivos definidos no Plano Nacional da Água, no Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água e nos indicadores já definidos no âmbito da Matriz da Água.

A prossecução destes objectivos leva a propor, relativamente a 2004, que em 2013 se atinja uma **redução de 7.8 % no consumo total e 15.6% nas perdas.**

Materiais e Reciclagem

Os objectivos visados são:

- Reduzir a procura de materiais que não são directamente integráveis na tecnosfera e na biosfera, aumentando a eficiência da sua utilização e a qualidade do serviço que prestam;
- Aumentar as taxas de reutilização e reciclagem de materiais;
- Aumentar a eficiência e eficácia das práticas de gestão de resíduos sólidos urbanos e industriais

Iniciar uma utilização significativa de água reciclada

A meta de redução do consumo de materiais que não são directamente integráveis na tecnosfera e na biosfera e fixada em 10%, deriva da meta estabelecida para a redução da procura de energia total, prevendo-se ainda a reutilização e reincorporação de materiais, principalmente de resíduos da construção e demolição. Tendo também em consideração que, a nível europeu, a média de consumo de materiais é inferior em cerca de 20% à que se verifica em Lisboa, afigura-se possível uma redução de 10% até 2013.

A recolha selectiva de materiais, que em 2006 representava 0.15t/hab.ano, deverá atingir 0,19t/hab.ano, em 2013, ou seja um aumento superior a 29%.

A utilização de água reciclada, actualmente nula, deverá atingir em 2013 cerca de 3,1 m³/hab.ano

Participação pública

As metas enunciadas representam uma significativa inflexão em muitos hábitos e práticas e só poderão ser alcançados com uma participação activa e esclarecida de todos os cidadãos.

As cidades do futuro serão certamente mais democráticas e participadas e os processos de decisão mais transparentes a todos os níveis.

Lisboa dispõe já (desde 2001) de um instrumento único e internacionalmente muito avançado de estímulo à participação pública: a Lisboa Virtual. A introdução, neste

mandato, do orçamento participativo é também uma significativa decisão política na mesma direcção.

Algumas Datas para Implementação e Medidas no Actual Mandato

Setembro de 2008:

Demonstração e implementação dos primeiros pontos de abastecimento de veículos eléctricos e Plug-ins

Outubro de 2008

Apresentação do Plano de Mobilidade do Edifício do Campo Grande, 25;
Controlo da iluminação pública por sensores de luminosidade

Dezembro de 2008

Apresentação dos termos de referência para o caderno de encargos que define a optimização do desempenho energético do edifício Campo Grande, 25;

Fevereiro de 2009

Apresentação do Certificado Energético do edifício Campo Grande 25

Abril de 2009

Apresentação do Manual de Boas Práticas “Reabilitação Sustentável para Lisboa”

Mai de 2009

Apresentação dos termos de referência para os cadernos de encargos que definem as medidas de intervenção e optimização do desempenho energético de 5 edifícios tipo de Lisboa.

Inauguração do primeiro eixo com semáforos LED em Lisboa

Julho de 2009

Apresentação da proposta de adopção de obrigações solares térmicas a nível municipal.

II

Alterações Climáticas

1. Enquadramento

O contexto universitário em que este workshop foi organizado, e o pressuposto que o motiva, recomenda que explicita a minha posição relativamente a afirmações correntes sobre o Aquecimento Global²⁵ que são invocadas para justificar medidas e políticas com enormes implicações económicas e sociais.

A relevância pública que o tema assumiu teve o enorme mérito de trazer para a ordem do dia aspectos cruciais relativos ao Ambiente e à Energia e foi certamente esse mérito que levou à atribuição do Prémio **Nobel da Paz** ao senador Al Gore²⁶ e ao IPCC. Todavia, é necessário sublinhar que um prémio Nobel da Paz nada tem a ver com méritos de natureza científica. Se esse fosse o caso, o premio Nobel teria sido o da Física e não o da Paz.

Pelas suas enormes implicações políticas, económicas e sociais o tema do aquecimento global extravasou rapidamente o seu enquadramento científico para assumir contornos de uma ideologia. Por isso, quem assume posição sobre estes temas costuma ser liminarmente classificado como *alarmista* ou como *negacionista*, havendo uma categoria intermédia mas difusa a que se chamam os *cépticos*, que para muitos alarmistas são apenas negacionistas. Arrumar alguém numa das categorias, como é frequente em política arrumando por partidos, é quase sempre trocar a discussão das ideias pela discussão das pessoas e justificar comportamentos pelas mais ínvias motivações²⁷.

Em termos científicos, é difícil conceber um Cientista que não seja céptico, no sentido em que questiona as teorias e afirmações submetendo-os à prova da verificação factual, controlável. Pela forma como tem sido apresentada, muita da argumentação corrente sobre o Aquecimento Global viola princípios científicos básicos o que, podendo ser aceite em termos político/ideológicos, não o é seguramente em termos de Ciência.

Todas as afirmações (quantificadas) acerca de futuras alterações climáticas se baseiam em modelos que formalizam hipóteses, conjecturas e leis físicas fundamentais, habitualmente operacionalizadas na forma de programas computacionais executados em

²⁵ O termo correcto seria Alterações Climáticas. Aquecimento Global é o termo utilizado sistematicamente pela comunicação social e pelos políticos sobretudo depois da campanha liderada por Al Gore.

²⁶ Ao facto não teria sido estranha a animosidade quase universal ao presidente Geoge W. Bush e suas políticas e ao papel destacado de Al Gore na sua capitalização.

²⁷ Um argumento científico deve ser avaliado por si mesmo, independentemente de quem o pronuncia. Rebater tais argumentos acusando o autor de estar ao serviço de tais ou tais interesse(independentemente da veracidade) tem sido lamentavelmente frequente entre alarmistas e negacionistas, e não contribui em nada para credibilizar cientificamente nem uns nem outros.

computadores, desde PCs e workstations a super computadores. Todavia, seja qual for a complexidade e esoterismo dos modelos, a qualidade dos resultados obtidos nunca é superior à qualidade dos dados, hipóteses ou conjecturas de partida. Como tive, na Universidade Técnica de Lisboa (e não só) muitas responsabilidades²⁸ na introdução de matérias científicas cruciais para a formulação do tipo de modelos cujos resultados se invocam como se de uma nova bíblia se tratasse, é para mim dever incontornável a tentativa de, pelo menos, recolocar a discussão numa perspectiva de abertura e rigor, como é próprio de uma Universidade com as responsabilidades da UTL.

2. IPCC e Consenso científico²⁹

A maior dificuldade em discutir o tema do Aquecimento Global resulta do facto de o argumento típico se reduzir à citação das posições que outros, por hipótese acima de qualquer suspeita quanto a seriedade e competência científica, tomaram. Esta tendência perversa (cuja difusão pode constatar também em concursos universitários e no financiamento de temas de investigação e de bolsas) abdica da responsabilidade individual de assumir julgamentos e opiniões próprias sobre o conteúdo factual e documental para se escudar na aritmética de factores de impacto baseados em citações aparecidas em revistas e publicações *peer-reviewed*³⁰.

Neste contexto, o chamado consenso científico sobre o aquecimento global é o mais estrondoso. **Será que tal consenso é equivalente ao consenso sobre as leis de Newton, as Equações de Maxwell, da Relatividade, da Termodinâmica, das Equações de Navier Stokes ou da Mecânica Quântica?**

Em Física, **as verdades científicas não se estabelecem por votação ou consenso** mas sim por factos observáveis e testáveis. Por outro lado, é grande a confusão entre fenómenos observados e que co-variam com relações da causa e efeito, sem explicar por

²⁸ Fui, na UTL, o fundador (1971) e primeiro director do seu Centro de Cálculo Científico (CCUTL- Centro de Cálculo Científico da Universidade Técnica de Lisboa) para além de iniciador das áreas disciplinares de Transmissão de Calor e Massa e da Mecânica dos Fluidos Computacional em Ciências da Engenharia. Classifico-as nas Ciências da Engenharia devido à utilização, ao nível mais avançado, das formulações Físico-Matemáticas e dos seus métodos de solução, contrariando a prática da utilização de correlações empíricas para casos particulares. A designação tradicional de Transmissão de Calor e Massa é equivalente à Transferência de Energia e Matéria ou Fenómenos de Transferência ou Fenómenos de Transporte. Uma das publicações de maior prestígio internacional nesta área é o *International Journal of Heat and Mass Transfer*, de cujo *Honorary Advisory Board* faço parte desde 1969. Participei também activamente na introdução formal destas áreas no curricula dos cursos de engenharia, bem como da utilização de computadores quando da reforma do ensino da engenharia de 1970/71. Como professor visitante (1968) e mais tarde *senior research fellow* (1978/80) do Imperial College fui participante activo no desenvolvimento e aplicação de modelos de turbulência e da Mecânica dos Fluidos Computacional. Fui o primeiro a operacionalizar e publicamente divulgar (desde 2001) a previsão numérica do tempo (actualizada quatro vezes por dia) para Portugal Continental em <http://meteo.ist.utl.pt> de modo completamente autónomo do Instituto de Meteorologia. Esta previsão é utilizada pela REN para a previsão da energia eólica na gestão da rede eléctrica e no MIBEL.

²⁹ Em todo este texto, os sublinhados e negritos nas citações feitas são meus, salvo explícita indicação em contrário.

