

## *As alterações climáticas: uma realidade transformada em desafio*

Carlos Borrego, Myriam Lopes, Isabel Ribeiro e Anabela Carvalho

CESAM e Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro

### **Resumo**

As alterações climáticas são uma das principais ameaças ao desenvolvimento sustentável. Este efeito global põe em causa não apenas os equilíbrios naturais, mas também a segurança de uma grande parte da população. As principais causas das alterações climáticas centram-se no aumento das concentrações de um conjunto de gases emitidos pelas actividades humanas e que interferem com os padrões normais de troca de energia por radiação da Terra com o espaço exterior, fenómeno este chamado ‘efeito de estufa’. Ao longo dos anos, vários estudos científicos têm vindo a demonstrar que a acção humana veio alterar as concentrações atmosféricas, a distribuição espacial e os ciclos de vida destes gases com efeito de estufa. Apesar de algumas incertezas há factos indesmentíveis: os níveis de dióxido de carbono na atmosfera estão a aumentar exponencialmente e atingiram valores nunca antes alcançados. Como vamos actuar? Uma das mais recentes teorias passa pela descarbonização da economia, resultado da implementação do mercado do carbono. Mas será suficiente? Actualmente, o grande debate climático centra-se não só na definição de novas metas de redução da emissão de gases com efeito de estufa, mas também, nas acções de mitigação e adaptação às alterações climáticas. A Humanidade enfrenta, neste momento, um dos maiores desafios de que há memória. A mitigação e a adaptação às alterações climáticas devem ser encaradas como oportunidades de desenvolvimento e não como simples imposições políticas que apenas acarretam investimentos financeiros. Novas fontes de energia e tecnologias mais limpas são apenas exemplos de como melhorar o ambiente, combater as alterações climáticas e promover a saúde Humana.

**Palavras-chave:** alterações climáticas, descarbonização da economia, mercado do carbono, energia.

### **Abstract**

Climate change is one of the main threats to sustainable development. The global effect calls into question not only the balance of nature, but also the security of a large population. The main causes of climate change focus on increasing concentrations of a number of gases emitted by human activities that interfere with normal patterns of energy exchange by radiation from the Earth to outer space, a phenomenon called 'greenhouse effect'. Over the years, several studies have shown that human action has changed the atmospheric concentrations, the spatial distribution and life cycles of these greenhouse gases. In spite of some uncertainties, there are undeniable facts: the levels of carbon dioxide in the atmosphere are increasing exponentially and have reached values never achieved before. How shall we act? One of the most recent theories is the de-carbonization of the economy, a result of the implementation of the carbon market. Is it enough? Now-a-days, the great climate debate focuses not only on defining new targets for reducing emissions of greenhouse gases, but also in the actions of mitigation and adaptation to climate change. At the moment, Humanity is facing one of the biggest challenges in living memory. The mitigation and adaptation to climate change should be seen as opportunities for development and not as mere political impositions that only entail investments. New energy sources and cleaner technologies are just examples of how to improve the environment, combating climate change and promote human health.

**Key words:** climate change, de-carbonization of the economy, carbon market, energy

## **1 Introdução**

Um adulto necessita, em média, de 15 m<sup>3</sup> de ar por dia, comparativamente a 2 litros de líquidos e 0,5 kg de alimentos sólidos. O ar é um elemento indispensável ao ser humano, que pode sobreviver 5 semanas sem comida, 5 dias sem água, mas a grande maioria das pessoas não mais do que 3 minutos sem ar! Este recurso é essencial aos sentidos da visão, olfacto e audição, sendo os dois primeiros directamente afectados pela poluição atmosférica [Stern, 1977]. A ideia de que a Terra é tão grande que nós, seres humanos, não podemos ter qualquer impacte relevante na forma como o sistema

ecológico do nosso planeta funciona, está completamente errada. Tornámo-nos tão numerosos e a nossa tecnologia é tão poderosa que hoje somos capazes de exercer uma influência significativa em muitas facetas do ambiente da Terra. A parte mais vulnerável do sistema ecológico da Terra é a atmosfera, por ser muito ténue [Gore, 2006].

Para reconhecer a existência de alterações climáticas é necessário conhecer não apenas o clima contemporâneo, mas as suas flutuações e a sua evolução histórica desde a formação do planeta.

Por clima entende-se a descrição estatística de quantidades relevantes de mudanças do tempo meteorológico num determinado período temporal, de que são exemplos a temperatura, a precipitação e o vento. Para caracterizar o clima de uma determinada área, a Organização Mundial de Meteorologia (WMO) definiu um período de 30 anos para estabelecer a normal climatológica. A partir da comparação entre o valor desta normal climatológica e o valor referente ao mesmo parâmetro, mas para outro período temporal, é possível perceber a sua variabilidade e evolução.

O sistema climático global é consequência e o elo de ligação entre a atmosfera, os oceanos, a criosfera, a biosfera e a litosfera. Apenas considerando o sistema climático nestes termos é possível conhecer os fluxos e ciclos de energia e matéria, sendo esta informação indispensável à investigação das causas e efeitos das alterações e variabilidade climáticas.

Com este artigo pretende-se perceber o que são as alterações climáticas, tanto a nível científico como político, bem como as previsões futuras para o clima do planeta e de Portugal.

## **2 Efeito de estufa e o aquecimento global**

O clima da Terra é determinado pelo constante fluxo de energia proveniente do Sol que atinge a superfície do planeta (Fig. 1). A atmosfera enfraquece o feixe solar por absorção, dispersão e reflexão. Cerca de 30% da radiação solar é imediatamente reflectida de volta para o espaço. A restante energia penetra na atmosfera e é diferencialmente absorvida: a fracção de radiação ultravioleta (UV) (de pequeno comprimento de onda) é parcialmente filtrada na estratosfera, devido à presença de

ozono, e a radiação que atinge a superfície terrestre é predominantemente visível; a energia solar que atinge a superfície do globo é absorvida pelo solo, água e ar, podendo ser convertida em calor através do aumento de temperatura da superfície terrestre ou da evaporação/evapotranspiração, ou ainda convertida em energia mecânica, eléctrica ou química. Uma parte da energia absorvida pela superfície terrestre é reenviada para o espaço, na forma de radiação infravermelha (IV), ou seja, de grande comprimento de onda. Ao atravessar a atmosfera, a radiação IV é parcialmente absorvida pelos gases que a constituem ( $N_2$  e  $O_2 \approx 99\%$ ; vapor de água,  $CO_2$ ,  $N_2O$  e  $CH_4$ ). O  $CO_2$  e o vapor de água são os principais gases absorventes, e por isso são conhecidos como os principais gases com efeito de estufa (GEE). Saliente-se, no entanto, que estes gases são transparentes à radiação com comprimentos de onda na gama dos 8 a 13  $\mu m$ , pelo que parte da energia emitida pela superfície terrestre, sob a forma de radiação IV, é perdida para o espaço através da “janela” dos 8 a 13  $\mu m$  [Peixoto, 1981; Lopes, 2004].

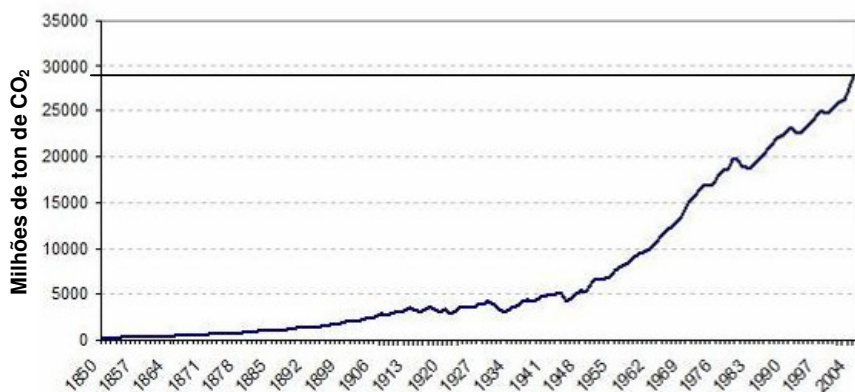
Deste balanço radiativo entre a radiação que atinge o globo e a que é emitida de volta para o espaço, resulta um saldo positivo de energia que é responsável pela temperatura média superficial de 15°C. Estima-se que, na ausência deste fenómeno, denominado “efeito de estufa”, a temperatura média à superfície seria 33°C inferior à actual [UNEP/IUC, 1997], ou seja -18°C, impossibilitando a vida como a conhecemos no nosso planeta. A presença de GEE em concentrações reduzidas na atmosfera é, portanto, essencial para um efeito de estufa equilibrado, ou seja, para a manutenção da temperatura no sistema Atmosfera-Terra.



