

IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA GESTÃO DA ÁGUA

António A. L. Sampaio Duarte¹

RESUMO

As alterações climáticas registadas ao longo do último século e mais intensas nas últimas décadas têm ganho um protagonismo crescente na opinião pública e na comunidade científica abrindo um debate, quase sempre radicalizado, sobre o polémico *aquecimento global*, sobretudo no que diz respeito às suas causas – naturais ou antropogénicas – responsáveis pelo mensurável aumento as emissões de gases com efeito de estufa. Este tema tem assumido particular relevância no decurso da presidência alemã da União Europeia (EU), que patrocina a realização, em Berlim, da conferência *Time to Adapt – Climate Change and the European Water Dimension*.

Neste artigo, pretende-se não só dar um contributo para uma discussão menos extremada desta temática, efectuando uma síntese dos principais argumentos em confronto – os baseados nos relatórios do *Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas* (IPCC) e os que refutam o conceito de *aquecimento global* e a sua alegada causa humana, apresentados por membros de algumas associações científicas, como a *Climate Sceptics* – mas, e essencialmente, divulgar algumas das questões objecto de análise nessa conferência de Berlim, de modo a fomentar o debate nacional sobre os eventuais impactos regionais das alterações climáticas (geralmente mais consensuais) na gestão da água e dos sistemas de abastecimento.

Este debate nacional deveria sustentar um planeamento estratégico participado, que procedesse à identificação, selecção e programação de medidas mitigadoras e de adaptação equilibradas, pois, face à incerteza destes fenómenos e das ainda incipientes previsões fornecidas pelos modelos climáticos, não será um sinal de inteligência adoptar a sábia postura popular de *mais vale prevenir do que remediar?*...

¹ Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Braga.

1. INTRODUÇÃO

O clima da Terra tem estado sempre sujeito ao risco de inesperadas e progressivas alterações climáticas devidas quer a factores exteriores à atmosfera terrestre, tais como a modificação da órbita do nosso planeta e a quantidade de radiação solar e cósmica, quer a processos naturais que ocorrem na própria atmosfera, nos oceanos, na vegetação e nos glaciares. Assim, a ocorrência de Verões mais quentes originou a fusão dos gelos, terminando com a Idade do Gelo há 10 000 anos. Após o aquecimento verificado na Idade Média, em que há registos de a cultura da vinha chegar à Inglaterra, o clima da Europa sofreu posteriormente um acentuado arrefecimento que conduziu à designada Pequena Idade do Gelo, há cerca de 400 anos.

As causas naturais das alterações climáticas podem ser potenciadas por outras de natureza antropogénica, devido ao incremento de emissões adicionais de vários gases de efeito de estufa (GEE), resultantes da queima de combustíveis fósseis, fogos florestais, decomposição não controlada de resíduos, exploração florestal, agricultura e pecuária. A presença de GEE na atmosfera permite a entrada da radiação solar e absorve parte da radiação infra-vermelha proveniente da superfície terrestre, sendo de referir que a sua ausência levaria a um arrefecimento médio da superfície da Terra superior a 30°C.

As alterações climáticas induzidas pela variação da temperatura atmosférica podem ser cruciais para o continente europeu devido ao seu eventual impacto no mecanismo da circulação transatlântica da corrente quente do Golfo do México, que se estende actualmente até às costas da Escandinávia, onde se dá o arrefecimento dessa massa hídrica salina, com o conseqüente aumento da sua densidade, promovendo assim uma inversão do sentido do seu escoamento, que se processa, então, através das camadas oceânicas mais profundos.

A presença desta corrente quente na proximidade das costas do Atlântico norte é responsável pela ocorrência, nestas regiões europeias, de temperaturas médias superiores em mais de 6°C as verificadas nas regiões da América do Norte situadas em idênticas latitudes. A progressiva e confirmada fusão dos glaciares árticos europeus tem sido responsável por uma diluição crescente de água doce, sendo já mensurável pela diminuição da salinidade da corrente fria retorna ao Golfo do México, podendo dirigi-la para as camadas superficiais, *desligando* este importante mecanismo de regulação térmica do continente europeu, que poderia originar, com o seu progressivo arrefecimento, uma *nova idade do gelo* especialmente nos países mais a norte.

A actual polémica entre os climatologistas revela uma ausência de consenso em relação às posições do IPCC e da *Organização Meteorológica Mundial* (OMM), e centra-se na não admissão duma situação de *aquecimento global* e na não convicção de as causas antropogénicas serem um importante agente catalizador das alterações climáticas monitorizadas. Segundo as posições dos “cépticos climáticos”, confunde-se muitas vezes poluição ambiental com dinâmica climática, sendo de rejeitar a globalização de efeitos com base em medições que, se analisadas à escala regional, revelam muitas vezes tendências antagónicas.

2. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: CAUSAS HUMANAS OU APENAS NATURAIS?

2.1. A convicção do *aquecimento global*: causas e consequências

A maioria dos cientistas acredita que estamos a alterar o clima terrestre através duma crescente emissão de GEE, resultante rápida intensificação da utilização dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e seus derivados, gás natural) verificada desde o início da Revolução Industrial. Estes cientistas têm discutido seriamente o risco de alterações climáticas induzidas pelo Homem.

No seu relatório de 2001, o IPCC concluiu que as emissões de GEE originadas pelas actividades humanas contribuíram significativamente para as alterações climáticas observadas nas últimas cinco décadas, nomeadamente para o seu *aquecimento global* e para a intensificação de fenómenos climáticos extremos (cheias e secas), que terão efeitos a longo prazo na disponibilidade e qualidade da água, colocando novos desafios à sua gestão e sustentabilidade dos ecossistemas naturais, prevendo-se, ainda, que os efeitos negativos das AC irão superar os positivos, nomeadamente nas regiões tropicais e subtropicais, onde a maioria dos países não dispõe de recursos (humanos e financeiros) para se adaptar a esses eventuais desequilíbrios climáticos.

Esta convicção, relativa ao *aquecimento global* e à intensificação das AC por causas antropogénicas adicionais aos factores naturais conhecidos, fundamenta-se nos registos da temperatura obtidos, desde o início do século XIX, numa rede mundial de estações meteorológicas e na sua correlação com os registos das concentrações obtidos desde meados do século XX e com as medições da radiação solar que entra na atmosfera terrestre e o calor irradiado pela Terra para o espaço exterior registadas por satélites nos últimos trinta anos. Esses registos mostram que a temperatura média à superfície aumentou, em termos globais, cerca de 0,6°C no últimos século e que, entre os anos 1750 e 2000, se verificou um crescimento significativo nas concentrações de GEE – dióxido de carbono, metano, óxido de azoto, ozono troposférico e vapor de água (Quadro 1), alguns dos quais não ocorrem naturalmente na atmosfera.