³⁰ A minha crítica não é ao *peer-review*, em si mesmo, mas sim aos usos que dele se faz. Com a evolução actual e a bibliometria disponível, os tais júris seriam vantajosamente substituídos por programas de computador.

que motivo se escolhem umas co-variações e não outras, tanto mais que essa escolha pressupõe sempre uma ideia ou teoria subjacente de relação causal³¹.

Antes de aprofundarmos o tema do consenso e do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), é oportuno citar o que um dos seus mais importantes protagonistas, John Houghton, afirmou num recentíssimo artigo da *Nature*:

*“I am often asked to explain how it is possible for so many scientists from different countries and cultures to come to a consensus about a subject as complex and uncertain as climate change. My reply is that **science, with its emphasis on robust data, repeatability, balance, accuracy and integrity and its reliance on argument and debate to reach a conclusion**, provides an ideal process for such an endeavour. Furthermore, **the consensus does not, of course, apply to everything**: the IPCC has always been at pains to distinguish between what we know with reasonable certainty and those areas in which much is unclear. Perhaps the most important outcome of the IPCC process has been the creation of a large research community, well informed about all aspects of climate change, which can provide sound information to reduce the **confusion bound to arise from such a complex nexus of science and society**”³²*

O IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) foi criado por iniciativa da WMO (*World Meteorological Organization*) e da UNEP (*United Nations Environment Programme*)³³, ambas organismos da ONU.

Os relatórios dos IPCC são sistematicamente invocados como fundamentando cientificamente as políticas comunitárias e como exprimindo o tal consenso científico que

³¹ Considerem-se, p.ex. as seguintes citações:

“a considerable change of climate, inexplicable at present to us, must have taken place in the Circumpolar Regions, by which the severity of the cold that has for centuries past enclosed the seas in the high northern latitudes in an impenetrable barrier of ice has been during the last two years, greatly abated.”

President of the Royal Society, London, to the Admiralty, 20 November, 1817.

“The Arctic ocean is warming up, icebergs are growing scarcer and in some places the seals are finding the water too hot. Reports all point to a radical change in climate conditions and hitherto unheard-of temperatures in the Arctic zone. Expeditions report that scarcely any ice has been met with as far north as 81 degrees 29 minutes. Great masses of ice have been replaced by moraines of earth and stones, while at many points well known glaciers have entirely disappeared.”—US Weather Bureau, 1922

“High-resolution ice core records of temperature proxies and CO₂ during deglaciation indicates that antarctic temperature starts to rise several hundred years before CO₂”.(...)The quantitative and mechanistic explanation of these CO₂ variations remains one of the major unsolved questions in climate research.” IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis,p.446

³² John Houghton, “*Madrid 1995: Diagnosing climate change*” *Nature*, Vol 455,9 October 2008, p.738

Houghton presidiu ou co-presidiu ao grupo fundamental do IPCC (WGI) entre a sua fundação e 2001. Este artigo merece uma leitura muito atenta pelo que revela e sobretudo pelo que permite inferir.

³³ Ver <http://www.ipcc.ch/about> onde se descreve a história do IPCC e se afirma: “Because of its intergovernmental nature, the IPCC is able to provide scientific technical and socio-economic information in a policy-relevant but policy neutral way to decision makers. When governments accept the IPCC reports and approve their Summary for Policymakers, they acknowledge the legitimacy of their scientific content”.

justifica as reduções na emissão de gases com efeito de estufa propostas no protocolo de Quioto e o seu drástico agravamento no pós-Quoto em negociação.

Basicamente, o IPCC não faz investigação científica. O que o IPCC fez, no âmbito do mandato que recebeu, foi nomear, sob proposta dos governos, um conjunto de cientistas com a missão de rever e sintetizar os trabalhos científicos publicados e verificáveis, conhecidos até uma certa data, e de produzir o correspondente relatório. O último e quarto foi publicado em 2007 e tem em conta trabalhos disponíveis até meados de 2005³⁴. O mais importante, porque todos os outros se baseiam ou devem basear no seu conteúdo é o produzido pelo *Working Group I-The Physical Science Basis (WGI)*, onde cada capítulo é coordenado por um *coordinating leading author*. Em princípio, o *coordinating leading author* coordena e sintetiza o trabalho dos *leading authors* que fizeram a revisão das publicações na área em que são competentes³⁵. Na verdade e de acordo com o testemunho escrito de muitos deles, pelo menos alguns dos *coordinating leading authors* não exprimiram as opiniões nem os consensos dos *leading authors* nem estes as do grupo e impuseram os seus próprios critérios e pontos de vista³⁶. A consequência do facto é que, dos habitualmente citados 2500 cientistas, apenas poucas dezenas foram de facto determinantes na formulação dos sumários e conclusões finais. Aprofundar esta questão está fora do âmbito que nos propusemos pelo que, para evitar controvérsias **iremos neste texto admitir que o relatório final do WGI sintetiza com honestidade e competência os trabalhos científicos conhecidos até à data em consideração**, salvo nos casos documentados em que tenha existido comprovado erro ou adulteração, de que é exemplo o “*Hockey Stick*”³⁷.

Este relatório, “**Climate Change 2007, The Physical Science Basis**”, AR4³⁸, (por simplicidade de referencia será designado apenas por **PSB ou AR4**), foi conhecido nos finais de Novembro de 2007, pouco antes da conferência de Bali, mas precedido de um *Technical Summary* em Abril de 2007 e de um *Summary for Policy Makers* em 2 de Fevereiro de 2007 (que designaremos apenas por SPM).

O *Summary for Policy Makers*³⁹(SPM) **foi votado e aprovado**, linha a linha, pelos representantes dos governos e dos organismos oficiais envolvidos numa reunião em Paris,

³⁴ A média actual de trabalhos científicos relevantes é, segundo estimativas recentes, superior a 10000/ano

³⁵ Uma critica frequente é a de que privilegiam os seus próprios trabalhos e os de autores do seu grupo de investigação, o que habitualmente não sucederia em publicações *peer-reviewed*.

³⁶ Ver, p.ex., McKittrick, R. “*Letter to a Policymaker about Global Warming*”, disponível em <http://ross.mckittrick.googlepages.com>

Depois de muita controvérsia e algumas lamentáveis atitudes, ficaram publicamente acessíveis alguns dos documentos que elucidam os comportamentos referidos.

³⁷ O “*Hockey Stick*” será abordado adiante.

³⁸ IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

Este, como a maioria dos outros relatórios encontra-se também disponível na internet em <http://www.ipcc.ch>

³⁹ *Press Release* do IPCC, UN:

“**Geneva, 22 January 2007** – The Summary for Policymakers of the first volume of “Climate Change 2007”, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) new assessment report, will be released on 2 February in Paris. The Working Group I (WGI) contribution to the Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on

naquela data.⁴⁰ Aprovar por votação, linha a linha, o sumário de um relatório científico cujo conteúdo se desconhece é certamente original e inaugura (ou reforça), seguramente um novo tipo de conhecimento científico em que me é impossível rever⁴¹. É evidente, e altos responsáveis do próprio IPCC o reconhecem, que a finalidade do *Summary* é obter decisões políticas (num sentido pré-determinado), recorrendo se necessário à sobrevalorização de opiniões subjectivas disfarçadas de estatísticas sofisticadas, ao esquecimento puro e simples de factos e dados inconvenientes, ou à transformação de prudentes incertezas em conclusões indiscutíveis⁴².

O facto de o *Summary* (SPM) preceder o relatório propriamente científico já foi justificado por um alto responsável do IPCC pela necessidade de condicionar o relatório final e de evitar contradições. Apesar disso, a leitura atenta de “*The Physical Science Basis*” e do seu sumário revela inúmeras contradições e mostra sobretudo como o sumário escamoteou aspectos fundamentais susceptíveis de levantar sérias reservas às conclusões chamadas científicas que o sumário enfatiza como cientificamente consensuais, de modo a forçar decisões políticas⁴³. Não irei aqui documentar muitas dessas contradições, pois já o fiz em seminários e intervenções públicas cuja síntese está disponível⁴⁴ e também porque existe um documento notável, produzido por um grupo de cientistas, internacionalmente reconhecidos, que o submeteram, não a votação mas a um *peer-review* independente. Esse documento, publicado pelo *Fraser Institute* (Canadá) e esclarecedoramente designado por “***Independent Summary for Policy Makers, IPCC***

Climate Change (IPCC), will be finalized at the 10th Session of WGI which will take place in Paris from 29 January - 1 February.

Government delegates at this Session will approve the Summary for Policymakers of the report line by line, and then accept the underlying report “.

⁴⁰ Portugal não esteve representado em nenhuma reunião deste grupo de trabalho nem nenhum português é nele citado como autor ou revisor. Também nenhum português figura entre os autores dos milhares de trabalhos referenciados na bibliografia analisada por este grupo, que é, de facto, o grupo fundamental

Segundo Viriato Soromenho Marques (“Projecto SIAM II”, 2006, Gradiva, Lisboa) a propósito do Projecto SIAM, “*Portugal torna-se num dos raros países do mundo que foi capaz de aplicar à sua escala geográfica as sofisticadas metodologias de análise e prospectiva desenvolvidas no âmbito do IPCC (...) e que conduziram aos importantes relatórios apresentados por esta rede planetária...*”.

Tendo em conta a projecção e implicações públicas que os projectos SIAM tiveram entre nós, deveriam ser esclarecidos os motivos que levaram o IPCC (em qualquer dos grupos de trabalho) a não lhes fazer a mais leve referência nos seus volumosos relatórios.