**Fig. 1 O efeito de estufa [URL 1].**

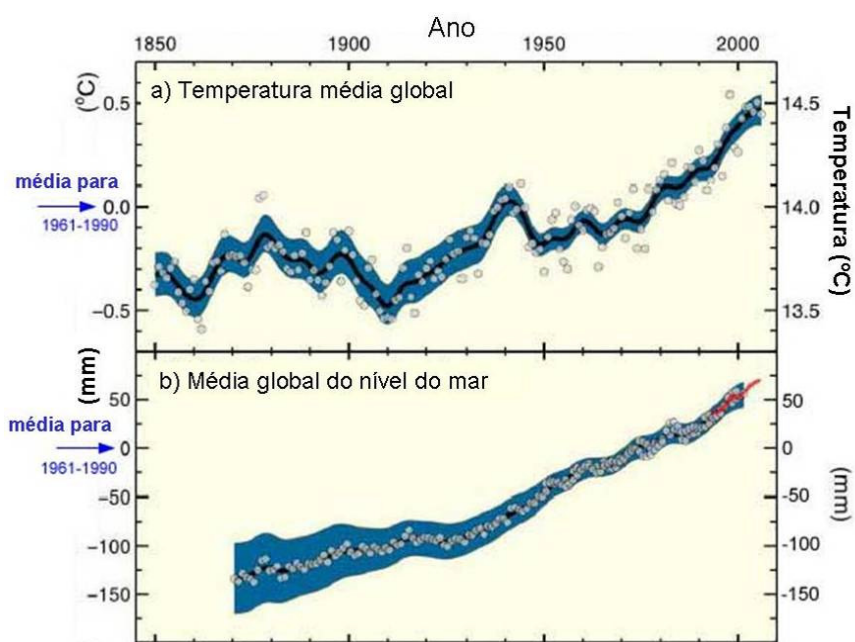
Com o continuado aumento de emissões de GEE, a sua concentração na atmosfera vai aumentando e, por conseguinte, o efeito de estufa é potenciado. A quantidade de energia absorvida pelos GEE é maior, bem como a quantidade de energia que atinge a superfície terrestre, emitida por estes, o que se traduz num aumento da temperatura do planeta.

Desde a revolução industrial (em meados do século XVIII) e até 2004, a concentração de CO<sub>2</sub> presente na atmosfera aumentou 35% devido às actividades humanas (Fig. 2), atingindo um valor 2% a 3% superior à concentração máxima durante os últimos 420 mil anos [Santos et al., 2006]. Este é o GEE de origem antropogénica mais importante (representou 77% do total das emissões de GEE, em 2004) tendo a sua emissão anual aumentado cerca de 70% entre 1970 e 2004 [IPCC, 2007a]. Este facto tem contribuído para o aumento da temperatura média global da Terra – o aquecimento global.



**Fig. 2** Evolução das emissões globais de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, entre 1850 e 2004, referente à combustão e produção de cimento (Adaptado de Marland et al, 2007).

Segundo o 4º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC), entre 1906 e 2005 o planeta aqueceu, em média, 0,74°C, sendo este aquecimento mais significativo no Hemisfério Norte. Para o mesmo período, o aquecimento na Europa foi de 1°C [IPCC, 2007a].



**Fig. 3** Evolução dos valores médios globais de temperatura e do nível do mar, entre 1850 e 2005 relativamente à média para o período 1961-1990 (Adaptado de IPCC, 2007a).

O aumento da temperatura global tem causado outras alterações no clima, como a subida do nível do mar e a mudança dos padrões de precipitação, resultando em períodos de seca e de cheias, e outros eventos climáticos extremos, como os ciclones. Tais alterações climáticas provocam impactes na agricultura, nos recursos hídricos, no

uso do solo, na biodiversidade, na economia e na agricultura. Estes e outros impactos no planeta, provocados pelo aquecimento global, serão abordados no §3.

Vários estudos apontam para que o Homem não seja o único responsável pelas alterações climáticas, apesar de contribuir de forma significativa [IPCC, 2007a]. Para as alterações climáticas contribui também a variabilidade climática. Este termo é usado na Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC) [UN, 1992] referindo-se às mudanças de causa natural. A variabilidade climática associada ao aquecimento global ocorre em períodos de dezenas de milhares de anos, entre as idades do gelo, e é o resultado de quatro factores [GCMI, 2005]: i) Natureza caótica do sistema climático; ii) Comportamento oscilante de agentes climáticos importantes; iii) Variabilidade da intensidade solar; iv) Aleatoriedade da actividade vulcânica. No entanto, quando usamos o termo “alteração climática” referimo-nos às mudanças causadas pelo Homem.

### **3 Os gases com efeito de estufa**

Os primeiros gases identificados como responsáveis pelo aumento do efeito de estufa integrados no Protocolo de Quioto foram o CO<sub>2</sub>, o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Actualmente, estes continuam a ser os principais GEE, representando 99% das emissões antropogénicas deste grupo de poluentes [IPCC, 2007a]. Posteriormente, foram considerados outros GEE (incluídos também no Protocolo de Quioto): os compostos halogenados (hidrofluorcarbonos – HFC, perfluorcarbonos – PFC e o hexafluoreto de enxofre – SF<sub>6</sub>), que têm contribuído para o agravamento do problema do aquecimento global. Os HFC e os PFC passaram a ser produzidos como produtos alternativos às substâncias responsáveis pela destruição da camada de ozono (clorofluorcarbonetos – CFCs), enquanto que o SF<sub>6</sub>, o gás com maior potencial de aquecimento global (GWP, do inglês *Global Warming Potential*) considerado no Protocolo de Quioto, é muito usado nos sistemas de transmissão e distribuição de electricidade.

### 3.1 Potencial de aquecimento global

O conceito de potencial de aquecimento global foi desenvolvido para comparar a capacidade de cada gás enquanto GEE, em que o CO<sub>2</sub> é o composto de referência. Em termos físicos, o GWP de um gás é definido como sendo o efeito de aquecimento de uma emissão instantânea de 1 kg desse gás relativamente ao CO<sub>2</sub>. Para os gases constantes do Protocolo de Quioto, os valores de GWP, calculados numa base temporal de 100 anos (GWP<sub>100</sub>), são os apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 Potencial de aquecimento global (GWP<sub>100</sub>) [IPCC, 2001].**

Compostos	GWP <sub>100</sub>
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310
HFC	[140 – 11700]
PFC	[6500 – 9200]
SF <sub>6</sub>	23900

Com base no GWP<sub>100</sub>, é possível determinar a quantidade de GEE em termos de CO<sub>2</sub>eq (CO<sub>2</sub> equivalente) multiplicando a quantidade de cada composto pelo respectivo GWP<sub>100</sub>. Esta medida, CO<sub>2</sub>equivalente, facilita a análise do impacto de uma quantidade de um determinado composto no aquecimento global.

#### 3.1.1 Dióxido de carbono

O CO<sub>2</sub> é o principal produto de todas as reacções de combustão, e consequentemente é o GEE emitido em maior quantidade para a atmosfera, onde se junta ao CO<sub>2</sub> que naturalmente já existe. As plantas e os oceanos constituem os principais sumidouros de CO<sub>2</sub>, o que impede que os níveis deste poluente aumentem ainda mais. No entanto, como os mecanismos de compensação neste processo não são muito significativos quando comparados com a reserva atmosférica de CO<sub>2</sub>, uma molécula deste pode permanecer na atmosfera durante mais de um século. Por outro lado, estes mesmos mecanismos foram suficientes para manter a estabilidade na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera durante muitos séculos até à Revolução Industrial. Nas eras geológicas passadas, a quantidade de CO<sub>2</sub> atmosférico subiu e desceu em sintonia com as



principais alterações climáticas, embora subsista a dúvida se este gás acelerou ou atrasou alguma dessas alterações [Henson, 2009].