Quadro 1 – Evolução das concentrações atmosféricas de gases com efeito de estufa (IPCC, 2001)

Ano	CO ₂		CH ₄		O ₃		N ₂ O	
	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%
1750	280		0,7		0,025		0,27	
2000	370	+ 31	1,7	+ 151	0,034	+ 35	0,32	+ 17

A temperatura e a precipitação são os agentes climáticos mais importantes no ciclo hidrológico e quaisquer modificações nesses parâmetros terão impactos consideráveis na gestão dos meios hídricos e dos sistemas urbanos de abastecimento e drenagem (Figura 2).

No século passado, a temperatura à superfície na Europa registou uma tendência de crescimento, relativamente uniforme, de 0,8-0,95°C (EEA, 2004), com aumento da duração dos períodos muito

quentes e muito frios. A precipitação média anual revelou diferenças regionais distintas, aumentando no norte da Europa de 10 a 40 % e com uma diminuição na região do Mediterrâneo e em áreas da Europa central, que chegou a 20 % (Klein- Tank *et al.*, 2002).

Actualmente, já são sensíveis alguns impactos no ciclo hidrológico destas AC: oito dos nove glaciares europeus estão em processo de fusão; ocorrência de eventos de precipitação mais intensos; a Europa central, o Reino Unido e o sul da Escandinávia registaram períodos de seca prolongados no Verão; a Europa do Sul experimentou secas de Inverno prolongadas com reduções significativas dos caudais em muitas bacias hidrográficas.

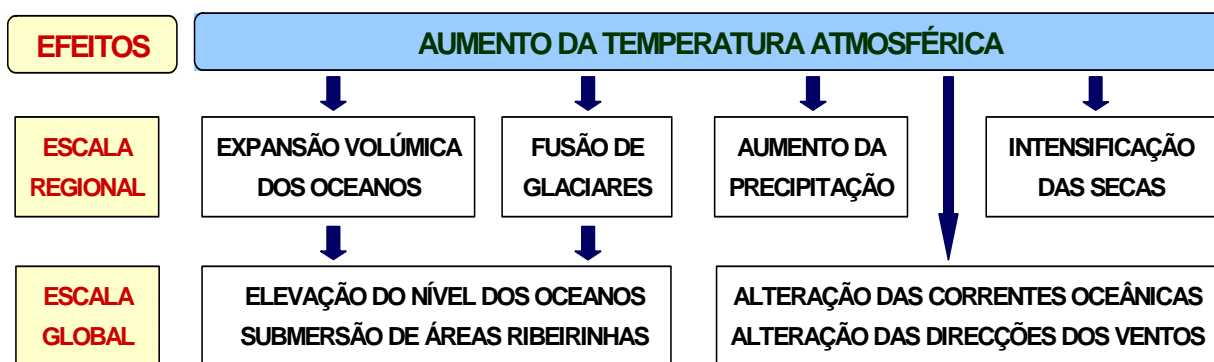


Figura 2 – Influência do aumento de temperatura no ciclo hidrológico

Grande parte da comunidade científica e das organizações internacionais aceita como cenário credível que, em 2100, as concentrações de CO₂ na atmosfera poderão aumentar entre 90 a 250% (em relação a 1750), a elevação global do nível médio do mar (NMM) estará entre 0,5 e 1 metro acima do actual e, na Europa, temperatura média possa aumentar entre 1 e 5°C.

Porém, estas previsões não são suficientemente precisas para aplicação local ou regional. Por exemplo, na Noruega, o NMM está a descer relativamente ao continente (subsidiência), possivelmente devido a uma exploração intensiva de petróleo, gás ou água, capaz de provocar uma diminuição da pressão interna e compactação dos sedimentos, com a consequente descida da superfície dessas regiões. Torna-se assim necessário que, a nível regional e local, sejam desenvolvidos estudos (em paralelo com a modelação atmosférica) que permitam monitorizar a evolução do NMM, de modo a conferir maior rigor às previsões de curto e médio prazo.

Os modelos climáticos, como quaisquer outros, são ferramentas preciosas para a integração dos dados climáticos existentes e permitem simular eventuais alterações climáticas como resposta a diferentes cenários de evolução quer de factores naturais, quer das actividades humanas, desde que devidamente calibrados e validados. Qualquer modelador sabe que os resultados das simulações serão sempre discutíveis e nada têm de dogmáticos, face ao menor ou maior grau de incerteza associado a essas estimativas, que é proporcional à especificidade da previsão e decorrente de factores como:

- a inércia do sistema climático;

- a necessária simplificação na modelação deste (muito complexo) sistema;
- o insuficiente conhecimento sobre muitos dos mecanismos e agentes (tais como, partículas em suspensão na atmosfera, nuvens e oceanos) potencialmente condicionantes do aquecimento na Terra, seja ele à escala regional ou global;
- a incerteza àcerca das próprias emissões de GEE e de partículas;
- os efeitos de realimentação e as alterações súbitas.

Independentemente de se enfrentar um desafio árduo se se avaliar, com o rigor científico necessário, a gravidade da influência humana no clima futuro e para determinar onde e quando essas alterações terão lugar, há uma consciencialização crescente de que as nossas actividades têm originado alterações climáticas e que estas se continuarão a fazer sentir no futuro, podendo originar importantes migrações demográficas (à semelhança do que sempre ocorreu ao longo da história da Humanidade), em função de eventuais alterações nas áreas de cultivo e da progressiva escassez de recursos naturais, com particular relevo para os hídricos.

A nível europeu é expectável uma evolução antagónica nas suas disponibilidades de água, diminuindo nas regiões sul e sudeste e aumentando nas regiões do norte e noroeste (onde se verificam episódios de cheia cada vez mais intensos, agravados pela crescente impermeabilização do solo nas zonas urbanas e apesar da maior capacidade de regulação de caudais fluviais). Segundo as previsões de Schröter *et al.* (2005), 14 a 38 % da população da bacia do Mediterrâneo estará a viver em áreas sujeitas a elevada escassez de água, antes do ano 2080.

2.2. A teoria dos Anticiclones Móveis Polares (AMP): refutando o pânico climático ...

Na perspectiva dos *cépticos climáticos*, o IPCC não é a autoridade em matéria de climatologia. Trata-se de um grupo intergovernamental, isto é, a nomeação dos seus membros é política e não responde por critérios científicos, verificando-se que a grande maioria dos seus membros não é de climatologistas, mas sim de informáticos-modeladores com preferência pela estatística, sem se preocuparem prioritariamente com a observação dos fenómenos reais e os princípios físicos que os relacionam (Moura, 2006).