⁴¹ Relembre-se que, segundo o IPCC (<http://www.ipcc.ch/about>):

When governments accept the IPCC reports and approve their Summary for Policymakers, they acknowledge the legitimacy of their scientific content,

ou seja, os governos reconhecem a legitimidade científica de relatórios cujo conteúdo integral desconhecem.

⁴² McKittrick, R. “*Letter to a Policymaker about Global Warming*”, <http://ross.mckittrick.googlepages.com>

⁴³ A atitude vem pelo menos do 2º Relatório do IPCC(1995) e o artigo de John Houghton, “*Madrid 1995: Diagnosing climate change*” *Nature*, Vol 455,9 October 2008, anteriormente citado, é esclarecedor , nomeadamente quando procura defender-se da acusação de fraude científica que lhe fez Frederick Seitz, antigo presidente da National Academy of Sciences. Houghton invoca as regras do IPCC , acima transcritas mas não resiste a invocar os interesses das petrolíferas. Seitz invoca o relatório base que justificaria o summary.

⁴⁴ Ver *Alterações Climáticas: As Contradições e os Factos Inconvenientes* e *Alterações Climáticas: As Contradições e os Factos Inconvenientes-Adenda*, disponíveis em <http://jddomingos.ist.utl.pt>

*Fourth Assesment Report*⁴⁵ devia ser de leitura obrigatória para quem cita o SPM (governamental).

O mais preocupante no SPM é a fomentada confusão entre o relatório propriamente dito e o seu sumário, verificando-se que a maioria dos que citam (de boa fé) o IPCC em abono das suas teses nunca leram, certamente, o relatório. Quanto muito o sumário, embora a maioria, sobretudo entre jornalistas, se tenha ficado apenas pelos *press release* correspondentes⁴⁶. Esta atitude, evidente nalguma comunicação social, é naturalmente promovida por quem deseja um consenso conveniente sem assumir as responsabilidades da sua fundamentação.

O SPM não é um documento científico mas sim uma declaração política que invoca a Ciência para se credibilizar⁴⁷.

Em si mesmos, os governos têm toda a legitimidade para subscrever os acordos, tratados ou protocolos que entenderem e se o SPM assim fosse designado nada haveria a objectar. O SPM e o uso que dele se faz é também profundamente injusto para os muitos cientistas honestos e competentes que fizeram do relatório base um texto de grande qualidade e obra de referência no caso da maioria dos capítulos.

Tendo em conta que os trabalhos do Grupo II do IPCC, "*Impacts, Adaptation and Vulnerability*" e do Grupo III "*Mitigation of Climate Change*" se basearam nos trabalhos do Grupo I de que apenas se conhecia o *Summary*, não é difícil inferir o efeito da propagação, como certezas, do que no relatório base estava rodeado de precauções e reservas. Este efeito é bem patente num livro influente de James Garvey, Secretário do "Royal Institute of Philosophy", e da apreciação que dele faz Peter Singer, professor de Bioética na Universidade de Princeton⁴⁸ quando afirma, na p.91, citando o SPM:

"The IPCC tells us that the warming of the climate system is unequivocal.(...) Helpfully, the IPCC tells us exactly what it means by very high confidence: (...) more than 99 percent probability, that our future will be characterized by warmer and fewer cold days and nights (...) more than 90 percent probability of that heat waves and heavy precipitation events will increase in frequency..."

Este tipo de afirmação, depois de elaboradas considerações sobre "*Consensus*", "*Sound science*", "*Moral beliefs*", "*Environmental Ethics*", "*Responsability*", etc., num estilo

⁴⁵ Disponível em http://www.fraserinstitute.org/commerce.web/product_files/Independent%20Summary5.pdf

⁴⁶ Mesmo em jornais de referência, com jornalistas especializados nas áreas do Ambiente, esta tem sido muito mais a regra do que a excepção, sobretudo entre nós.

⁴⁷ A invasão do Iraque foi justificada invocando a existência de armas de destruição maciça cujas provas alguns (como o actual presidente da Comissão Europeia) afirmaram ter visto ... mas não existiam. Os métodos utilizados na promoção do alarmismo climático invocando as emissões de GEE tem demasiados paralelos com aquelas "*provas*" para não os termos em conta.

⁴⁸ James Garvey, "*The Ethics of Climate Change, right and wrong in a warming world*", Continuum International Pub., 2008, que cita como fonte o SPM e não o relatório completo.

que também encontramos em Viriato Soromenho Marques⁴⁹ ilustram bem a que pode levar uma pequena inflexão na interpretação por outros de um documento fundamental. Com um pouco mais de atenção e sentido de rigor (e responsabilidade), estes autores, como muitos outros que neles se louvam, não teriam convertido os cenários que o IPCC elaborou em previsões com probabilidades quantificadas, esquecendo o facto elementar de que se elaboram cenários quando se não têm certezas. Elaboram-se cenários para manobras militares e é perfeitamente legítimo elaborar cenários de resposta a um eventual desembarque de marcianos ou para uma subida de 6 metros nas águas do mar nos estuários do Sado ou do Tejo ou nas praias do Algarve, devido a um aumento de temperatura de vários °C . Sir Nicholas Stern⁵⁰, a solicitação de Tony Blair, também fez previsões quantitativas sobre o efeito no PIB do aquecimento global não hesitando em adular o próprio “*Summary for Policy Makers*”, que invoca como fundamento, para tornar ainda mais preocupantes os cenários do aquecimento global devido às emissões antropogénicas de CO2 se não se actuar drasticamente na sua redução.

Devemos também esclarecer que o IPCC utiliza os termos **previsão** (para os resultados) quando são conhecidos dados de entrada para os modelos. **Projeções** quando tais dados resultam de **Cenários** de evolução considerados (subjectivamente) plausíveis quanto à evolução económica futura. Todavia, o termo previsão, tal como utilizado pelo IPCC, não corresponde ao uso consagrado que lhe é dado e se utiliza, por exemplo, quando se refere uma previsão meteorológica.

Citando Kevin E. Trenberth (um dos *lead authors* em todos os relatórios do IPCC, com mais de 100 citações no próprio WGI The Physical Science Basis 2007)⁵¹:

*“since the last IPCC report it is often stated that the science is settled or done and now is the time for action. **In fact there are no predictions by IPCC at all. And there never have been**”*

(...)

*“None of the models used by IPCC are initialized to the observed state⁵² and **none of the climate states in the models correspond even remotely to the current observed climate**”.*

3. O “Hockey stick”

⁴⁹ Viriato Soromenho Marques, “*O Regresso da América*” Esfera do Caos, Lisboa 2008, sobretudo no cap.5 em que também afirma que “*sem um acordo climático global, as hipóteses de inovação tecnológica serão mínimas e insuficientes*” e que “*hoje o combate às alterações climáticas constitui o fulcro da reconstrução do sistema internacional, numa perspectiva de equidade e na base do respeito pelo multilateralismo*” (p.140).

O Professor Viriato Soromenho Marques faz parte, com Sir Nicholas Stern e mais 10 outras personalidades públicas do “*High Level Group on Energy and Climate Change*” criado pelo Presidente da Comissão Europeia em 2007 “para o apoiar na crucial política europeia da energia e das alterações climáticas” (p.150), para além de ser o responsável pelo Ambiente na Fundação Calouste Gulbenkian.

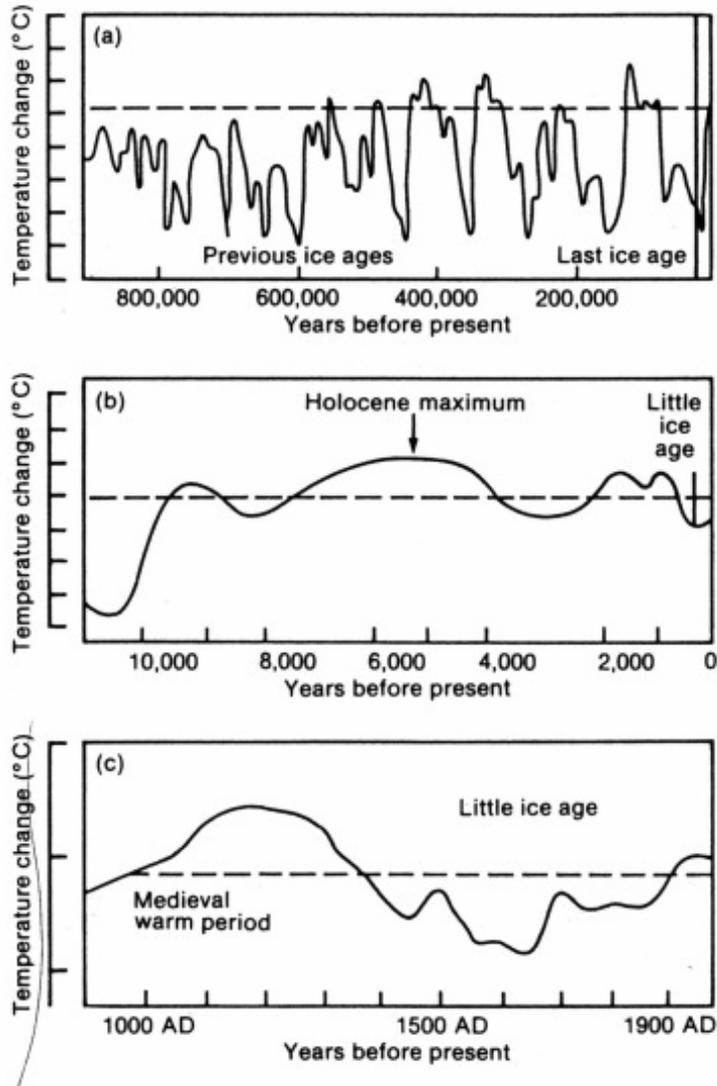
⁵⁰ Stern, N. “*The Economics of Climate Change: The Stern Review*”, Cambridge University Press, 2007

⁵¹ [Nature.com, Climate Feedback](http://www.nature.com/ClimateFeedback), 4.06.2007.