### *3.1.2 Metano*

Emitido principalmente pelos sectores da agricultura e dos resíduos, uma molécula de metano permanece-se na atmosfera durante menos de uma década. No entanto, uma molécula deste composto absorve entre 20 a 25 vezes mais radiação infravermelha que uma molécula de CO<sub>2</sub>.

A concentração deste gás tem vindo a aumentar desde a revolução industrial. No entanto, tem-se observado uma redução dos níveis de CH<sub>4</sub> na atmosfera, desde 1990 na Europa, devido à aplicação de boas práticas ambientais, em especial no sector dos resíduos, no que diz respeito à deposição de resíduos no solo [EEA, 2009].

### *3.1.3 Óxido nitroso*

Segundo o IPCC (2001), as principais fontes de óxido nitroso são: o sector industrial, os solos, a agricultura e os oceanos. Apesar deste gás se encontrar em baixas concentrações na estratosfera, o seu GWP é elevado (Tabela 1). Segundo Montzka et al. (2003), o tempo de vida do N<sub>2</sub>O na estratosfera é de 114 anos.

De 1750 a 2005, as concentrações de N<sub>2</sub>O aumentaram 270 para 319 ppb (partes por bilião, uma unidade de concentração), sendo que nas últimas duas décadas o aumento foi de 0,26% por ano [IPCC, 2007b]. Grande parte do N<sub>2</sub>O emitido para a atmosfera é convertido em óxido nítrico (NO) e dióxido de azoto (N<sub>2</sub>O) que são precursores de ozono. Assim, o aumento das emissões de N<sub>2</sub>O para a atmosfera implica o aumento da concentração de ozono [Montzka et al., 2003].

### *3.1.4 Vapor de água*

O vapor de água presente na atmosfera é responsável por dois terços do efeito de estufa natural (em dias de céu limpo) [Wagner et al., 2004; Kiehl e Trenberth, 1997]. Apesar do fraco GWP associado a este gás, o facto de existir em grande quantidade na atmosfera, faz com que se torne um importante GEE. Com as temperaturas do planeta a aumentarem devido ao efeito de estufa potenciado pelas emissões antropogénicas de GEE, maior quantidade de água das superfícies aquosas tende a evaporar, o que aumenta a concentração de vapor de água na atmosfera. Assim, o processo de aquecimento da Terra é potenciado. Além deste processo, explicado pela 1ª lei da termodinâmica (conservação da massa e energia), o aumento da quantidade de vapor de

água na estratosfera é devido, em parte, ao processo de oxidação do metano [Kley et al., 2000; Oltmans et al., 2000]. Durante a última metade do século XX, a taxa anual de aumento do vapor de água presente na estratosfera foi de 1% [Kley et al., 2000; Rosenlof et al., 2001].

### 3.1.5 *Outros gases de estufa*

A diminuição do uso de CFC em favor da preservação da camada de ozono fez diminuir a concentração destes poluentes na atmosfera. No entanto, a necessidade de recorrer a substitutos deste composto fez aumentar a concentração de outros gases na atmosfera tais como os PFC, HFC e SF<sub>6</sub>, igualmente compostos halogenados e com a particularidade de serem poderosos gases com efeito de estufa, por elevados tempos de vida na atmosfera e GWP (Tabela 1). As emissões destes compostos são resultado da combustão de combustíveis fósseis e evaporação de hidrocarbonetos variados [IPCC, 2007b].

O ozono é um dos principais constituintes da estratosfera e devido ao seu papel fundamental na absorção de radiação ultravioleta, protege a superfície terrestre dos seus efeitos nocivos. Na troposfera, abaixo dos 10 km de altitude, onde é também considerado um gás com efeito de estufa, o O<sub>3</sub> ocorre em concentrações mais baixas. O aumento das concentrações de fundo do O<sub>3</sub> troposférico, resultante da intensificação da produção fotoquímica onde participam poluentes de origem antropogénica, contribui também para o incremento do efeito de estufa. Estima-se que na atmosfera europeia os níveis de ozono de fundo tenham duplicado nos últimos 100 anos [Hov *et al.*, 1997].

### 3.1.6 *Aerossóis*

Os aerossóis são pequenas partículas sólidas ou líquidas que têm origem em fenómenos naturais, tais como dispersão de poeiras por tempestades e a actividade vulcânica, e em processos antropogénicos, tais como queima de combustíveis fósseis. Apesar de não serem GEE, são compostos importantes nos processos que conduzem às alterações da temperatura do planeta, uma vez que produzem um efeito de arrefecimento na atmosfera em determinadas regiões. Estes compostos são capazes de reflectir a luz solar, alterando assim o albedo. Por outro lado, os aerossóis e outros compostos que os originam (compostos de enxofre, por exemplo), ao constituir núcleos de condensação, contribuem para a formação das nuvens e indirectamente para o aumento do albedo (reflexão da radiação solar). Nestas circunstâncias, a quantidade de energia que atinge a superfície

terrestre é menor, contribuindo para a diminuição da temperatura média do globo. Contudo este efeito de arrefecimento não é suficiente para contrabalançar o efeito produzido pelos gases de efeito de estufa, prevalecendo o efeito de aquecimento global [IPCC, 1996c; IPCC, 2001].

Além dos GEE referidos anteriormente e que contribuem directamente para o efeito de estufa, existem outros que podem ter um efeito indirecto. Alguns dos constituintes da troposfera, designadamente radicais hidróxilo (OH) ao reagir com o O<sub>3</sub> e com o CH<sub>4</sub>, promovem o consumo destes compostos e conseqüentemente a diminuição das suas concentrações na atmosfera. No entanto, na presença de CO, esses componentes reagem preferencialmente com este gás, resultando num aumento indirecto de CH<sub>4</sub> e de O<sub>3</sub>, através dos mecanismos fotoquímicos [Lopes, 1997] e conseqüentemente um aumento do potencial de aquecimento da atmosfera. Assim, poluentes como CO, o NO<sub>x</sub> e os COVNM (Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos) podem contribuir indirectamente para o efeito de estufa.

### 3.2 As emissões de GEE no mundo e em Portugal

Neste sub-capítulo serão analisados os mais actuais inventários global e nacional de emissões de GEE, em que o inventário global contabiliza as emissões de 2004 [IPCC, 2007a] e o nacional contabiliza as de 2007 [URL 2 e 3].

A nível mundial e para o ano 2004 (Fig. 4), as emissões de CO<sub>2</sub> representam cerca de 77% do total das emissões antropogénicas, seguido do metano com 14% e do óxido nítrico com 8%. Os gases fluorados representam a fatia mais pequena (1%), pois apesar de terem elevados GWP, a emissão global destes poluentes é pequena.