Mesmo entre os modeladores climáticos, alguns, como Richard Lindzen, permanecem muito cépticos relativamente à hipótese do *aquecimento global*, considerando que:

- a curva da temperatura global apresentada anualmente pela OMM e IPCC, que evidencia um aumento de 0,6°C ($\pm 0,2^\circ\text{C}$) desde 1860, além deste aumento ser da ordem de grandeza da precisão das medições, não é validada pelas recentes (desde 1978) medições efectuadas pelos radiómetros dos satélites, que indicam até evoluções antagónicas;
- não é possível afirmar com segurança que a Terra está aquecendo com base numa média de temperaturas à escala global, misturando as marinhas com as continentais e temperaturas de regiões que arrefecem com as que aquecem, mesmo à escala regional (caso da zona ártica);

- a previsão dum aquecimento médio entre 1 e 6°C, até 2100, está baseada em modelos que não consideram uma circulação global da atmosfera adequada, nem as várias discontinuidades presentes na Natureza, sendo, ainda, incapazes de prever a evolução da ciclogénese, que depende não só da temperatura da água do mar, mas também de outros importantes factores (existência de campos depressionários nas baixas camadas, ventos alísios e monções ou ascendências dinâmicas com possibilidade de se desenvolver até à troposfera);
- não se pode generalizar a constatação da fusão das calotes polares, quando à escala regional isso nem sempre se verifica: se tal é verdadeiro a norte do mar da Noruega, na Gronelândia (embora a massa de gelo tenha aumentado no centro da ilha, como acontece com a massa da maior parte dos glaciares escandinavos) ou na região das Aleutas no Pacífico Norte, o mesmo não se verifica ao norte do Canadá e na calote antártica, onde a observação dos satélites mostra mesmo que um aumento global dos bancos de gelo ao redor do continente Antártico (Moura, 2006).

O físico Antonino Zichichi, presidente da Federação Mundial de Cientistas afirmou recentemente que as actividades humanas têm um impacto no clima inferior a 10 % e que os modelos utilizados pelo IPCC são incoerentes e inválidos do ponto de vista científico, constituindo “uma metodologia para forçar conclusões que demonstrem o preconceito da responsabilidade humana nas alterações climáticas” (Zichichi, 2007). Este cientista diz não estar convencido que o aquecimento global seja provocado pelas emissões de GEE originadas pelas actividades humanas, salientando que o motor da meteorologia depende de causas naturais e que até hoje, no intervalo de 500 mil anos, os Pólos Norte e Sul recuaram e avançaram quatro vezes.

Alguns destes climatologistas sublinham que, a aceitar-se como válida a teoria do efeito de estufa por causas antropogénicas do IPCC, teríamos de inverter a realidade. Nesse caso, a poluição seria a origem da elevação de temperatura que provocaria uma baixa de pressão, pois o ar quente se elevaria por não se verificarem as condições anticiclónicas com subsidência. Mas a pressão está a subir, como se vem observando desde na Europa desde 1976.

A forte estabilidade anticiclónica (calma ou vento fraco, ausência de movimentos ascendentes) favorece o aquecimento do ar nas baixas camadas. A condução do calor é com efeito tanto mais forte quanto a pressão é mais elevada e, desde que o ar não se possa elevar (devido à subsidência, ou pressão vertical descendente), sobreaquece as camadas próximas do solo.

O calor provoca uma forte diminuição da humidade relativa, agravada pela não penetração do vapor de água atlântico ou mediterrâneo no interior do ar anticiclónico, reduzindo assim o efeito de estufa natural que está principalmente associado ao vapor de água). A nebulosidade muito reduzida ou nula e a elevação acentuada do calor, sobretudo nas cidades (menos ventiladas, mais quentes, mais secas), aliadas ao carácter anticiclónico e à ausência de movimentos atmosféricos horizontais e verticais concentram a poluição nos níveis, enquanto a forte insolação acelera a fotodissociação

(produção de ozono). Assim sendo, calor, seca e ozono atmosférico são, pois, consequências das altas pressões ... e não o inverso. Ou seja, são as condições anticiclónicas, com subsidência, que constituem a chave das actuais alterações climáticas, só que referir essas condições é insuficiente quando não se sabe ainda explicá-las.

Nesta perspectiva, não estando a Natureza *errada*, a teoria do IPCC deverá ser refutada e substituída pela teoria dos *Anticiclones Móveis Polares* (AMP) de Marcel Leroux. Com o arrefecimento dos polos, a potência e a frequência dos AMP aumentam, os contrastes de temperatura elevam-se, as confrontações entre o ar frio e o ar quente são mais vigorosas e o clima nas nossas latitudes torna-se cada vez mais agreste e mais irregular, com períodos extensos de frio seguidos de calor, de chuvas mais abundantes e de secas mais frequentes. Os recordes de calor e de frio são consequentemente batidos.

Na opinião dos *cépticos climáticos*, a imposição do fenómeno do *aquecimento global* resulta duma relação de interesses que se estabeleceu entre certos laboratórios, várias instituições internacionais e alguns políticos, que menospreza os fenómenos reais e impede a adopção de medidas de prevenção eficazes contra os verdadeiros acontecimentos climáticos que iremos enfrentar (Moura, 2006).

3. PREVENIR PARA NÃO REMEDIAR ... UMA ATITUDE PRÓ-ACTIVA

Os crescentes indícios de alterações sensíveis nos sistemas biofísicos, seja à escala regional e/ou à global, evidenciam a necessidade de, numa atitude prudente, identificar, analisar e avaliar os potenciais impactos negativos de AC em vários sectores socio-económicos (gestão dos meios hídricos e dos sistemas urbanos de abastecimento e drenagem, agricultura, transportes, turismo), de modo a programar acções de adaptação equilibradas que permitam minimizar esses efeitos de forma eficiente, isto é, mobilizando os recursos adequados à obtenção dos benefícios desejados.