⁵² O conhecimento do estado inicial do sistema é uma exigência matemática fundamental para que possa haver previsão. A previsão meteorológica depende criticamente desse conhecimento.

A reconstrução de climas passados é simultaneamente fundamental para teste dos modelos climáticos e para a interpretação dos dados históricos conhecidos. Uma dessas reconstruções, conhecida como *Hockey Stick* constituiu um dos mais lamentáveis deslizes do IPCC (2001) e de conhecidas e prestigiadas publicações científicas como a *Nature* e a *Science*.

No primeiro relatório do IPCC (1990), era apresentada a seguinte figura:



A qual tinha a seguinte legenda :

“Figure 7.1. Schematic diagrams of global temperature variations since the Pleistocene on three time-scales: (a) the last million years; (b) the last ten thousand years, and (c) the last thousand years. The dotted line nominally represents conditions near the beginning of the twentieth century”

.....

A que depois se acrescentava:

*“The late tenth to early thirteenth centuries (about AD950-1250) appear to have been exceptionally warm in western Europe, Iceland and Greenland (...). This period is known as the **Medieval Climatic Optimum** (...). This period of widespread warmth is notable in that there is no evidence that it was accompanied by an increase of greenhouse gases”*⁵³

No 3º Relatório do IPCC, esta perspectiva foi radicalmente alterada e sintetizada na figura seguinte, que ficou conhecida como *Hockey Stick*, a qual sugere que a temperatura no hemisfério norte se manteve muito estável desde o início do século XI para começar a subir, espectacularmente, a partir de meados do século XIX, com a revolução industrial.

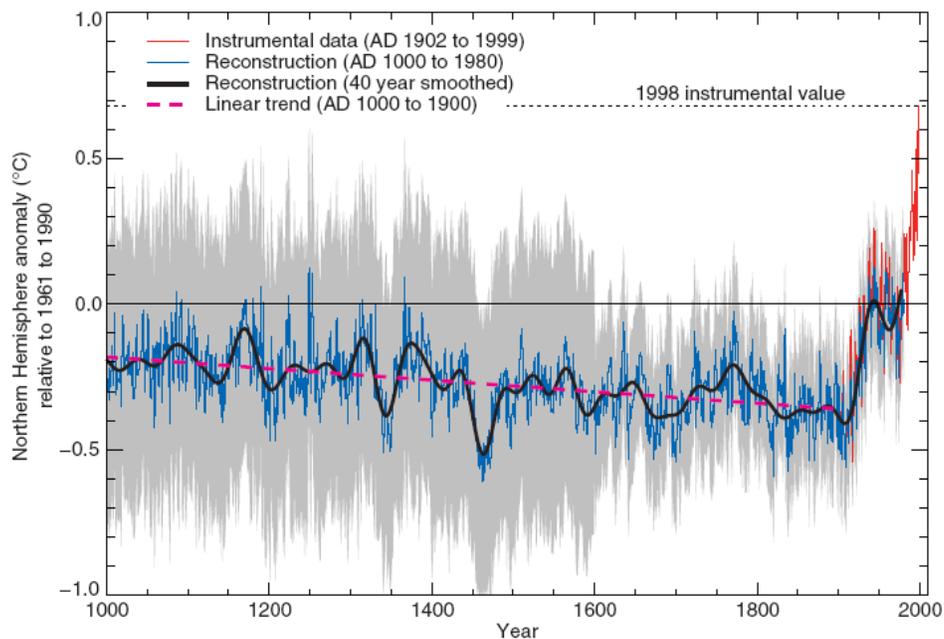


Figure 2.20: Millennial Northern Hemisphere (NH) temperature reconstruction (blue) and instrumental data (red) from AD 1000 to 1999, adapted from Mann *et al.* (1999). Smoother version of NH series (black), linear trend from AD 1000 to 1850 (purple-dashed) and two standard error limits (grey shaded) are shown.

O IPCC deu-lhe tanta importância que repetiu a figura no SPM (2001) e no *Technical Summary*, para além de duas vezes no PSB e outras duas no *Synthesis Report*. Referindo-se a ela, o SPM(2001) afirma (p.3) que

“it is likely that the 1990s has been the warmest decade and 1998 the warmest year of the millennium” for the Northern Hemisphere”

⁵³ Dados muito recentes parecem indicar que a concentração de CO₂ foi importante V. “A role for atmospheric CO₂ in preindustrial climate forcing”, Thomas B. van Hoof, Friederike Wagner-Cremer, Wolfram M. Kuerschner, and Henk Visscher, PNAS _ October 14, 2008 _ vol. 105 _ no. 41 _ 15815–15818, disponível em www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0807624105

Pouco depois da divulgação do trabalho, um especialista canadiano em estatística, Steve McIntyre, decidiu verificar a consistência dos dados em que se baseava a curva mas foi confrontado com a (decidida) recusa do autor em fornecer-los. A recusa de dados para verificação por outros bem como dos métodos utilizados é absolutamente contrária à ética científica e aos princípios fundamentais que deram à Ciência a sua força e credibilidade⁵⁴. No caso vertente, a recusa contrariava também o próprio estatuto do IPCC ao aceitar e utilizar, com tanto destaque, tal tipo de trabalho. Por se tratar de trabalho de investigação financiado pelos contribuintes, uma comissão do senado dos EUA exigiu a sua apresentação. Analisando os dados, McIntyre⁵⁵ demonstrou que o **algoritmo estatístico utilizado produzia curvas do tipo *Hockey Stick* mesmo para dados puramente aleatórios. Ou seja, o algoritmo estatístico utilizado pelos autores escolhia os dados que produzissem o *Hockey Stick***⁵⁶

A polémica que se seguiu ultrapassa largamente a questão climática pois vai ao cerne do próprio funcionamento do sistema científico actual e das suas perversões⁵⁷. Como este assunto se encontra largamente documentado na bibliografia⁵⁸ não o iremos aqui aprofundar.

No 4º Relatório do IPCC (PSB 2007) a figura já foi:

⁵⁴ Se o autor não deseja que os seus dados e os métodos que utilizou possam ser verificados por outros não devia publicá-los, nem a revista, mesmo *peer reviewed*, os deveria aceitar. No caso vertente e ao que parece, os *peer* também não dispuseram dos dados em que se baseavam as conclusões.

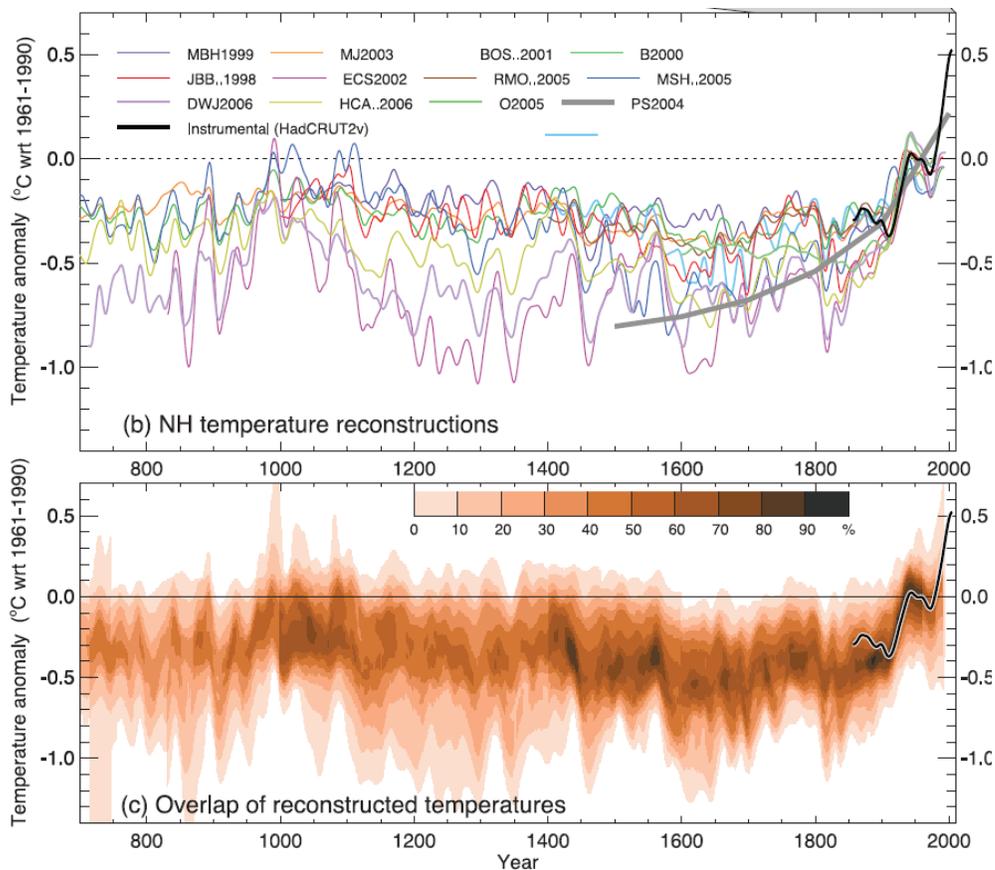
⁵⁵ Ver **Hockey Stick Studies** em <http://www.climateaudit.org/> McIntyre mantém neste site um blog <http://www.climateaudit.org/> que se tornou de referência, pela competência, seriedade e transparência com que trata os assuntos, para além da invulgaríssima tenacidade com que luta pela divulgação dos dados e métodos estatísticos utilizados pelos autores no seu tratamento. Esta atitude, louvável mas invulgar, permite a qualquer um testar a validade das suas análises e conclusões.