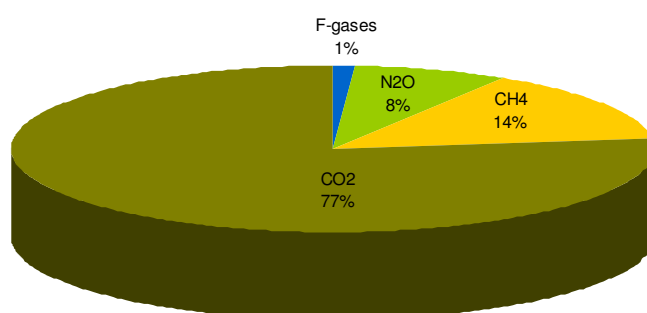
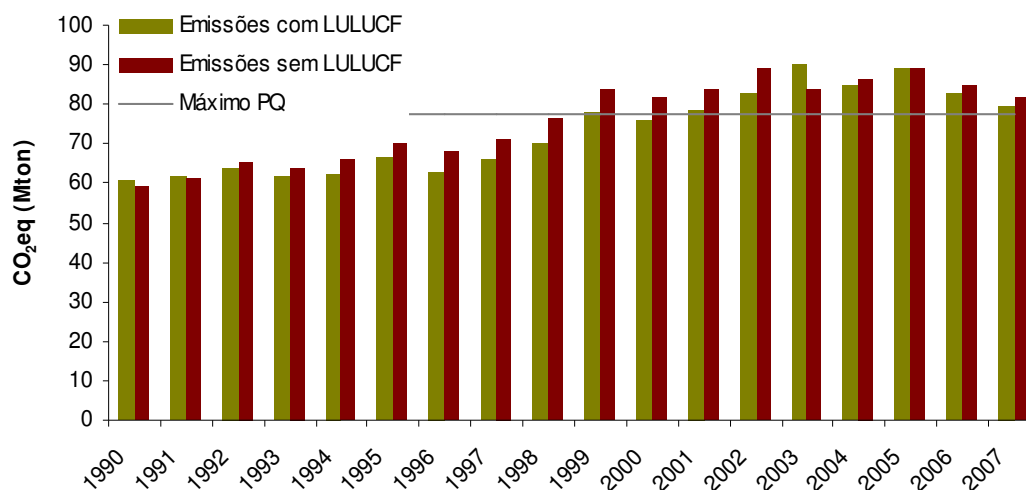


Fig. 4 Emissões antropogénicas globais, referentes a 2004 (Adaptado de IPCC, 2007a).

O CO<sub>2</sub> é sem dúvida o mais importante GEE, devido às elevadas quantidades emitidas para a atmosfera pelos processos de combustão. O CH<sub>4</sub>, cuja concentração aumentou cerca de 145% nos últimos 200 anos, tem como principais fontes as explorações pecuárias, o cultivo de arroz, o tratamento de águas residuais, bem como o tratamento e a deposição de resíduos. A contribuição do N<sub>2</sub>O para o efeito de aquecimento global de cerca de 8% deve-se ao seu elevado GWP. Os fertilizantes do solo, os solventes, a produção de ácido nítrico e a queima de biomassa, são as fontes antropogénicas mais relevantes deste poluente [IPCC, 2007a], tendo contribuído para um aumento de cerca de 14% da sua concentração na atmosfera nos últimos 200 anos.

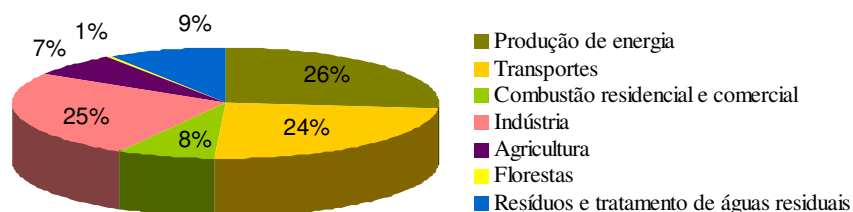
A evolução das emissões nacionais de GEE, desde 1990 a 2007, com e sem a contabilização das alterações de uso do solo (LULUCF, do inglês *Land Use, Land Use Change and Forest*), está representada na Fig. 5. O total destas emissões é aproximadamente 79,5 milhões de toneladas (Mton) de CO<sub>2</sub>eq. (incluindo LULUCF), representando um aumento de 30,8% relativamente aos níveis de 1990, valor que ultrapassa a meta de +27% estabelecida no acordo de partilha conjunta da União Europeia para o Protocolo de Quioto (PQ). Contudo, é de realçar que em 2007 as emissões desceram cerca de 8%, face a 2005, ano em que se registou o mais elevado total de emissões desde o ano de referência de Quioto (1990).



**Fig. 5 Emissões de GEE em CO<sub>2</sub>eq, com e sem LULUCF, de 1990 a 2007, referentes a Portugal e valor máximo de emissões para Portugal segundo o Protocolo de Quioto [URL 2].**

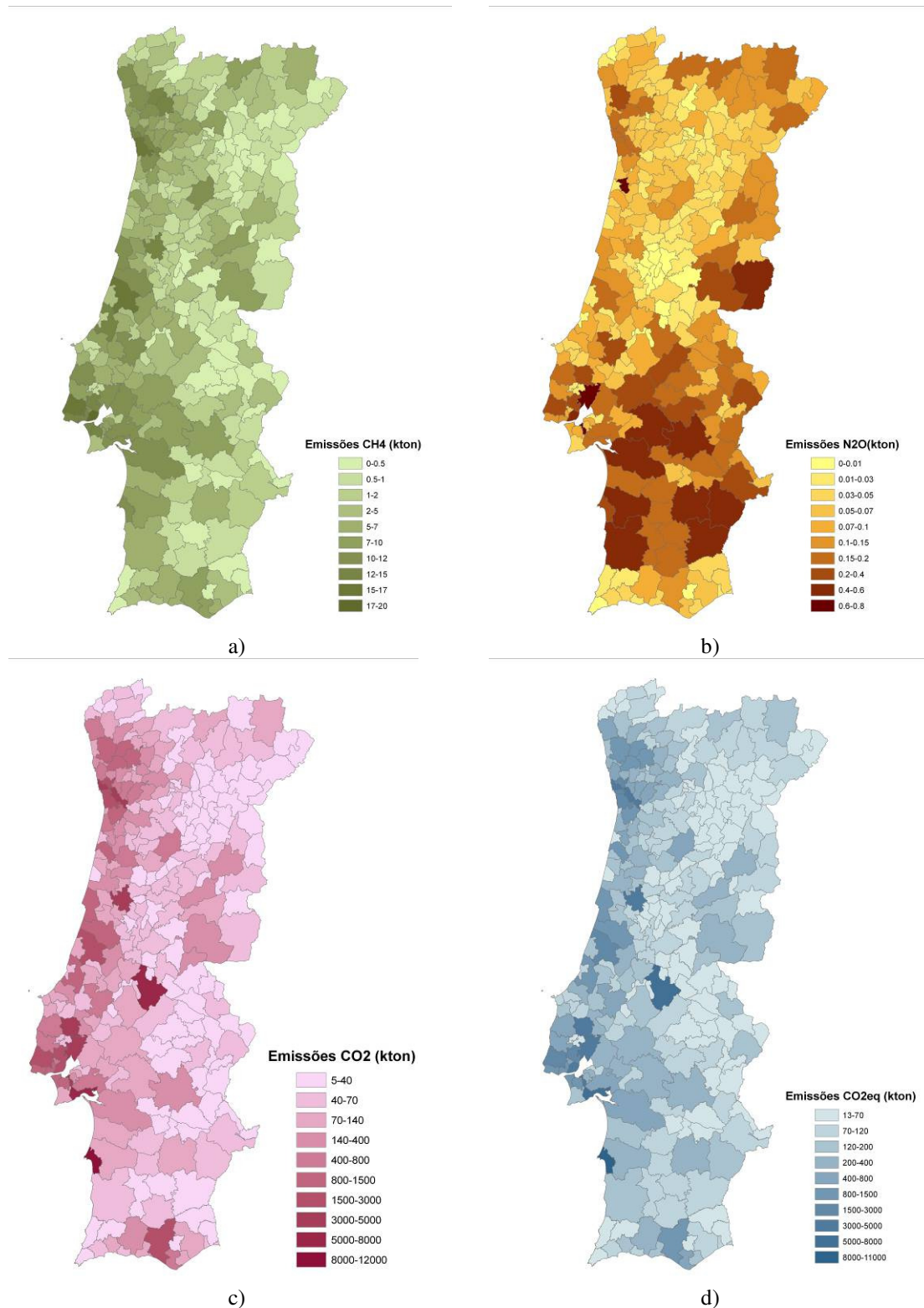
Em Portugal, foram os sectores da produção de energia, indústria e transportes que, em 2007, mais contribuíram para as emissões de GEE (Fig. 6). As áreas florestais nacionais contribuíram com 1% de CO<sub>2</sub>eq, sendo que 99% correspondem a emissões de CH<sub>4</sub> e 1%

a emissões de  $N_2O$ . Neste âmbito, as florestas desempenham um papel fundamental no sequestro de  $CO_2$  da atmosfera. Entre 1990 e 2007, registou-se uma média de 4% de sequestro de  $CO_2$  por parte das florestas nacionais (Fig. 5).