A natureza das causas no incremento das actuais AC (natural ou antropogénica) só é relevante quando se questiona a urgência e a pertinência da concretização de acções mitigadoras, visando a redução ou eliminação de actividades humanas potencialmente indutoras da aceleração de AC que comprometam a sustentabilidade de importantes ecossistemas terrestres. Face à incontornabilidade de interesses socio-económicos conflitantes, impõe-se um investimento no desenvolvimento do conhecimento científico, sem excluir quaisquer contributos (mesmo que sejam diferentes dos fornecidos pela corrente de pensamento dominante), que permita reduzir substancialmente as actuais incertezas na avaliação do peso relativo do impacto de cada tipo de causas (naturais ou humanas). Só assim será possível estimar com maior rigor o *custo-benefício* das acções mitigadoras, de modo a justificar a racionalidade da sua concretização, atendendo aos avultados recursos financeiros de que muitas delas certamente necessitam. Refira-se, como exemplo, a protecção de zonas estuarinas e costeiras, sendo o sistema lagunar de Veneza um dos casos mais emblemáticos.

Independentemente da posição de cada um em relação à questão do *aquecimento global*, todos concordarão com a irracionalidade de alguns hábitos de consumo, especialmente nos países mais desenvolvidos, e com a insustentabilidade, a médio prazo, da sobre-exploração de recursos energéticos não renováveis, se considerarmos que apenas 20% da população consome quase 80% dos recursos energéticos actualmente disponíveis. Assim sendo, julgo que haverá alguma unanimidade, entre os cientistas, quanto à urgência e ao apoio a quaisquer iniciativas que visem mudar essa *mentalidade consumista*, alertar as populações para a aparência de certas melhorias na sua qualidade de vida e responsabilizar os decisores por opções (activas ou passivas) mal fundamentadas e/ou ambientalmente inadmissíveis. A mais-valia resultante do sucesso dessas iniciativas justifica, por si só, um esforço colectivo na sua divulgação e concretização, independentemente da importância relativa do seu contributo na atenuação dos impactos das AC.

Neste contexto, apresenta-se, a seguir, uma breve resenha das iniciativas internacionais e nacionais mais relevantes visando a mitigação e a adaptação aos efeitos negativos das AC, que a grande maioria da comunidade científica (onde se incluem os modeladores da evolução climática, mas não dogmatizando o seu necessário contributo) sustenta serem inevitáveis, caso não se actue imediatamente de forma adequada e consistente.

Iniciativas internacionais

A criação do IPCC (ou PIAC) em 1988, com o objectivo de recolher e sistematizar a informação mundial publicada relativa às AC, desenvolvendo metodologias e trabalhos específicos a adoptar pelos países na elaboração dos seus inventários de GEE. Este Painel produz relatórios quinquenais (1990, 1995, 2001) que têm sido uma referência primordial para políticas internas e negociações internacionais sobre o clima.

A assinatura do *Protocolo de Montreal* em 1987 (revisado em 1990, 1992, 1995, 1997 e 1999), que estabelece medidas visando a protecção da camada de ozono, através do controle e eliminação das emissões globais de substâncias que a destruam, nomeadamente os clorofluorcarbonetos (CFC's).

A assinatura da *Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas* (CQNUAC) em 1992, na Cimeira da Terra do Rio de Janeiro e que foi ratificada pela Comissão Europeia em 1994, reconhecendo que as AC são um forte motivo de preocupação. Nesta Convenção define-se o objectivo de estabilizar e reverter as concentrações de GEE na atmosfera, de modo a evitar uma interferência antropogénica nefasta para o clima, introduzindo o princípio de responsabilidade comum, mas diferenciada, de que todos os países têm responsabilidades e deveres no esforço de redução de emissões de GEE, reconhecendo-se que o problema teve origem principalmente num conjunto de países e num determinado modelo de desenvolvimento. O esforço de redução deverá afectar todos os sectores de actividade, de forma diferenciada, com base em análises rigorosas, tendo em consideração as situações particulares dos sectores e dos agentes, a evolução do seu desempenho e o peso relativo das suas emissões. Esta Convenção procura incentivar a cooperação internacional de desenvolvimento e de investigação sobre AC, enfatizando também a necessidade de

educar os cidadãos sobre AC e suas consequências, assim como de os incentivar numa mais ampla participação no processo.

A ratificação do *Protocolo de Quioto* em 2002, pioneiro como acordo multilateral a fixar um compromisso de redução vinculativo, para os países desenvolvidos, da emissão de GEE não abrangidos pelo Protocolo de Montreal. A UE acordou numa redução global de 8%, definindo, metas diferenciadas para cada um dos seus Estados-Membros. Este protocolo reconhece o papel das florestas como consumidoras e reservatório de carbono, representando um dos pontos importantes no debate do ciclo global do carbono e nos impactos das AC. Os países signatários deste protocolo poderão reduzir as suas emissões através de medidas flexíveis que tornem essa redução economicamente vantajosa, pois só dessa forma será mais efectiva e realista. Neste contexto, foi lançado em 2005 o mercado internacional de emissões, limitando-o, numa primeira fase, às emissões de dióxido de carbono do sector da energia e das grandes instalações industriais e, futuramente, a outros sectores e GEE. Este protocolo estabelece normas de monitorização das emissões e confirmação das reduções para que os resultados apresentados pelos diferentes países sejam credíveis e comparáveis, surgindo assim, a nível comunitário, a Decisão 93/389/CE, alterada pela Decisão 99/296/CE, que actualizou o mecanismo de vigilância das emissões comunitárias.

Aprovação da Directiva n.º 2001/77/CE, de 27 de Setembro, que fixou as metas para o aumento da substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia até 2010. O 6º Programa Comunitário de Acção, em matéria de Ambiente, identifica como uma das áreas prioritárias de acção as AC, tendo como objectivo estabilizar a concentração atmosférica de GEE num nível que não cause variações não naturais no clima da Terra.

No que se refere à mobilização da comunidade científica, adquire particular relevo o esforço de desenvolvimento de conhecimento e de tecnologias mais eficientes para retenção e armazenamento de dióxido de carbono, impedindo a sua libertação para a atmosfera, dado que, a curto prazo, as fontes de energia alternativas à queima de combustíveis fósseis não conseguirão assegurar a grande maioria das necessidades energéticas mundiais.

Iniciativas nacionais

A criação da *Comissão para as Alterações Climáticas*, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 72/98, de 29 de Junho e a aprovação das linhas da estratégia nacional para as AC, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 59/2001, de 10 de Maio. A esta comissão compete a elaboração da estratégia e de relatórios nacionais em matéria de AC, bem como o acompanhamento da execução de medidas, programas e acções que venham a ser adoptados pelo Governo. Sugere-se, nesta última Resolução, a adopção de instrumentos económicos e financeiros tendencialmente reguladores do consumo e da utilização mais limpa da energia.