Recentemente, mostrou que os dados do GISS que apontavam 1998 como o ano mais quente desde que há registos instrumentais não o era, mas sim 1934 (muito discretamente, o GISS corrigiu os registos). Em Novembro de 2008 também assinalou falhas importantes nos dados globais referentes a Outubro, que entretanto foram corrigidos.

⁵⁶ Este era o resultado prático final. O algoritmo utilizado, muito sofisticado e pouco claro, era recusado pelos autores e por isso o enviesamento não foi logo detectado.

⁵⁷ Ver http://scienceandpublicpolicy.org/monckton/what_hockey_stick.html. Embora o autor seja um assumido negacionista, a informação objectiva é valiosa.

⁵⁸ De referir, pela sua qualidade e objectividade, não só neste mas em muitos outros temas relacionados, o livro de Donald Rapp, “*Assessing Climate Change*”, Springer, Praxis, 2007.



Tendo em conta as recomendações do National Research Council⁵⁹ e os trabalhos de vários autores, o *Independent Summary for Policy Makers*⁶⁰ justifica a substituição da curva anterior pela seguinte:

⁵⁹ National Research Council, “*Surface Temperature Reconstructions for the Last 2,000 Years*“, National Academies Press, 2006. É necessário ler o relatório completo porque o sumário executivo, muito publicitado, não reflete as conclusões menos agradáveis par os criadores do Hockey Stick

⁶⁰ Disponível em http://www.fraserinstitute.org/commerce.web/product_files/Independent%20Summary5.pdf

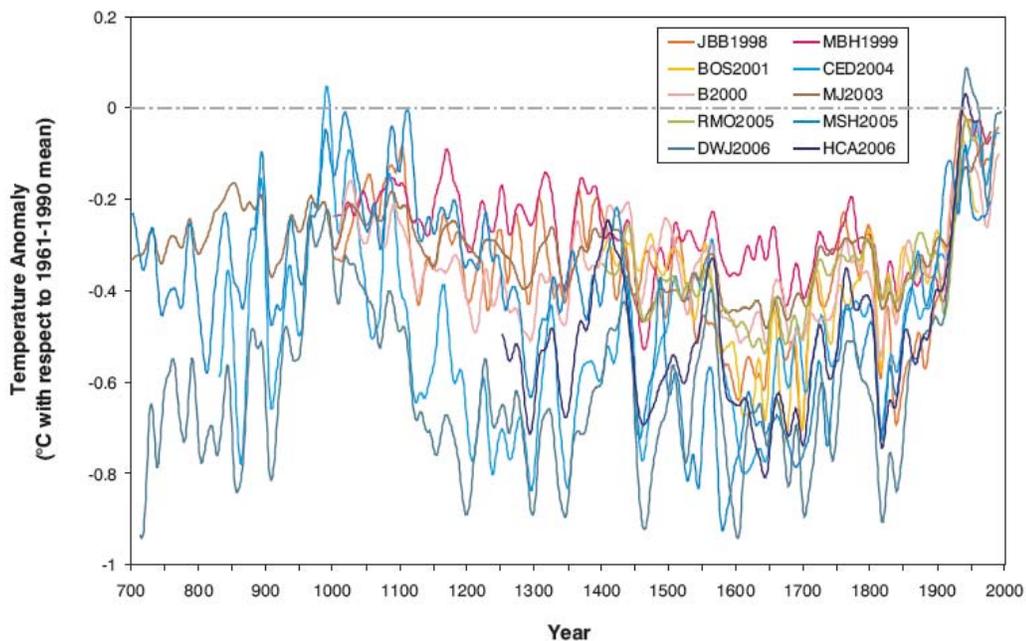


FIGURE ISPM-9: SOME RECENT PALEOCLIMATE TEMPERATURE RECONSTRUCTIONS OF PAST 1300 YEARS FOR THE NORTHERN HEMISPHERE, ALL CALIBRATED OVER THE 1902-1980 INTERVAL

NOTE: Instrumental splice post-1850 has been removed (see Supplementary Information Box below).

Source: Reproduction of Fourth Assessment Report Figure 6-10b. (JBB1998) = Jones et al., 1998 calibrated by Jones et al., 2001; (MBH1999) = Mann et al., 1999; (BOS2001) = Briffa et al., 2001; (CED2004) = Cook et al., 2004; (B2000) = Briffa, 2000 calibrated by Briffa et al., 2004; (MJ2003) = Mann and Jones, 2003; (RMO2005) = Rutherford et al., 2005; (MSH2005) = Moberg et al., 2005; (DWJ2006) = D'Arrigo et al., 2006; and (HCA2006) = Hegerl et al., in press.

Embora qualquer das figuras mostre um aquecimento global nas últimas décadas, a existência de um período quente medieval permite atribuir esse aquecimento à saída da pequena idade do gelo que se seguiu.

Do ponto de vista político, e dos alarmistas, o facto de ter ou não existido um período quente medieval (seguido da pequena idade do gelo), com ou sem concentrações elevadas de carbono é muito importante para manter a afirmação de que *“1990s has been the warmest decade and 1998 the warmest year of the millennium” for the Northern Hemisphere* e reforçar a ideia de que tal se deve às emissões de GEE. O blog RealClimate (<http://www.realclimate.org/>) muito ligado ao GISS⁶¹ é um estrénuo defensor das metodologias que levaram ao *Hockey Stick* e dos modelos globais (in *extremis*, se os dados não confirmarem aspectos cruciais dos modelos é porque se trata de desvios menores ou de dados suspeitos).

⁶¹ NASA Goddard Institute for Space Studies, dirigido por James Hansen

4. Os modelos climáticos e o consenso científico

Sir Nicholas Stern, no seu influente relatório⁶² afirma que:

*“Climate change arguments do not rest on “proving” that the warming trend is unprecedented over the past Millennium. Whether or not this debate is now settled, this is only one in a number of lines of evidence for human induced climate change. **The key conclusion that the build-up of greenhouse gases in the atmosphere will lead to several degrees of warming rests on the laws of physics and chemistry** and a broad range of evidence beyond one particular graph”.* (Part I p. 6)

Ao desvalorizar o carácter decisivo da afirmação “*the warming trend is unprecedented over the past Millennium*”, Sir Nicholas Stern teve certamente em conta o lamentável caso do Hockey Stick, e por isso o cerne da afirmação é agora o de que as conclusões se baseiam nas leis da Física e da Química. Porém, o comentário mais simples e imediato a esta a afirmação é dado pelo próprio relatório do IPCC (PSB). Efectivamente, em “*IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis*”, página 596 pode ler-se:

“Climate models are derived from fundamental physical laws (such as Newton’s laws of motion), which are then subjected to physical approximations appropriate for the large-scale climate system, and then further approximated through mathematical discretization. Computational constraints restrict the resolution that is possible in the discretized equations, and some representation of the large-scale impacts of unresolved processes is required (the parametrization problem)” PSB p.596

Poderíamos acrescentar que as Leis de Newton, tal como as Leis da Termodinâmica, estão na base das equações de Navier Stokes e de outras equações fundamentais que regem o comportamento físico e químico da atmosfera. Em relação à validade destas **equações fundamentais**, mesmo para atmosferas extra-terrestres, **a unanimidade científica é completa**. Sucede porém que, tal como para as outras Leis Físicas fundamentais, a sua formulação é feita sob a forma de equações em derivadas parciais de que é necessário encontrar as soluções para cada aplicação concreta⁶³. Para as equações de Navier Stokes, conhecidas há quase dois séculos, não existe ainda sequer a demonstração matemática de que têm soluções no caso geral⁶⁴. Estas famosas equações, matematicamente classificadas como parabólicas quase lineares, estão na origem da teoria do caos determinístico e constituem a base da teoria da turbulência. Não sendo conhecidas soluções matemáticas formais para as situações em causa, procura-se a sua solução numérica. Para a atmosfera⁶⁵, esta via foi iniciada nos anos 20 por Richardson e o

⁶² Stern,N.”*The Economics of Climate Change:The Stern Review*”, Cambridge University Press,2007

⁶³ Nomeadamente, o conhecimento do estado inicial do sistema, o qual é uma exigência matemática fundamental para que possa haver solução.

⁶⁴ Existe o premio de um milhão de dólares oferecido pelo *Clay Mathematics Institute* para quem demonstrar a existência de soluções no caso geral ou para um contra exemplo. Este instituto considera este um dos sete problemas matemáticos mais importantes ainda em aberto.

⁶⁵ Ver K.E.Trenberth(Eds) “*Climate Systems Modeling*”,Cambridge University Press, 1992

seu desenvolvimento esteve sempre na vanguarda da utilização dos mais potentes computadores e supercomputadores. Sob o ponto de vista computacional, a atmosfera é apenas um caso particular de aplicação numa área disciplinar recente mas muito mais vasta conhecida por Mecânica dos Fluidos Computacional (*Computational Fluid Dynamics* ou CFD) e basta algum domínio nesta área científica para imediatamente concluir que afirmações como as de Stern significam muito pouco.