**Fig. 6 Distribuição das emissões nacionais de GEE, expressas em  $CO_2eq$ , por sector de actividade, referentes a 2007 [URL 2].**

A distribuição geográfica das emissões dos GEE abordados encontra-se representada na Fig. 7, a partir da qual é possível verificar que consoante o poluente, a distribuição geográfica é bastante diferente, sendo sempre heterogénea. As emissões de  $CH_4$  (Fig. 7a) são as que se distribuem mais homogeneamente, pois é possível encontrar unidades de tratamento e deposição de resíduos e águas residuais (a principal fonte de  $CH_4$ , com 71% das emissões deste poluente) por todo o país, com maior incidência na região litoral, devido à sua maior densidade populacional relativamente ao interior do país. O contrário verifica-se para o  $N_2O$  (Fig. 7b), cuja principal fonte é o sector da agricultura, com 65% das emissões de  $N_2O$ . No caso deste poluente, é na zona do Alentejo onde se observa a maior contribuição em emissões. A distribuição, e a ordem de grandeza das emissões, em termos de  $CO_2$  (Fig. 7c), e de  $CO_2eq$  (Fig. 7d), são muito idênticas verificando-se em ambos os mapas uma mancha mais escura na zona litoral, em especial acima de Lisboa. Esta zona é responsável por 61% das emissões em termos globais, devido à sua maior densidade populacional e industrial, comparativamente com o interior do país. A contribuição da zona litoral é de 67% para o  $CH_4$ , 62% para  $CO_2$  e 42% para  $N_2O$ .



**Fig. 7 Distribuição por concelho de a) CH4, b) N2O, c) CO2 e d) CO2eq, referentes a 2007 [URL3].**

Pelo exposto, fica evidenciado que é necessário reduzir as emissões de GEE em todos os sectores de actividade, sendo os sectores da indústria, dos transportes e da produção de energia, as três actividades mais críticas, com 75% das emissões em CO<sub>2</sub>eq.

#### 4 As evidências e as projecções para Portugal

Portugal, como país do Sul da Europa, apresenta características naturais, nomeadamente climáticas e topográficas, que o posicionam na lista dos países Europeus mais sensíveis aos impactos das alterações climáticas.

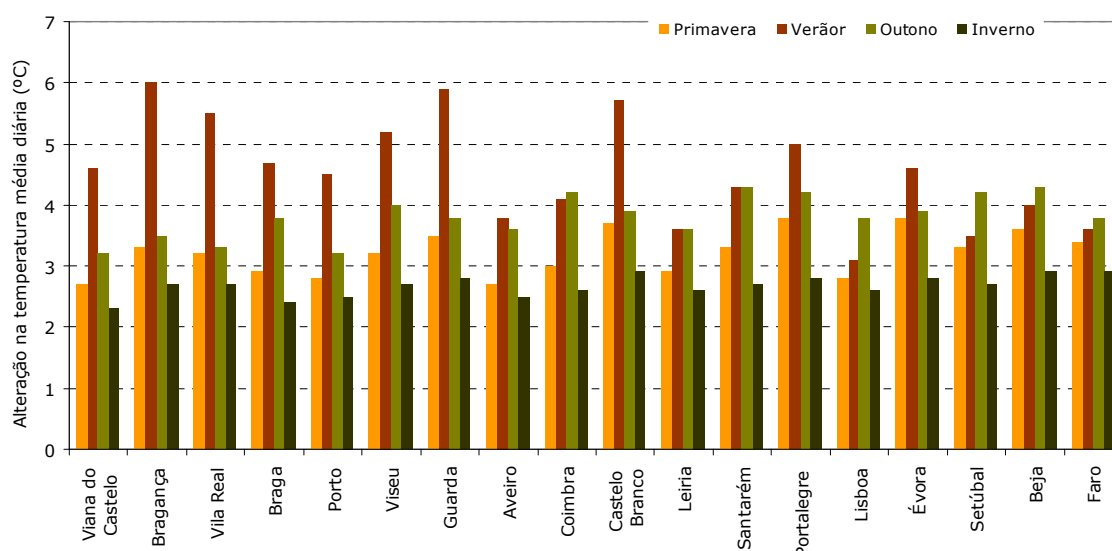
De acordo com os dados medidos, entre 1931 e 2000, em algumas estações em Portugal continental verifica-se que existe uma tendência para o aumento da temperatura média anual a partir de 1972 [Santos et al., 2002]. A temperatura média aumentou em todas as regiões de Portugal a uma taxa de aproximadamente 0,45°C por década. O ano de 1997 foi identificado como o mais quente dos últimos 75 anos, e que 7 dos 10 anos mais quentes se situaram após 1990 [APA, 2009].

A estação meteorológica do Porto/Serra do Pilar (fundada em 1885) apresentou um aumento na temperatura média máxima de aproximadamente 0,40°C por década, nos períodos de aquecimento, e uma diminuição de cerca de 0,18°C por década entre 1946 e 1975. A temperatura mínima média registou um aumento de aproximadamente 0,56°C por década entre 1977 e 2000. Entre 1931 e 2000 houve uma redução sistemática da precipitação na Primavera, acompanhada por pequenos aumentos nas restantes estações do ano [Santos et al., 2002]. A redução da precipitação na Primavera é mais pronunciada no mês de Março, facto detectado em todas as estações de Portugal continental.

No âmbito do projecto *Scenarios Impacts and Adaptation Measures – SIAM* [Santos et al., 2002], avaliaram-se os impactos das alterações climáticas em diversos domínios, nomeadamente, nas florestas, agricultura, zonas costeiras, pescas, recursos hídricos, energia e saúde humana. Assim, os diferentes modelos de simulação da evolução do clima para o período 2000-2100 prevêm para a Península Ibérica um aumento da temperatura entre os 4°C e os 7°C, ou seja, um aumento superior às previsões do IPCC para a temperatura média global à superfície da Terra (1,8°C a 4°C) [IPCC, 2007a]. Os resultados indicam também, para esta região, um decréscimo da precipitação, com maior incidência nas zonas centro e sul, e uma alteração do padrão da distribuição da precipitação mensal, com um decréscimo substancial na Primavera e um aumento no Inverno.

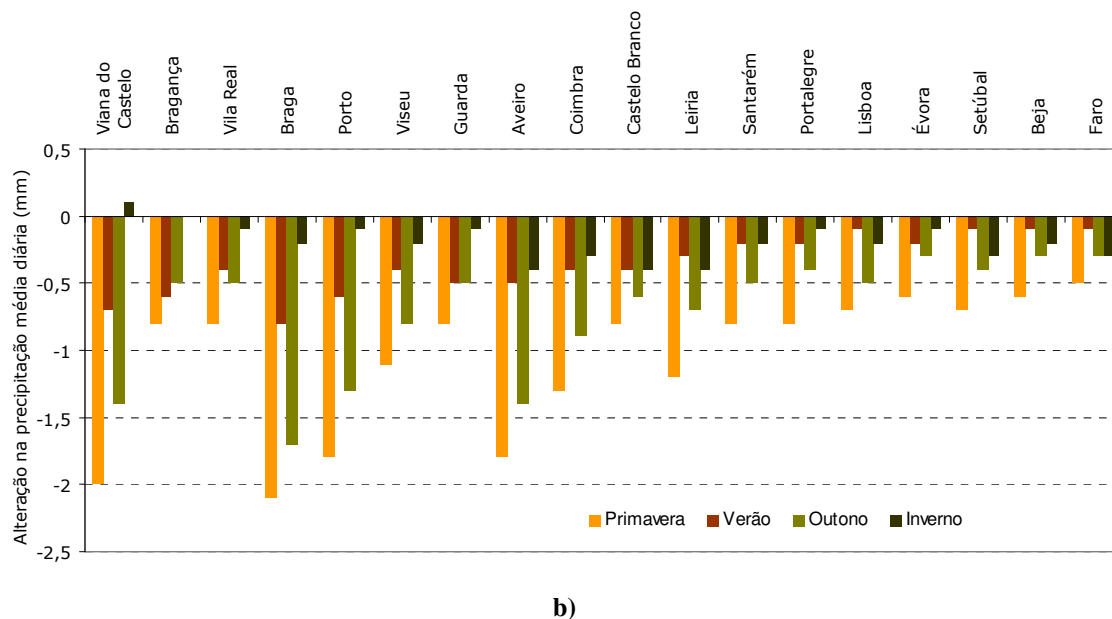
No âmbito do projecto PRUDENCE – *Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects* [Christensen e Christensen, 2007], foram simulados cenários climáticos regionais sobre a Europa com alta resolução espacial (12 km). Para a avaliação do impacto das alterações climáticas em Portugal analisaram-se os valores diários de variáveis meteorológicas para o cenário de referência (1961-1990) e para o cenário futuro SRES (Special Report on Emissions Scenarios) -A2 (2071-2100) [Nakicenovic et al., 2000].