O projecto *Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts, and Adaptation Measures* (SIAM), foi desenvolvido em duas fases (1999-2002 e 2002-2006) e teve como objectivo avaliar, à escala portuguesa, as vulnerabilidades dos sistemas naturais e sociais relativamente aos impactos

resultantes de diferentes cenários de AC, como suporte ao desenvolvimento de estratégias, políticas de adaptação e mitigação dos efeitos negativos dessas alterações. Os estudos realizados basearam-se em cenários do clima futuro obtidos, a partir de modelos de circulação geral da atmosfera, e incidiram sobre um conjunto de sectores socio-económicos e de sistemas biofísicos designadamente: meios hídricos, zonas costeiras, agricultura, saúde humana, energia, floresta, biodiversidade e pescas. Foi também realizada uma análise sociológica sobre a problemática das alterações climáticas em Portugal.

A Lei n.º 93/2001, de 9 de Agosto, cria os instrumentos para prevenir as AC e os seus efeitos, reconhecendo, no seu artigo 1º, *como prioridade nacional, a luta contra a intensificação do efeito de estufa e a prevenção dos riscos associados às alterações climáticas*, nomeadamente através da elaboração do *Plano Nacional de Alterações Climáticas (PNAC)*, que deverá visar uma intervenção integrada nos diversos sectores económicos, com objectivos de cumprir as metas do *Protocolo de Quioto*, identificando as responsabilidades sectoriais em termos de emissões de GEE e definindo o seu sistema de monitorização e revisão. Esta lei prevê também a criação do *Observatório Nacional sobre as Alterações Climáticas em Portugal*.

Após a elaboração do PNAC 2001, que refere a necessidade de estudos para avaliar possíveis impactos e a vulnerabilidade de sistemas naturais e humanos, na elaboração de estratégias e políticas de adaptação e mitigação das AC nacionais, foi aprovado o PNAC 2004 (R.C.M. n.º 119/2004, de 31/07/2004, posteriormente substituído pelo PNAC 2006) que contemplava uma projecção de emissões mais adequada aos dados que actualmente se conhecem, permitindo obter uma ferramenta mais coerente, resultante de um trabalho interministerial, realizado sob a égide da *Comissão para as Alterações Climáticas*, que envolveu todos os sectores da Administração Pública e permitiu não apenas rever o conjunto das políticas e medidas anteriormente equacionadas e a eficácia da sua implementação, como levou à definição de um novo conjunto de medidas e políticas adicionais de aplicação sectorial.

No PNAC 2006 regista-se um alargamento do esforço de cumprimento do *Protocolo de Quioto*, através de medidas nos sectores não abrangidos pelo *Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE)*.

4. IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA GESTÃO DA ÁGUA

A gestão da água inclui uma larga variedade de actividades associadas quer à gestão de bacias hidrográficas (incluindo a drenagem urbana, como mecanismo de controlo de cheias), quer à gestão de sistemas de abastecimento de água e de saneamento, que são afectadas pelas AC de forma distinta.

4.1. Gestão de bacias hidrográficas

A gestão das bacias hidrográficas tem como um dos seus principais objectivos a preservação dos ecossistemas aquáticos, através da manutenção do bom estado ecológico e químicos das águas superficiais e subterrâneas.

As actividades humanas sempre estiveram muito dependentes da quantidade de água disponível e da sua adequada qualidade aos seus diferentes usos, pelo que é essencial considerar a gestão dos meios hídricos como um elemento insubstituível na promoção do equilíbrio de interesses dos seus vários utilizadores, na maioria dos casos conflituantes, numa perspectiva de uso racional e sustentado da água que salvguarde o interesse público e a sua utilização futura.

Em termos quantitativos, um dos principais impactos das AC é a prevista intensificação dos fluxos que constituem o ciclo hidrológico. Um aumento da temperatura (à escala regional ou global) provocará uma maior evaporação e concentração de vapor de água na atmosfera, aumentando, desse modo, o potencial de precipitação. Contudo, uma previsão rigorosa das alterações na distribuição espacial da precipitação não é ainda possível, pois este fenómeno depende, também e sobretudo, das interações complexas na circulação atmosférica regional e da topografia local. As modificações entretanto observadas nos padrões de precipitação europeus indiciam uma tendência de redução nas regiões meridionais e de acréscimo nas setentrionais, bem como uma menor periodicidade na ocorrência de episódios climáticos extremos (cheias, secas, tempestades, canícula), que tenderão a ser cada vez mais intensos e prolongados.

O aumento dos riscos de inundação e de tempestade, sobretudo nas regiões do norte da Europa, constitui um dos grandes desafios de adaptação a AC, passando neste caso pela atempada planificação de acções de prevenção e controlo de cheias nas zonas urbanas mais propensas a estes fenómenos, sendo necessário desenvolver soluções inovadoras de drenagem urbana e de protecção das suas principais infra-estruturas. Refira-se que entre 1998 e 2002, registaram-se na Europa cerca de 100 episódios de cheia, afectando mais de 1,5% da sua população (EEA, 2005).

Nas regiões do sul, a ocorrência de temperaturas elevadas no Inverno tende a antecipar o degelo nas zonas montanhosas, alterando o regime dos caudais fluviais e a consequente recarga dos aquíferos e aumentando o risco de secas. Os efeitos das AC associados a uma gestão não sustentável dos meios hídricos (uso ineficiente e descontrolo das descargas poluentes) podem, em situações de escassez, produzir graves impactos ambientais e sociais, pelo que a gestão de secas se assume como um dos desafios mais relevantes para a bacia mediterrânica (WFD/EUWI, 2006).

O excesso e a escassez de água têm geralmente um impacto negativo na qualidade dos meios hídricos, devido a descarga acidentais dos colectores de águas residuais e ao aumento de poluição proveniente das fontes difusas e da sedimentação de detritos arrastados pelo acréscimo de escorrências. A acção destrutiva destes fenómenos sobre as infra-estruturas urbanas, por vezes cruciais para o sucesso das acções de socorro das populações afectadas, é muitas vezes amplificada por práticas urbanísticas desadequadas, nomeadamente a bem conhecida (mas evitável)

impermeabilização galopante da maioria dos solos urbanos. Um dos desafios que se coloca a nível nacional passa pela urgente mudança profunda de paradigma na gestão do ordenamento do território: urbanismo, drenagem urbana, saneamento ambiental e saúde pública, têm necessariamente de estar (muito bem) articulados, sob pena de acumularmos prejuízos (humanos e matérias) cada vez mais avultados quando da ocorrência desses eventos, ou de nos confrontarmos, a médio prazo, com algumas desoladoras *New Orleans* à escala nacional ... Por outro lado, as situações de seca diminuem fortemente a capacidade de diluição e de autodepuração dos meios hídricos receptores, tendo a elevação da temperatura da água como consequência a redução dos níveis de oxigénio dissolvido, favorecendo a ocorrência de situações de anoxia e/ou de eutrofização dos meios hídricos colocando em risco a sua biodiversidade, os seus usos e a saúde pública.