Pela sua própria natureza, as soluções numéricas são sempre soluções aproximadas porque o domínio de solução tem de ser dividido em paralelepípedos (ou equivalente) de dimensão finita, que no 1º Relatório do IPCC (1990) foi de ~500X500 km na superfície, no 2º Relatório (1996) de ~250X250, no 3º(2001) de ~180X180 e no 4º(2007) de ~110X110km, e um número de níveis na vertical entre 20 e 50, com espaçamento variável. Não é necessário ser especialista para inferir que não é possível fazer afirmações válidas sobre fenómenos significativos que se manifestam a uma escala inferior aquela subdivisão espacial. Dada a natureza não linear das equações, mesmo a sua substituição formal por valores médios nos paralelepípedos introduz novas incógnitas pelo que é necessário aproximá-las por relações empíricas depois de se terem simplificado as equações de partida. Este conjunto de procedimentos é genericamente designado por **parametrizações** (“*parametrizations*”).

Sobre elas o PSB afirma:

*“ Parametrizations are typically based in part on **simplified physical models** of the unresolved processes (...) The parametrizations also involve numerical parameters that must be specified as input. Some of these parameters can be measured, at least in principle, while others cannot. It is therefore common to adjust parameter values (...) in order to optimise model simulation of particular variables **or to improve global heat balance**⁶⁶. This process is often known as ‘tuning’ (PSB p. 596)*

Muitas destas parametrizações e constantes não são consensuais e é nelas que sobretudo divergem os vários modelos utilizados pelo próprio IPCC nas suas previsões/projecções. Como é evidente, os resultados finais dependem das parametrizações e do valor atribuído aos parâmetros ajustados. Na impossibilidade de decidir objectivamente entre os diferentes resultados o IPCC atribuiu-lhes probabilidades na presunção (subjectiva) de que cada um deveria ter uma parte de verdade. Este é um modo de avançar, justificado quando se pisa terreno desconhecido. Mas é abusivo e manipulatório quando, como Stern e outros, se fazem afirmações definitivas e prescritivas invocando-os como resultados indiscutíveis baseados nas leis da física e da química.

Como se constata, **embora o consenso seja universal quanto às equações físicas fundamentais de que se parte, tal consenso não existe no resultado final porque as opções divergiram nos passos intermédios.**

⁶⁶ Tenha-se em conta que é do “*global heat balance*” que depende em última instancia o aquecimento ou arrefecimento global.

Indo directamente à questão de fundo, cite-se o que o próprio IPCC já refere no seu *Third Assessment Report*⁶⁷ acerca do que se pode esperar:

*“In climate research and modeling, we should recognise that we are dealing with a coupled non-linear chaotic system, and therefore that **the long-term prediction of future climate states is not possible.**”*.(p. 774)

5. O que realmente pensam os principais autores do “IPCC- The Physical Science Basis “

Kevin E. Trenberth, já anteriormente referido, afirma que⁶⁸ :

*“In fact there are no predictions by IPCC at all. And there never have been” (...)
“None of the models used by IPCC are initialized to the observed state and none of the climate states in the models correspond even remotely to the current observed climate” (...) the state of the oceans, sea ice, and soil moisture has no relationship to the observed state at any recent time in any of the IPCC models. There is neither an El Niño sequence nor any Pacific Decadal Oscillation that replicates the recent past;
The Atlantic Multidecadal Oscillation (...) is not set up to match today’s state, but it is a critical component of the Atlantic hurricanes and it undoubtedly affects forecasts for the next decade from Brazil to Europe.
Moreover, the starting climate state in several of the models may depart significantly from the real climate **owing to model errors.** (...) **Regional climate change is impossible to deal with properly unless the models are initialized (...)** **the science is not done because we do not have reliable or regional predictions of climate. But we need them. Indeed it is an imperative!**”⁶⁹
“The current projection method works to the extent it does because it utilizes differences from one time to another and the main model bias and systematic*

⁶⁷ IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T.,Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K.Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.

⁶⁸ [Nature.com,Climate Feedback, 4.06.2007.](http://www.nature.com/ClimateFeedback/4.06.2007)

Trenberth veio posteriormente atenuar, ou mesmo contradizer, algumas das afirmações deste artigo. Todavia, o importante não é especular sobre as razões de tal atitude mas sim referir que as declarações citadas correspondem a afirmações idênticas no contexto mais alargado e oficialmente mais significativo de um da relatório da WMO que abordarmos a seguir.

⁶⁹ O projecto SIAM I faz projecções para Portugal Continental e o SIAM II para os Açores e Madeira. Na acepção do IPCC são todas sub-regionais.

*errors are thereby subtracted out. **This assumes linearity. It works for global forced variations, but it can not work for many aspects of climate, especially those related to the water cycle**". (...)“**So the science is just beginning** “*

O bem conhecido *guru* James Hansen, do GISS , a propósito dos modelos de que é líder e são largamente citados:

*“ the most common measure of modeling prowess seems to be model resolution, or what is worse, **the number of simulations that are added to the set of IPCC simulations for the 21st century(...)** , **yet with current uncertainties in the models and in the climate forcings driving the models**, the law of diminishing returns with additional projections is reached quickly”⁷⁰*

O aumento do número de simulações a que James Hansen se refere significa variar os estados iniciais e os forçamentos como se se tratasse de uma previsão meteorológica a muitos anos de distancia, esperando que a estatística decadal destas previsões revele as futuras alterações climáticas. As sonantes e frequentes declarações para a comunicação social que tornaram famoso James Hansen levam a pensar que ele se esqueceu das pertinentes conclusões e recomendações que fez quando era apenas um cientista.

“The IPCC report: what the lead authors really think” é o título de um artigo publicado em 17 de Setembro de 2008 por Ann Henderson-Sellers⁷¹, Directora do World Climate Research Programme , sedado na WMO (World Meteorological Organisation), no qual informa que ”

“In the final months of the Intergovernmental Panel on Climate Change’s Fourth Assessment reporting in 2007, the world’s three leading climate science agencies asked people directly and intimately involved with the report for their views on how the process had gone and some of the key issues it raised.

The three agencies in question: the Global Climate Observing System Programme (GCOS), the World Climate Research Programme (WCRP), and the International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) are the world co-ordinators of observations and research on climate change. They also held a workshop in Sydney in October 2007 on Learning from the IPCC Fourth Assessment Report for which I drafted an outline of a workshop paper, based entirely on responses to the survey ...”.

⁷⁰ J.Hansen *et al* “Climate Modeling in the Global Warming Debate”, in “General Circulation Model Development” , ed D.A.Randall, Academic Press, International Geophysics Series, Volume 70, 2000.

⁷¹ <http://environmentalresearchweb.org/cws/article/opinion/35820>

O artigo de Ann Henderson-Sellers é basicamente uma síntese das conclusões desse workshop, o qual deu origem a uma publicação da WMO ⁷², de que passarei a transcrever alguns extractos, dada a sua relevância no contexto dos relatórios do IPCC ⁷³.

“On a 30-year time frame, climate predictions are effectively insensitive to the details of long-lived greenhouse gas emissions scenarios” (...)

“Anthropogenic changes in the composition of the atmosphere have committed humankind to climate change impacts over at least the next two to three decades. Therefore, addressing the issue of adaptation has now become a matter of urgency”. (p.7)

Ou seja, se aceitarmos os resultados dos modelos climáticos não há nada que possamos fazer para reduzir os efeitos das emissões antropogénicas nos próximos 20 ou 30 anos. Por isso, **o mais urgente é a adaptação às alterações climáticas.** E como tais efeitos se manifestarão sobretudo à escala regional, o próprio relatório recomenda:

“Support research to evaluate regional climate models, including the development of regional reanalyses and support of the development of model performance metrics” (p. 32)

A reanálise regional utiliza basicamente modelos de previsão meteorológica para integrar de modo coerente e consistente todos os dados de observação existentes e reportá-los a uma quadrícula uniforme. Esta informação de base é fundamental para identificar e quantificar os efeitos no clima das acções do homem e para guiar as decisões políticas quanto às melhores estratégias de adaptação à incontornável variabilidade climática, seja ela natural ou antropogénica ⁷⁴. Estes modelos climáticos regionais e os resultados que permitem obter não devem ser confundidos com as análises climáticas regionais obtidas (como subprodutos) dos modelos globais e que figuram nos relatórios do IPCC. Em Portugal, os generosamente financiados e publicitados Projectos SIAM ⁷⁵ (I e II) adoptaram esta via, em relação à qual o relatório WMO-2008 que vimos citando afirma:

“Until and unless ENSO, PDO, NAO and AMOC etc. can be predicted to the extent that they are predictable, regional climate is not a well defined problem. It may

⁷² WMO, 2008, *Future Climate Change Research and Observations: GCOS, WCRP and IGBP Learning from the IPCC Fourth Assessment Report, Workshop and Survey Report*, GCOS-117, WCRP-127, IGBP Report No. 58, World Meteorological Organization, (WMO/TD No. 1418), January 2008, Geneva, 68pp

⁷³ Os sublinhados e negritos são meus. A indicação da página refere-se à publicação referida acima (WMO, 2008)

⁷⁴ Em Portugal, todas as propostas feitas à FCT neste sentido (desde 2001) foram liminarmente rejeitadas, sem justificação.