Em termos dos impactos, no cenário climático futuro (2071-2100) as maiores diferenças na temperatura média diária são registadas, durante o Verão, nos distritos de Bragança, Guarda e Castelo Branco com aumentos máximos na ordem dos 6°C (Fig. 8). A precipitação regista uma diminuição em todos os distritos e em todas as estações do ano especialmente durante a Primavera [Carvalho, 2008].



a)

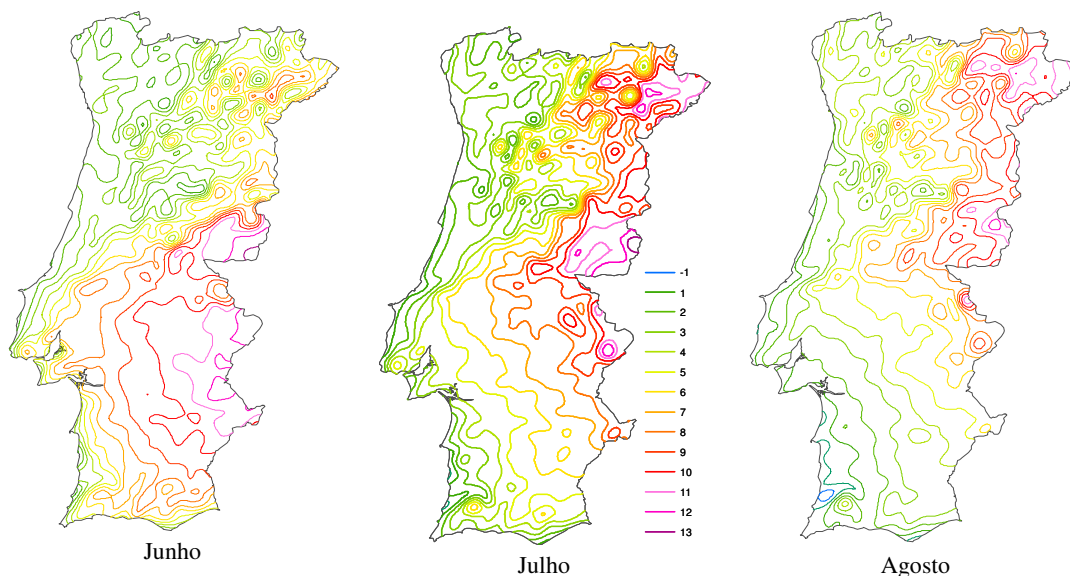




**Fig. 8** Alteração na a) temperatura média diária, e na b) precipitação média diária, entre 2100 e 1990, por distrito e para cada estação do ano.

As variáveis meteorológicas simuladas para ambos os cenários climáticos foram usados no cálculo das componentes do sistema Canadano de risco de incêndio, *Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) System* [van Wagner, 1987]. O sistema FWI permite avaliar o nível de risco meteorológico de uma região em relação à ocorrência de incêndios florestais.

O Verão regista os maiores aumentos absolutos em termos de risco de incêndio principalmente nos distritos do interior Norte e Sul. Maio apresenta o maior aumento, em termos relativos, e Outubro e Novembro também registam aumentos do índice FWI [Carvalho et al, 2009]. Este facto poderá conduzir a uma antecipação do início da época de fogos e a um aumento da sua extensão temporal. Tal como se pode verificar na Fig. 9, as regiões do Alentejo, Beira Interior e Trás-os-Montes as mais afectadas em termos do aumento do índice de risco de incêndio para os meses de Verão.



**Fig. 9 Alteração no índice meteorológico de risco de incêndio entre 2100 e 1990 em Portugal para Junho, Julho e Agosto.**

No âmbito do projecto SIAM foi avaliado o impacto das alterações climáticas, para o período 2071-2100, em diferentes sectores tais como o escoamento superficial, a saúde humana e as zonas costeiras. Este estudo concluiu que, com base nos resultados de um modelo climático regional, o escoamento médio anual, a Norte do rio Douro, aumentará entre 0% e 10%, no entanto, no Verão e no Outono verificar-se-á uma diminuição em cerca de 80%. Esta análise permitiu verificar que existe uma grande susceptibilidade de toda a costa em relação às alterações climáticas nomeadamente em termos do aumento do nível médio das águas do mar e do agravamento da erosão costeira. Em termos de saúde humana, o aumento da frequência das ondas de calor, o aumento de episódios de poluição fotoquímica e o aumento de doenças transmitidas por vectores conduzirão a uma degradação da qualidade de vida dos cidadãos e a um aumento da pressão sobre os serviços de saúde.

Ao nível global, os efeitos do aquecimento do planeta são evidentes para além da já referida subida da temperatura. A nível mundial, entre 1961 e 2003, a subida do nível do mar foi de 18 cm por século, mas este valor aumenta para 31 cm por século se for considerado o período de 1993 a 2003 [IPCC, 2007]. As alterações climáticas não constituem apenas um problema dos países industrializados ou poluidores, mas é sim um problema global. Exemplo disso é o continente Africano, cujas emissões de GEE são desprezáveis face à quantidade emitida pelos países desenvolvidos, sendo no entanto das regiões do planeta mais afectadas pelos impactes do aquecimento global

[IPCC, 2007]. As regiões da Europa mais vulneráveis às consequências do aquecimento global são as áreas montanhosas, o Ártico, as zonas costeiras e a região mediterrânica. A camada de gelo da Gronelândia está a diminuir e o nível do mar Ártico a aumentar. As regiões montanhosas (Alpes, Cárpatos, Montes Escandinavos, Pirinéus e Cáucaso) estão a perder a massa glaciária, o que se traduz num aumento do perigo de avalanches, erosão do solo e alto risco de extinção de espécies. Na região mediterrânica tem-se vindo a notar um decréscimo da precipitação anual e do leito dos rios, perda de solo agrícola, aumento dos fogos florestais, da área ardida e das ondas de calor. No entanto, na região do Noroeste Europeu tem ocorrido um aumento da precipitação durante o inverno com consequências ao nível do aumento do leito dos rios e maior risco de inundações costeiras [IPCC, 2007; EEA, 2008]. Todas estas alterações provocadas pelo aquecimento global têm implicações ao nível da qualidade da água superficial e subterrânea, na biodiversidade e ecossistemas territoriais, na qualidade dos solos para agricultura e na saúde humana. Importa ainda referir os impactes na economia devidos, por um lado, às perdas humanas e materiais associadas aos eventos climáticos extremos e diversos impactes das alterações climáticas, e por outro, aos investimentos necessários para implementar medidas mitigadoras (com o objectivo de reduzir as emissões de GEE) e de adaptação (que visam preparar os estados e regiões potencialmente mais afectadas para minimizar as consequências adversas das alterações climáticas).