A Europa apresenta actualmente uma já considerável assimetria em termos de disponibilidade de água para as suas populações e do peso relativo de cada uma das suas utilizações (Figura 3).

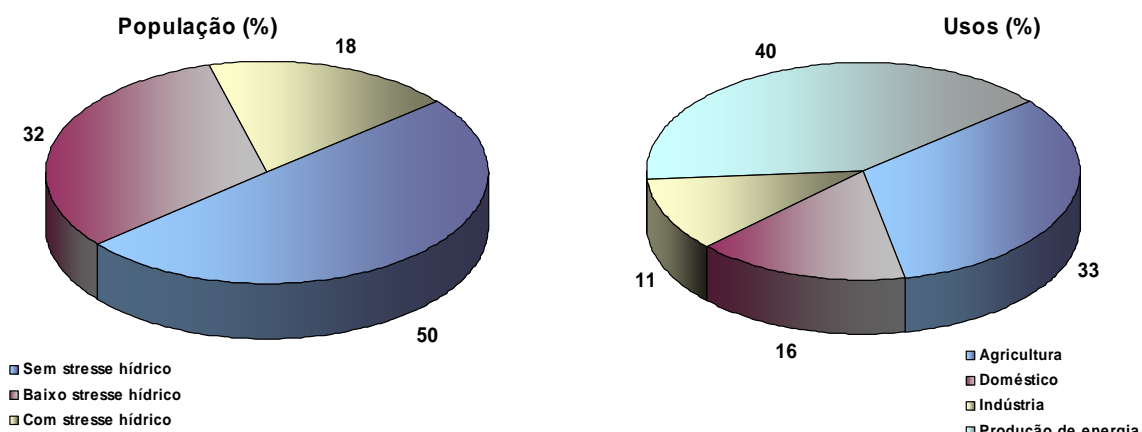


Figura 3 – Disponibilidade e usos da água na Europa

A captação de água na Europa atinge cerca de 10% dos seus recursos hídricos disponíveis, prevalecendo como uso mais significativo a irrigação nas regiões mediterrânicas e a refrigeração de centrais térmicas e nucleares nos países do leste da Europa (EEA, 2003).

Os principais impactos das AC nos recursos hídricos portugueses, identificados a nível institucional pelas autoridades portuguesas neste sector, estão em concordância com a tendência apontada para o continente europeu, destacando-se:

- a redução global da escorrência média anual;
- o incremento da assimetria regional (norte/sul) da disponibilidade de água;
- o incremento da assimetria sazonal (Inverno/outros) da disponibilidade de água;
- o aumento do risco de cheias, particularmente na região norte;
- a diminuição da qualidade das águas superficiais, particularmente na região sul;
- a diminuição da qualidade das águas subterrâneas por salinização, devido à diminuição da recarga dos aquíferos e à previsão de aumento do NMM.

Tendo em consideração o actual estado do conhecimento, marcado ainda por muitas incertezas (a começar logo pela delimitação das regiões *norte* e *sul*), urge começar por:

- sistematizar toda a informação existente, tendo preferencialmente como unidade de estudo a bacia hidrográfica, com interesse para a gestão das origens de água e dos próprios sistemas de abastecimento de água e de saneamento;
- identificar as principais lacunas de conhecimento, nomeadamente a quantificação dos fluxos associados aos ciclos hidrológico e urbano de cada unidade;
- seleccionar e programar medidas e acções, entendendo-se como prioritária uma monitorização realista e continuada dos meios hídricos, de modo a erradicarmos progressivamente as lacunas identificadas e a sustentarmos, com maior rigor, os sistemas de suporte à decisão (SSD) (Vieira *et al.*, 1999).

4.2. Gestão de sistemas de abastecimento de água e de saneamento

A gestão dos sistemas urbanos de abastecimento de água e de saneamento (recolha e tratamento de águas utilizadas) tem como principal objectivo satisfazer as necessidades dos diferentes usos urbanos da água (doméstico, comercial, industrial), não contemplando geralmente usos agrícolas intensivos. Estes sistemas serão directamente afectados por modificações na disponibilidade de água devidas a AC, positivamente nas regiões em que se prevê um aumento da precipitação e do escoamento potencial, ao permitir um aumento da recarga dos aquíferos, tendo, porém, como consequência negativa o correspondente incremento no risco de cheias associado à maior frequência de eventos pluviais cada vez mais intensos. No caso dos sistemas de saneamento, haverá uma solicitação crescente que poderá potenciar a ocorrência de ameaças e/ou problemas ambientais, tais como o funcionamento deficiente das estações de tratamento (processos biológicos em condições adversas decorrentes da diluição dos esgotos afluentes), a intrusão de águas freáticas nas redes de abastecimento e consequente contaminação da água e a sobrecarga (ou eventual colapso) das redes de drenagem e dos órgãos de tratamento, no caso de serem excedidos os respectivos caudais de dimensionamento.

Nas regiões onde se prevê uma diminuição na pluviosidade, a situação pode ser mais problemática dado que a redução das disponibilidades de água pode comprometer ou limitar os usos da água (incluindo as actividades agrícola e do sector turístico) potenciando e/ou agravando os conflitos entre os vários utilizadores. As secas tenderão, na maioria dos casos, a deteriorar a qualidade da água nas origens, o que associado ao aumento das solicitações de consumo nesses períodos, coloca sérios problemas às entidades gestoras dos sistemas para salvaguardar a qualidade do serviço prestado, que podem ainda ser agravados nas zonas litorais com a intensificação da intrusão salina nos aquíferos costeiros.

As AC podem ter consequências aparentemente contraditórias: chuvadas muito intensas após um prolongado período de seca, em que a permeabilidade dos solos foi substancialmente reduzida,

conduz escoamento superficiais rápidos originando uma deficiente recarga dos aquíferos, pelo que poderá ser necessário gerir, em simultâneo, escassez e (súbita) abundância de água. Assim, num cenário de AC deste tipo, um dos principais desafios à gestão da água (e em particular dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento) consiste em encontrar as soluções adequadas que promovam uma adaptação equilibrada às mudanças climáticas, de modo a enfrentar a prevista crescente variabilidade à escala regional das disponibilidades de água, assegurando os vários usos, hierarquizando-os de forma criteriosa, visando sempre a salvaguarda da saúde pública e da qualidade de serviço.