⁷⁵ Segundo Viriato Soromenho Marques (“Projecto SIAM II”, 2006, Gradiva, Lisboa) a propósito do Projecto SIAM, *“Portugal torna-se num dos raros países do mundo que foi capaz de aplicar à sua escala geográfica as sofisticadas metodologias de análise e prospectiva desenvolvidas no âmbito do IPCC (...) e que conduziram aos importantes relatórios apresentados por esta rede planetária...”*.

never be. If that is the case then we should say so. Therefore, it is not just the forecast but the confidence and uncertainty that are just as important(...)" (p. 47)
"adding complexity to models, when some basic elements are not working right (e.g. the hydrological cycle) is not sound science." (p. 48)

6. Vapor de água, ciclo hidrológico e *feedbacks*

O vapor de água é um elemento fundamental no clima e tem sido um tema de acesa controvérsia entre negacionistas⁷⁶ e alarmistas⁷⁷, tendo cada um deles uma parte da razão. O relatório fundamental, “*The Physical Scientific Basis*” (PSB) afirma, entre muitas outras referências, que:

Water vapour is (...) the most important gaseous source of infrared opacity in the atmosphere, accounting for about 60% of the natural greenhouse effect for clear skies (...), and provides the largest positive feedback in model projections of climate change”, (PSB, p.271)

Todavia, o vapor de água é mencionado uma única vez pelo SPM (página 12) e em poucas linhas :

“Water vapour changes represent the largest feedback, affecting climate sensitivity (...). Cloud feedbacks remain the largest source of uncertainty”. (SPM p.12)

Embora “*gaseous source of infrared opacity in the atmosphere*“ e “*gás com efeito de estufa (GEE)*” signifiquem o mesmo, há uma diferença fundamental no modo como são tidos em conta nos modelos climáticos utilizados pelo IPCC. A controvérsia resulta do facto de o IPCC só designar por GEE os GEE cuja concentração pode ser considerada uniforme na atmosfera (“*well mixed gases*“), sejam ou não de origem antropogénica⁷⁸. Estes são também os únicos cujo “*LOSU*” (*Level of Scientific Understanding*) é considerado muito alto. O vapor de água, pelo contrário, não só não se encontra em concentração uniforme na atmosfera como os seus efeitos dependem criticamente da sua distribuição na vertical⁷⁹. Além disso, quando muda de estado dá origem **às nuvens e à**

⁷⁶ Leroux, M., “Global Warming: Myth or Reality”, Springer, Praxis, 2005.

Este livro, sob muitos aspectos excelente, de um prestigiado e conhecido climatologista, tem fragilidades na fundamentação da importância absoluta do vapor de água, pois não tem em conta a sua distribuição na vertical. A avaliação que faz dos modelos climáticos revela também falta de conhecimento aprofundado dos métodos numéricos subjacentes

⁷⁷ <http://www.realclimate.org/index.php?p=142>

Este blog, de consulta obrigatória exige contraverificação pois a propósito de divulgar a ciência, gosta de a simplificar (o que é meritório se a não adultera) e de declarar sem importância tudo que se afaste dos modelos que usa.

⁷⁸ Esta não é a definição do IPCC mas sim a que resulta da forma diferente como os considera. Há quem defenda que só devem ser considerados como GEE aqueles cuja estimativa de tempo médio de permanência na atmosfera seja da ordem das centenas de anos, como o CO₂, ou pelo menos dos muitos anos, como o metano, o que excluiria o vapor de água, que é da ordem da dezena de dias.

⁷⁹ O mesmo se passa para os outros GEE. Todavia, como se admitiu uma concentração espacial uniforme, o seu efeito directo é mais fácil de estabelecer com rigor. Para aprofundar o tema ver por exemplo:

Zdunkowsky, W. *et al*, “*Radiation in the Atmosphere*”, Cambridge University Press, 2007

chuva. As nuvens, que são formadas por gotas de água e cristais de gelo, tanto podem provocar aquecimento como arrefecimento (consoante a altura a que se encontram e a sua composição). O mesmo se passa com os aerossóis. O SPM escamoteia esta dificuldade fundamental remetendo-a para a categoria dos *feedback*. Designa-se por *feedback* o efeito indirecto no aquecimento global provocado pela alteração numa das outras variáveis. No caso vertente, o IPCC considera que o aumento de CO₂ provoca aumento de temperatura. Este aumento de temperatura, por sua vez, provocará evaporação e deste aumento do vapor de água na atmosfera resultará a formação de **nuvens, as quais tanto podem causar um aquecimento global como a um arrefecimento**. Este complexo de relações é traduzido pelo IPCC num factor multiplicativo do efeito que existiria se só o CO₂ estivesse presente. Este “**factor de sensibilidade climática**” é controverso, não só pelo conceito em si mesmo como sobretudo pelo valor que lhe é atribuído. Aliás, como no relatório base do IPCC se reconhece:’

*“... many of the **key processes** that control climate sensitivity or abrupt climate changes (e.g., clouds, vegetation, oceanic convection) depend on very small spatial scales. They cannot be represented in full detail in the context of global models, and **scientific understanding of them is still notably incomplete**”.* (PSB p113)

*“The scientific community realised long ago that using adequate data to **constrain models**⁸⁰ was the only way to solve this problem”.* (PSB p.114-115)

A menor dimensão de malha global que o IPCC até agora considerou (2007) foi de ~110x110km. De facto “*e.g., clouds, vegetation, oceanic convection*” são processos chave que se processam a escalas inferiores aquelas a que é possível aceder com os mais potentes supercomputadores actuais⁸¹. Todavia, a **limitação actual mais importante** não são os supercomputadores mas sim a **compreensão adequada dos fenómenos físicos em causa** e a sua modelação matemática⁸².

Goody,R.M.,Yung,Y.L., “*Atmospheric Radiation*”, 2^aed, Oxford University Press, 1989

Thomas,G.E.,Stames,K.,”*Radiative Transfer in the Atmosphere and Ocean*”, Cambridge University Press, 1999

⁸⁰ “**constrain models**” significa, simplesmente, forçar os modelos para que reproduzam os dados o melhor possível.

⁸¹ Foi recentemente proposto por muitos dos líderes dos grandes grupos de modelação climática a criação de um supercentro internacional de computação, à imagem do CERN, para abordar este tipo de limitações. É muito duvidoso que tal se justifique. Além de ir reduzir as verbas para a investigação não centralizada onde a investigação mais relevante neste tema tem sido produzida, as consequências negativas da cultura monopolista dos proponentes europeus, de que são exemplo o Centro Europeu e os IMs associados, não poderia ser esquecida. Aliás, é notória a propensão para o alarmismo protagonizada por alguns dos promotores. Justificar e aumentar o dispêndio dos enormes recursos públicos de que já dispõem não é certamente estranho a esta postura de alguns.

⁸² Este problema é parcialmente ultrapassado nos modelos meteorológicos de previsão regional porque utilizam as condições iniciais e de fronteira obtidas de um modelo global (downscaling dinâmico) . No caso da previsão meteorológica diária para Portugal disponibilizada publicamente pelo I.S.T. desde 2001 (<http://meteo.ist.utl.pt>) a malha final típica é de 9km, utilizando as condições iniciais e de fronteira extraídas da previsão global do NCEP/NWS (U.S.A) de ~ 80 ou , mais recentemente ~41 km e sucessivamente refinadas.

Devido à sua importância, o tema foi tratado pelo *Board on Atmospheric Sciences and Climate (BASC)* do *National Research Council* e na sua publicação *Understanding Climate Change Feedbacks*⁸³ pode ler-se (p. 26):

*“If the structure or area coverage of clouds change with the climate, they have the potential to provide a very large feedback and **either greatly increase or decrease the response of the climate to human-caused forcing. At this time both the magnitude and sign of cloud feedback effects on the global mean response to human forcing are uncertain.**”*

Apesar da incerteza quanto à magnitude e ao sinal da resposta do sistema climático aos efeitos causados pelas emissões antropogénicas de GEE, bem patentes nas citações anteriores, o IPCC reduz tudo à simples fórmula⁸⁴, para uso de economistas e decisores políticos:

$$\Delta T = k * \log(CO_2 / CO_{2ref})$$

Em que ΔT é a elevação de temperatura em graus centígrados (ou Kelvin) provocada pela concentração de GEE expressas em equivalentes de CO_2 relativamente à temperatura existente quando tal concentração era de CO_{2ref} . O factor K exprime a sensibilidade climática, ou seja, a amplificação do efeito do aumento do CO_2 devido ao admitido *feedback*. O seu valor corresponde ao aumento de temperatura que uma duplicação da concentração em CO_2 provocaria. Habitualmente, CO_{2ref} é o valor que existiria no início da revolução industrial.

A fórmula anterior serve de base às projecções económicas feitas por Stern e pelos WGII e WGIII, bem como à maioria dos estudos centrados nos efeitos das emissões de GEE.