## **5 Políticas e medidas**

O primeiro grande passo em matéria de alterações climáticas foi dado em 1979, durante a Primeira Conferência do Clima, com o estabelecimento do programa Mundial para o Clima, tendo sido reconhecida a existência deste fenómeno e a seriedade do problema das emissões antropogénicas de GEE. A declaração final dessa reunião pedia que os governos previssem e prevenissem “potenciais impactes das actividades humanas no Clima, que pudessem ser adversas ao bem-estar da Humanidade”. Um dos resultados desta conferência foi o lançamento do Programa Mundial para o Clima.

Cerca de dez anos depois, em 1988, é criado pela Organização Meteorológica Internacional e pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP), o Painel Internacional para as Alterações Climáticas.

Actualmente a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC), assinada em 1992 durante a Conferência das Nações Unidas do Ambiente e Desenvolvimento (no Rio de Janeiro) e o seu Protocolo de Quioto (PQ) constituem o único enquadramento internacional para o combate às alterações climáticas. A UNFCCC tem como função a revisão periódica dos compromissos existentes à luz dos objectivos da convenção, dos novos avanços científicos e o estado de implementação efectiva dos programas nacionais sobre alterações climáticas. A Convenção obriga os seus signatários a estabelecer programas nacionais de redução das emissões de GEE, exigindo ainda, embora de forma não vinculativa, aos países industrializados a estabilização até 2000 das suas emissões aos níveis de 1990.

O órgão supremo da UNFCCC é a Conferência das Partes (CoP), na qual estão representadas todas as partes à Convenção. A CoP tem uma periodicidade anual, tendo a primeira decorrido em Berlim, em 1995, coincidindo com a publicação do segundo relatório de avaliação do IPCC (IPCC 1996a, 1996b e 1996c).

Adoptado por consenso, o PQ contém metas de emissão de GEE para o conjunto dos países do Anexo B do protocolo (países desenvolvidos). Globalmente, os países desenvolvidos concordaram em reduzir as suas emissões equivalentes de 6 GEE – CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, Hidrofluorcarbonetos (HCFs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) – em 5,2 % até ao período de 2008-2012, relativamente aos valores de 1990. Esta redução agregada é, no entanto, traduzida em reduções ou aumentos individuais (diferenciação) para cada país do Anexo B.

A redução conjunta, prevista no Artigo 4 do PQ, estabelecido quase exclusivamente para a UE, cria uma diferenciação interna (“burden sharing”), permitindo que alguns Estados Membros possam aumentar as suas emissões à custa do esforço de redução ou estabilização dos restantes. Este conceito de diferenciação interna surgiu ainda durante a assinatura da UNFCCC, defendido pelos países de coesão europeia (Espanha, Portugal, Grécia e Irlanda) que, incapazes de reduzir ou estabilizar as suas emissões, incentivaram a apresentação da Comunidade como um todo, permitindo desta forma que no seu seio uns países aumentassem e outros reduzissem as suas emissões. Assim, a União Europeia tem como meta uma redução conjunta de 8% enquanto que Portugal, de acordo com a diferenciação interna, pode aumentar as suas emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> em 27 %.

Um dos elementos mais inovadores do PQ consiste na possibilidade de as Partes utilizarem uma série de mecanismos de mercado, os chamados mecanismos de Quioto, para reduzirem as suas emissões de GEE de uma forma mais eficiente do ponto de vista económico:

- Implementação Conjunta (IC) – Entre países do Anexo B, consiste na possibilidade que um país, ou uma empresa de um país cumprir parte dos seus compromissos, financiando projectos de eficiência energética e/ou de retenção de GEE em florestas num outro país. Cada projecto de IC gera “unidades de redução de emissões” (URE) que poderão ser posteriormente usadas pelo país investidor. Assim, as URE adquiridas pelo país investidor são adicionadas à sua quota de emissões e deduzidas à quota de emissões do país beneficiado pelo projecto.
- Comércio de Emissões (em sentido restrito) (CE) – As Partes do Anexo B podem comercializar uma porção das suas quotas de emissões convertida em licenças de emissão transaccionáveis. O país comprador adiciona as licenças compradas à sua quota de emissões, e o país vendedor deduz essas mesmas licenças da sua quota de emissões. Do ponto de vista das emissões, o país vendedor tem de emitir menos e o país comprador pode emitir mais GEE, sem alterar o limite global de emissões.
- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) – Idêntico à implementação conjunta, com a diferença dos projectos ocorrerem entre países com objectivos de redução (Anexo B) e países em desenvolvimento. As unidades transaccionáveis pelo MDL são os certificados de reduções de emissões (CRE) resultantes de projectos também certificados. Esta certificação tem um cariz multilateral e independente.

Entre os projectos passíveis de certificação encontram-se os relacionados com fontes renováveis de energia, eficiência/conservação de energia, reflorestação e plantação de novas florestas, outros projectos de redução de emissões (aterros sanitários e agropecuárias).

O Protocolo entrou em vigor a 16 de Fevereiro de 2005, depois de um processo negocial liderado pela EU que culminou na ratificação deste acordo pela Federação Russa, permitindo que se ultrapassasse a fasquia de ratificação por mais de 55 países, representando mais de 55% das emissões de GEE. Os Estados Unidos da América, que representam 19% das emissões mundiais de GEE, e 36% das emissões do pacote dos países desenvolvidos [URL 2] (dados de 2007), não ratificaram o PQ.

Os esforços mais recentes da UE têm sido no sentido de encontrar um novo acordo que dê continuidade ao PQ e que constituía um compromisso mais ambicioso e abrangente. Assim, estabeleceu-se a estratégia “20-20-20 em 2020”, cujos objectivos são reduzir pelo menos 20% das emissões de CO<sub>2</sub> (30% caso se chegue a acordo a nível internacional quanto às metas globais), estabelecer um objectivo vinculativo de 20% para a utilização de fontes de energia renováveis e aumentar a eficiência energética em 20%, com vista a limitar o aumento do aquecimento global a 2°C.

Portugal é uma das Partes à UNFCCC desde 13 de Junho de 1992, tendo procedido à sua ratificação em 21 de Junho de 1993 através do Decreto n.º 20/93. Em 29 de Abril de 1998, assinou o Protocolo de Quioto, que ratificou quatro anos depois, através do Decreto n.º 7/2002 de 25 de Março. Decorrente destes compromissos internacionais foi estabelecida, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 72/98, de 29 de Junho, a Comissão para as Alterações Climáticas (CAC) composta por representantes dos vários ministérios.

Os trabalhos coordenados pela CAC conduziram à elaboração do Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), cuja primeira versão foi posta a discussão pública em Dezembro de 2001. O PNAC 2001 constituiu assim o primeiro programa nacional desenvolvido com o objectivo específico de controlar e reduzir as emissões de GEE, de modo a respeitar os compromissos de Portugal no âmbito do PQ e da partilha de responsabilidades no seio da UE. Desde essa altura o PNAC tem sofrido alterações no sentido de incorporar medidas adicionais para a mitigação de GEE, visando impedir que seja ultrapassada a meta de crescimento de 27%, tarefa que se tem revelado difícil face à tendência verificada nas emissões nas últimas duas décadas. A mais marcante das sucessivas alterações ao PNAC tem a ver com o sector energético, no qual se assume o compromisso de que 45% da energia bruta consumida em Portugal seja assegurada exclusivamente por fontes de energia renováveis.

Um outro aspecto que se reveste de igual importância prende-se com a adaptação aos impactes das alterações climáticas. A estratégia Portuguesa nesta matéria tem sido incipiente. Apenas este ano foi lançada a proposta de Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas que esteve em consulta pública de Julho a Setembro. Sendo um documento estratégico, apenas indica quais as áreas de actuação prioritária e os objectivos estruturantes.