Quanto ao factor K é a ele que se refere o PSB quando afirma:

“The strong effect of cloud processes on climate model sensitivities to greenhouse gases(...) show global average surface temperature changes (due to doubled atmospheric CO_2 concentration) ranging from 1.9°C to 5.4°C, simply by altering the way that cloud radiative properties were treated in the model”. (PSB p.114-115)

⁸³ “*Understanding Climate Change Feedbacks*”, National Research Council of The National Academies, The National Academies Press, Washington, 2003

⁸⁴ Não aparece explicitamente no PSB(2007) mas reconstrói-se de anteriores relatórios e dos valores citados no acordo final da Conferência de Bali

7. Factores locais e regionais

A ideia de caracterizar a sensibilidade climática pelo aumento de temperatura à superfície devido a uma duplicação da concentração em CO₂ foi sobretudo popularizada por Jules Charney numa publicação de 1979 da National Academy of Science⁸⁵ na qual indicava 1.5 a 4.5 °C, não muito longe do valor atribuído por Arrhenius, na sequência da sua primeira publicação sobre o assunto⁸⁶. Esta gama é praticamente a mesma que o IPCC actualmente indica apesar de ter utilizado computadores incomensuravelmente mais poderosos. Alguns consideram tal proximidade de valores como prova da sua solidez, esquecendo que o modelo conceptual foi basicamente o mesmo e que em todos se adoptou como hipótese fundamental que o único efeito do CO₂ seria aumentar a temperatura⁸⁷. Para outros, o cerne da questão não foi devidamente abordado pelo IPCC, nomeadamente a compreensão dos fenómenos físicos fundamentais que se passam à escala regional e local⁸⁸. Estes aspectos, apesar de extensamente tratados na literatura de referência⁸⁹, **foram praticamente ignorados pelo IPCC**. Citando R. A. Pielke Sr., num artigo da *Science*:⁹⁰

“Change and variability in land use by humans and the resulting alterations in surface features are major but poorly recognized drivers of long term global climate pattern. Along with the diverse influences of aerosols on climate, these spatially heterogeneous land use effects may be at least as important in altering the weather as changes in climate patterns associated with greenhouse gases.”

⁸⁵ Charney, J. “Carbon Dioxide and Climate: A Scientific Assessment”, National Academy Press, Washington, DC, 1979

⁸⁶ Arrhenius, S., “On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature on the ground”, Philosophical Magazine, 41, 237-276, 1896

⁸⁷ Esta é a hipótese intuitiva quando se desconhecem ou simplificam os movimentos convectivos provocados pelo aumento de temperatura à superfície e pelo vapor de água. Quando o vapor se condensa em altitude devido ao abaixamento da temperatura ambiente e se formam nuvens o balanço radiativo no topo da troposfera altera-se podendo originar arrefecimento global. Os aerossóis podem ter um efeito semelhante. Ignorando tais efeitos fica apenas o aquecimento.

⁸⁸ Sublinhe-se que a modelação do efeito do vapor de água, nuvens e aerossóis, exige uma escala espacial muito inferior à considerada nos modelos climáticos globais. Os modelos meteorológicos regionais, como o utilizado no IST, ao ultrapassarem significativamente as limitações da escala vieram por em evidência as limitações no conhecimento de fenómenos físicos fundamentais ligados às nuvens e aos aerossóis.

⁸⁹ V. Cotton, W.R., Pielke Sr., R.A., “Human Impacts on Weather and Climate” 2ed, Cambridge University Press, 2007, e o site de referência <http://climatesci.org/>

⁹⁰ “Land Use and Climate Change”, Science, vol 319, p 1625, 9 Dez. 2005. e todas as referências bibliográficas aí citadas.

Tendo em conta novos dados de observação, o mesmo autor retoma o tema na *Physics Today*⁹¹, onde afirma :

*“Attempts to significantly influence regional and local-scale climate **based on controlling carbon dioxide emissions alone cannot succeed** since humans are significantly altering the global climate in a variety of diverse ways beyond the radiative effect of CO₂. The IPCC assessments have been too conservative in recognizing the importance of these human climate forcings as they alter regional and global climate. When the IPCC focuses its policy attention on CO₂, it neglects other important aspects of the impact of human activities on climate.”*

*”Humans are significantly altering the global climate, but in a variety of diverse ways beyond the radiative effect of CO₂. Significant, societally important climate change on the regional and local scales, due to both natural and human climate forcings, can occur due to these diverse influences. The result of the more complex interference of humans in the climate system is that attempts to significantly influence regional and local-scale climate based on controlling CO₂ emissions alone is an inadequate policy for this purpose. **There is a need to minimize the human disturbance of the climate by limiting the amount of CO₂ that is emitted into the atmosphere by human activities, but the diversity of human climate forcings should not be ignored.**”*

8. Conclusões :Alterações climáticas e política energética

De acordo com os principais autores do IPCC, **não há nada que possamos fazer para reduzir os efeitos das emissões antropogénicas nos próximos 20 ou 30 anos**⁹² (porque tais efeitos resultarão dos GEE que já se encontram na atmosfera) pelo que **o mais urgente é a adaptação às alterações climáticas.**

Tal não significa descurar a emissão de GEE, mas sim colocar essa redução no contexto das alterações provocadas por um conjunto alargado de actividades humanas que afectam o clima, nomeadamente à escala regional e local, tanto directamente pelas alterações do uso do solo, como indirectamente através dos efeitos no ecossistema.

⁹¹ Pielke Sr., R.A., 2008: [A broader view of the role of humans in the climate system](http://climatesci.org/). *Physics Today*, 61, Vol. 11, 54-55., disponível em <http://climatesci.org/>

⁹² WMO, 2008, *Future Climate Change Research and Observations: GCOS, WCRP and IGBP Learning from the IPCC Fourth Assessment Report, Workshop and Survey Report*, GCOS-117, WCRP-127, IGBP Report No. 58, World Meteorological Organization, (WMO/TD No. 1418), January 2008, Geneva, 68pp , p.7

Os sempre escassos recursos disponíveis devem concentrar-se na redução das fontes de emissão de GEE. O contrário seria atacar sintomas sem cuidar das causas⁹³. E as causas são o **uso irracional e desregrado de energia**, em particular dos combustíveis fósseis, e **um ordenamento do território que ignora princípios básicos da Ecologia, das Ciências Físicas e das Ciências da Saúde**. Esta ignorância paga-se com consumos evitáveis de energia e de cuidados médicos.

Tornar prioritário o combate às emissões de CO₂, invocando catástrofes climáticas sem fundamento científico convincente, é esquecer o contexto mais global. Uma das mais graves consequências deste reducionismo é a promoção de **soluções altamente centralizadoras e perversas**, de que são exemplo a **captura e sequestro do carbono (CCS)**⁹⁴ e a **energia nuclear**, qualquer delas defendida em nome das gerações vindouras mas às quais apenas poderia vir a deixar ameaças sob a forma de resíduos⁹⁵.

Actualmente, nenhuma das bases de dados de **referência mostra aumento global da temperatura terrestre desde 1998, ou da camada superior dos oceanos**⁹⁶. Tal não significa que podemos estar tranquilos, mas sim que **é urgente combater as miragens tecnológicas e os desvios perversos que originam, de modo a concentrar esforços e recursos nas tarefas urgentes que a Ciência e a racionalidade económica nos apontam** e que são:

a) Uma política energética centrada nos recursos naturais renováveis e na eficiência energética, encarada como estruturante do ordenamento do território e em particular do planeamento urbano⁹⁷;

b) Uma adaptação à já bem conhecida variabilidade climática, que todos os anos se manifesta sob a forma de cheias e tempestades, provocando mortos e biliões de euros em prejuízos materiais⁹⁸.

⁹³ Os exemplos mais flagrantes desta atitude são a captura e sequestro do carbono (CCS) e a promoção da energia nuclear.

⁹⁴ A queima de carvão é uma das fontes mais importantes de gravíssimas emissões de mercúrio e outros metais pesados, de poeiras e ainda causadora das chuvas ácidas entre muitos outros efeitos nocivos. Todavia, o CCS apenas se preocupa com o CO₂ (que não é um poluente), consumindo de 15 a 40% da energia produzida só para o separar e liquefazer.

⁹⁵ O CCS (mesmo se fosse solução economicamente viável), exigiria que os biliões de toneladas que ficariam armazenados nunca se libertassem para a atmosfera nas próximas centenas de anos.

⁹⁶ Ver Pielke Sr., R.A., 2008: [A broader view of the role of humans in the climate system](http://climatesci.org/). Physics Today, 61, Vol. 11, 54-55., disponível em <http://climatesci.org/>.

⁹⁷ Tal política conduzirá, automaticamente, a uma redução decisiva das emissões de CO₂ acompanhada de substancial melhoria da qualidade do ar, para além de contribuir significativamente para a criação de emprego qualificado e maior independência energética.

⁹⁸ Tal adaptação traduz-se, em inúmeros casos, na mera racionalidade de não construir em leitos de cheia, em arribas e zonas instáveis, tanto mais que sabemos da sua enorme vulnerabilidade muito antes de se falar em alterações climáticas.

Tendo em conta que (segundo os autores principais do próprio IPCC) **não há nada que possamos fazer para reduzir os efeitos das emissões antropogénicas nos próximos 20 ou 30 anos**, impõe-se concluir que de nada valerá o custo social e económico desse esforço de redução motivado pelos seus presumidos efeitos a mais de 50 anos de distância se o mundo que até lá construirmos não for **mais justo e habitável à escala global** do que hoje o conhecemos.

É por isso que se impõe:

Dar prioridade aos investimentos que são simultaneamente recomendados pela política energética e pelo combate à degradação do ambiente, e prevenir as consequências da variabilidade climática.

Ou seja, enfrentar desde já as certezas sem descurar a eventualidade das incertezas climáticas se virem a manifestar.

9. Agradecimentos

Agradeço ao Reitor da Universidade Técnica de Lisboa, Prof. Ramôa Ribeiro, o convite para a intervenção pública inicial e a oportunidade de acrescentar este capítulo sobre Alterações Climáticas ao texto para publicação.

Devo também um público agradecimento ao Prof. Tiago M.D.Domingos pelas muitas críticas e sugestões que fez à versão inicial do texto.