## 6 Conclusão

Este problema das alterações climáticas tem tido uma influência crescente na sociedade actual. De facto, a extensão, gravidade e os impactes resultantes das catástrofes ditas “naturais” estão intimamente associados às opções estratégicas de desenvolvimento e ao estilo de vida insustentável das sociedades modernas. O comportamento humano perante o ambiente e a insensibilidade das decisões de desenvolvimento tem levado a um incorrecto ordenamento do território e à alocação indevida de actividades humanas em zonas de risco. A análise do panorama mundial, em tudo semelhante à situação nacional, mostra que a maioria da população (em Portugal cerca de 80%) vive em zonas costeiras, mais susceptíveis à ocorrência de desastres “naturais”, em que o aumento do nível do mar é o mais óbvio como se referiu. Contudo, não se cuidam as áreas mais críticas em termos ambientais: os leitos de cheia dos rios, constrói-se sobre falhas sísmicas, desfloresta-se potenciando a desertificação.

Por outro lado, a alteração profunda dos usos do solo (o bem mais escasso que existe no Planeta), designadamente o elevado índice de ocupação urbana e a respectiva pavimentação, na agricultura a mecanização e conseqüente compactação dos solos, têm contribuído para a diminuição da capacidade de infiltração e drenagem das águas.

Muito para além das negociações internacionais, existe um importante trabalho doméstico a realizar. Pôr em marcha a Agenda 21 Local (aprovada na Conferência do

Rio em 1992) aparece como uma prioridade para a qualidade de vida das populações, através de opções inteligentes e ambientalmente correctas, que minimizem, quer a frequência, quer os efeitos das conseqüências das alterações climáticas.

E cabe a todos nós individualmente questionar os nossos padrões de vida para adoptar comportamentos sustentáveis, não apenas para o ambiente como também para a sobrevivência da Humanidade. Existe uma longa lista de medidas mitigadoras e de adaptação que devem ser adoptadas por cada cidadão e que são tão importantes como as anteriormente apresentadas, como sejam a contenção e o uso racional de energia (optar por tecnologias mais eficientes, não desperdiçar energia – boas práticas energéticas); aproveitar a energia de fontes alternativas; preferir os transportes mais eficientes e mais

limpos; reduzir, reutilizar e reciclar (3R) e mudar alguns hábitos que visem a minimização de desperdícios.

A Terra é a única casa de que dispomos e é essencial preservar os recursos que ela nos pode oferecer. Esta é não apenas uma tarefa mas também um desígnio de todos e de cada um individualmente. Sermos utilizadores conscientes e racionais dos recursos disponíveis é a chave, quer para o desenvolvimento sustentável, quer para a diminuição de GEE emitidos para a atmosfera, e é este o desafio que o aquecimento global nos deixa em mãos, a nós enquanto cidadãos.

## 7 Referências

APA – Agência Portuguesa do Ambiente (2009). Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2007.

Carvalho A. (2008). Forest fires and air quality under a climate change scenario. Department of Environment and Planning. University of Aveiro. PhD.

Carvalho, A., Flannigan, M., Logan, K., Gowman, L., Miranda A.I. and Borrego, C. (2009): The impact of spatial resolution on area burned and fire occurrence projections in Portugal under climate change. Climatic Change DOI: 10.1007/s10584-009-9667-2

EEA – European Environment Agency (2009). Annual European Community greenhouse gas inventory 1990–2007 and inventory report 2009 - Submission to the UNFCCC Secretariat. Technical report No 04/2009. (Disponível em: <http://www.eea.europa.eu>)

Christensen, J.H. and Christensen, O.B. (2007). A summary of the PRUDENCE model projections of changes in European climate by the end of this century. Climatic Change, doi: 10.1007/s10584-006-9210-7.

Gore, A. (2006). Uma verdade inconveniente – a emergência planetária do aquecimento global e o que podemos fazer em relação a isso. 2ª edição. Esfera do Caos Editores. ISBN 989-8025-15-8.

GCMI – George C. Marshall Institute (2005). Natural climate variability. (Disponível em: <http://www.marshall.org/pdf/materials/340.pdf>).

Henson, R. (2009). Alterações Climáticas - Sintomas, Ciência, Soluções. Civilização Editores, ISBN 978-989-550-725-2. pp. 384. Porto.

IPCC (1996a): Climate Change 1995, The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment of the IPCC. Eds. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell, Cambridge University Press, Reino Unido.



IPCC (1996b): Climate Change 1995, Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis. Contribution of Working Group II to the Second Assessment of the IPCC. Eds. RT Watson, MC Zinyowera and RH Moss, Cambridge University Press, Reino Unido.

IPCC (1996c): Climate Change 1995, Economic and Social Dimension of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Second Assessment of the IPCC. Eds. JP Bruce, H. Lee, EF Haites, Cambridge University Press, Reino Unido.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007a. Climate Change 2007: Synthesis Report. (Disponível em: <http://www.ipcc.ch/>).

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007b. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. (Disponível em: <http://www.ipcc.ch/>).

Kiehl, J.T., Trenberth, K.E. (1997). Earth's annual global mean energy budget. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 78, 197–208.

Kley, D., J.M. Russell, and C. Phillips, (2000). SPARC Assessment of Upper Tropospheric and Stratospheric Water Vapour. WCRP Report No. 113, WMO/TD Report No. 1043, World Climate Research Programme, Geneva, 325 pp.

Lopes, M. (2004). Alterações climáticas: avaliação económica no apoio à decisão política. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro.

Marland, G., Boden, T.A., Andres, R. J., Brenkert, A. L., Johnston C. A. (2007). Global, regional and national CO<sub>2</sub> emissions. In *trends: A compendium of data on global change*. CDIAC U.S.A.

Montzka, S.A., et al. (2003). Controlled substances and other source gases. In: *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002*. World Meteorological Organization, Geneva, pp. 1.1–1.83.

Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grübler, A., Jung, T. Y., Kram, T., La Rovere, E. L., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Pepper, W., Pitcher, H., Price, L., Raihi, K., Roehrl, A., Rogner, H-H., Sankovski, A., Schlesinger, M., Shukla, P., Smith, S., Swart, R., van Rooijen, S., Victor, N. and Dadi, Z. (2000). *IPCC Special Report on Emissions Scenarios*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp

Oltmans, S.J., et al., 2000: The increase in stratospheric water vapor from balloon borne, frostpoint hygrometer measurements at Washington, DC, and Boulder, Colorado. *Geophys. Res. Lett.*, 27, 3453–3456.

Peixoto, J. (1981). *A radiação solar e o ambiente*. Secretaria de Estado do Ordenamento e Ambiente. Comissão Nacional do Ambiente, Lisboa.

Rosenlof, K.H., Oltmans, S.J., Kley, D., Rissel, J.M., Chiou, E.W., Chu, W.P., Johnson, D.G., Kelly, K.K., Micheksen, H.A., Nedoluha, G.E., Remsbern, E.E., Toon, G. C., McCormick, M.P. (2001). Stratospheric water vapor increases over the past half-century. *Geophys. Res. Lett.*, 28, 1195–1198.

Santos, F.D., Forbes, K. and Moita, R. (2002). Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures – SIAM Project, Gradiva, Lisboa, Portugal, 454 pp.

Stern, A. (1977). Air pollution: the effects of air pollution, Vol II. 3<sup>rd</sup> edition. United Kingdom: Academic Press, Inc.

UNEP/IUC (1997). Climate Change Information Kit. Edited by Michael Williams. United Nations Environmental Programme's Information Unit for Conventions, Geneva.

Wagner, T., Beirle, S., Grzegorski, M., Sanghavi, S., Platt, U. (2004). Global long term data sets of the atmospheric H<sub>2</sub>O column derived from GOME and Aciamachy – anomalies during the strong El-Niño event 1997/1998. University of Heidelberg, Germany. (Disponível em: [http://joseba.mpch-mainz.mpg.de/pdf\\_dateien/esa\\_salzburg\\_wagner\\_04.pdf](http://joseba.mpch-mainz.mpg.de/pdf_dateien/esa_salzburg_wagner_04.pdf))

Van Wagner, C.E. (1987). Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Canadian Forest Service, Forestry Technical Report 35, Ottawa, Canada.

URL 1: <http://geographicae.wordpress.com>

URL 2: <http://unfccc.int>

URL 3: <http://www.apambiente.pt>