Apesar de a Directiva-Quadro da Água considerar a água como um bem público e não um qualquer recurso negociável, a liberalização ocorrida nalguns países europeus da gestão dos serviços de abastecimento de água e de saneamento (até então municipal), através de parcerias público-privadas ou de concessões a privados, implicou o aparecimento de uma entidade reguladora forte, facto que obrigou a importantes mudanças de comportamento das entidades gestoras ao nível da qualidade de serviço (controlo de perdas, por exemplo) e da publicitação de informação, com vista ao estabelecimento de indicadores de desempenho dessas entidades.

A actividade humana nos vários sectores sócio-económicos é o importante impulsionador do desenvolvimento do sector da água, pois, ao condicionar o uso do solo, as variações demográficas (migrações) e o sistema produtivo, influencia decisivamente as necessidades de água à escala regional, podendo conduzir a uma intensificação de consumos e, conseqüentemente, das capacidades de tratamento das águas (abastecimento e utilizadas) e da necessidade de expansão e reabilitação das redes de águas (para abastecimento e drenagem), que onerará ainda mais a prestação destes serviços de inquestionável interesse público.

A projecção de consumos de água adoptada, como elemento-base, no dimensionamento dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais assenta numa extrapolação de valores baseados no conhecimento das condições passadas. A perspectiva de alterações climáticas acrescenta uma grande variedade de incertezas quanto à evolução das necessidades e exigências de água, pelo que as futuras decisões deverão ser ainda mais sustentadas, face à maior dificuldade em planear, justificar e concretizar novos e dispendiosos projectos, quando se desconhece a intensidade, o prazo e o sentido dessas alterações que certamente requerem estratégias e medidas de adaptação.

5. ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO

A gestão da água traduz-se numa adaptação progressiva às constantes mudanças nas condições das massas hídricas, devidas à aleatoriedade dos fenómenos naturais e ao desenvolvimento das actividades humanas. As alterações climáticas estão a revelar-se como uma pressão adicional que requer novo esforço de adaptação.

As estratégias de adaptação a adoptar no sector da água têm obrigatoriamente de considerar os seus aspectos quantitativos e qualitativos, integrando todas as necessidades de água e actividades que ocorrem (ou se admitam) numa dada bacia hidrográfica, mesmo que protagonizem interesses conflituantes. O uso eficiente e sustentado dos meios hídricos implica a definição clara e justificada dos usos prioritários, a curto, médio e longo prazo, baseada no interesse público (incluindo a preservação do bom estado ecológico dos ecossistemas aquáticos) e necessariamente com o envolvimento de todos os seus utilizadores. Estas estratégias deverão considerar os custos e benefícios de cada medida e da combinação de medidas de modo a sustentar as decisões e a facilitar a sua aceitação, até pelos utilizadores cujos interesses individuais sejam prejudicados.

O primeiro objectivo de uma estratégia de adaptação a AC deve ser o de assegurar que a sustentabilidade do abastecimento de água a longo prazo, não só para consumo humano, mas também para outras actividades económicas, tais como a agricultura, a produção de energia, a indústria e os serviços. As estratégias a desenvolver deverão perspectivadas numa escala temporal próxima da prevista para as AC, ou seja, considerando várias décadas ou até séculos, escala esta que ultrapassa os habituais ciclos políticos (que as sustentam) de uma ou duas décadas, mais adaptados aos necessários períodos de avaliação, revisão e correcção dessas estratégias. Além disso, havendo vários obstáculos que podem limitar a eficácia de uma estratégia, a antecipação de eventuais problemas e/ou dificuldades deverá ser um pré-requisito à identificação de soluções e à concretização das medidas.

O desenvolvimento de uma estratégia de adaptação implica uma definição clara de prioridades de intervenção (tais como, *necessidades humanas básicas, necessidades para a sobrevivência dos ecossistemas aquáticos; outras necessidades dos seres humanos e promoção e conservação do bom estado ecológico dos meios hídricos*) de modo a determinar-se o custo-benefício de cada uma das medidas associadas a essa estratégia. Além de ter em consideração a qualidade da água disponível, podendo as de menor qualidade serem utilizadas directamente em usos menos exigentes (refrigeração, irrigação, lavagem de arruamentos), não deverá ser escamoteada a influência dessa priorização no desenvolvimento dos sectores económicos conexos com a água. De modo a dirimir adequadamente os eventuais conflitos subjacentes a uma dada estratégia de adaptação, recomenda-se que esta assegure:

- a regulação da captação, do abastecimento e dos consumos de água a longo prazo;
- a sua articulação com uma estratégia de protecção e uso eficiente da água, de modo a garantir, no futuro, a sustentabilidade dos recursos hídricos;
- a gestão dos riscos para as infra-estruturas de abastecimento de água e de saneamento decorrentes de eventos climáticos extremos associados à precipitação (cheias e secas);
- a determinação dos custos de adaptação e a sua afectação criteriosa a cada um dos utilizadores da água.

A avaliação das medidas adoptadas e o conseqüente reajustamento aos objectivos estabelecidos, em função de novas realidades e da produção de conhecimento, deverão ser tarefas regulares e com divulgação pública. Tendo como objectivo a articulação das medidas de adaptação à escala regional, estas poderão ser tipificadas como:

- *técnicas*, traduzidas na aplicação de tecnologias para reduzir a vulnerabilidade ou aumentar a adaptabilidade dos sistemas (naturais ou construídos) aos impactos das AC (Levina e Tirpak, 2006). Nestas medidas inclui-se a execução ou reforço de estruturas de protecção contra cheias (diques, sistemas de comportas, bacias de retenção em zonas urbanas), técnicas de poupança de água (recolha de águas pluviais, reutilização de águas residuais, aplicação de práticas de uso mais eficiente da água).
- *relativas ao uso do solo*, que, além de ser dependente das disponibilidades de água, influencia directamente a quantidade e qualidade nas origens de água (superficiais ou subterrâneas). A adopção de medidas que alterem práticas (de irrigação, por exemplo) ou usos inadequados (tais como, orizicultura no sul da Andaluzia ou campos de golfe em Porto Santo) pode ser decisiva em áreas com crescente e/ou evidente escassez hídrica. O uso do solo é um factor determinante na gestão de riscos de cheias: a alimentação artificial das zonas costeiras pode ser uma alternativa à construção de novos diques; a recuperação de zonas lagunares e a criação de bacias de retenção em solos urbanos (indemnizando os seus proprietários) pode ser uma alternativa viável como protecção natural em situações de cheia;
- *económicas*, quer através da fixação de tarifários que influenciem e encorajem comportamentos adequados a um uso mais eficiente da água, quer através de incentivos fiscais que compensem os investimentos necessários à concretização de outros tipos de medidas de adaptação. Alguns desses instrumentos económicos poderiam incluir o financiamento de serviços em ecossistemas, tais como: a prevenção, controlo e mitigação de cheias; a regularização de caudais naturais; a melhoria da qualidade das águas superficiais e subterrâneas; a redução da erosão dos solos e a estabilização das margens dos rios; a melhoria das condições de infiltração, de modo a favorecer a recarga dos aquíferos. A valorização destes serviços será um estímulo à protecção destes ecossistemas e do seu insubstituível papel como mananciais de água para abastecimento público (UNECE 2006);
- *produção de informação*, nomeadamente através do mapeamento de zonas de risco ou de vulnerabilidade e da melhoria dos sistemas de alerta e de protecção civil, que são cruciais para a redução da vulnerabilidade das populações a fenómenos climatéricos extremos. Além disso, esta informação deve integrar os SSD utilizados na gestão de riscos, de modo a aumentar a confiança das populações na fundamentação das acções necessárias a uma repartição mais equitativa do risco (CEA, 2006);
- *reguladoras*, através da criação dum enquadramento legal e institucional relativo à gestão e protecção dos recursos hídricos que sirva de base à definição e concretização das restantes medidas, mesmo em áreas afins, tais como a conservação da Natureza e da biodiversidade.

No Quadro 2 sintetizam-se algumas das medidas previstas na estratégia de adaptação definida pelo MAOTDR, relativa à gestão da água e à dos sistemas de abastecimento e de saneamento, sendo de realçar que a sua grande maioria origina benefícios qualquer que seja o cenário considerado em termos de AC.

Quadro 2 – Medidas previstas na estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas

GESTÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE SANEAMENTO	DOMÍNIO	MEDIDAS	TIPO	ACÇÃO
	RISCO DE CHEIAS / SECAS	Reforço das estruturas de protecção em áreas inundáveis	Tecnológica	Planos de Bacia Hidrográfica
		Aumento da segurança em situação de cheia e da capacidade de armazenamento através de bacias de retenção em áreas urbanas	Informação Tecnológica	Directiva <i>Cheias</i> (2007) Planos de Bacia Hidrográfica
		Deslocalização de instalações e populações situadas em zonas de elevado risco.	Económica Uso do solo	Directiva <i>Cheias</i> (2007) Planos Directores Municipais
		Monitorização efectiva dos sistemas e das estratégias de prevenção e mitigação	Informação	SNIRH, INSAAR, SNIRLit, SNITURH
	DISPONIBILIDADE DE ÁGUA	Optimização das capacidades de armazenamento de águas superficiais e subterrâneas	Tecnológica	Planos de Bacia Hidrográfica
		Aumento da capacidade de armazenamento e da utilização de águas subterrâneas em regiões mais interiores	Tecnológica	Construção de barragens Planos de Bacia Hidrográfica
		Transvazes numa bacia ou entre bacias hidrográficas	Tecnológica	Planos de Bacia Hidrográfica
		Melhoria da gestão do uso do solo para promover a recarga de aquíferos (natural ou artificial)	Tecnológica	Restrição de usos do solo Novas práticas agrícolas
		Desenvolvimento de redes regionais de sistemas adutores	Tecnológica	PEAASAR II
Dessalinização de águas salobras e/ou marinhas		Tecnológica	Construção de EDA	
CONSUMO DE ÁGUA	Redução dos consumos de água e racionalização dos usos	Económica Informação	Plano para o Uso Eficiente da Água	
	Redução das cargas poluentes nos meios hídricos	Económica Reguladora	PEAASAR II Novas práticas agrícolas	
	Racionalização dos locais de consumo de água através dum planeamento adequado do uso do solo	Económica Uso do solo	Lei da Água	
	Redução e controlo de perdas de água nos sistemas de abastecimento	Tecnológica Económica	Plano para o Uso Eficiente da Água	
	Reciclagem e reutilização de águas residuais tratadas	Tecnológica Económica	Lei da Água.	
	Utilização de águas de menor qualidade para usos menos exigentes (rega, refrigeração, lavagem de pavimentos)	Tecnológica Económica	Definição de padrões e redes de reutilização da água.	
INSTITUCIONAL	Reforço da I&D sobre alterações climáticas e seus impactos	Informação	SIAM II, CREN	
	Melhoria da gestão de situações de emergência	Reguladora Informação	Sistema de Protecção Civil	
	Reforço da participação pública e dos utilizadores nas estratégias de adaptação e na priorização de medidas	Informação	Criação de Agências de Bacia	
	Melhoria e racionalização da gestão partilhada de meios hídricos transfronteiriços	Informação Uso do solo	Convenções internacionais Planos de Bacia Hidrográfica	

Refira-se que as medidas económicas, de produção de informação e reguladoras são tão importantes como as técnicas, tendo, a maioria destas, significativos impactos económicos e ambientais. A abordagem integrada das medidas de adaptação só terá sucesso se os sectores envolvidos estiverem realmente dispostos a interagir e motivados para a concretização dos objectivos previamente estabelecidos e aceites. Esse desiderato só é normalmente possível através da definição de estratégias claras e consistentes, com uma hierarquização, criteriosamente fundamentada, dos interesses em confronto e das necessidades ou medidas de adaptação.

6. CONCLUSÕES

Existe uma consciencialização crescente da existência de significativas alterações climáticas e dos seus impactos nas disponibilidades de água (ciclo hidrológico) à escala regional, apesar de todas as incertezas dos cenários, das simulações e das previsões associadas à utilização de modelos climatológicos, tratando-se mesmo de uma das principais preocupações e tema de debate das sociedades contemporâneas.

Mesmo que sejam adoptadas com sucesso medidas de protecção ambiental, no âmbito das actividades antropogénicas, as causas naturais originam AC que implicarão necessariamente estratégias de adaptação (embora com prazos, prioridades e severidades distintas) a novas condições dos meios hídricos.

A adaptação da gestão da água aos impactos das AC requer desenvolvimentos tecnológicos e uma mudança nas práticas de gestão e no uso do solo que garantam uma gestão sustentável da água, tendo como objectivos a protecção das actuais origens de água e a recuperação de sistemas hídricos degradados.

O sector do abastecimento de água e do saneamento têm um elevado potencial de adaptação aos efeitos das AC através das soluções técnicas e dos instrumentos económicos preconizadas na Directiva-Quadro da Água (2000) que podem assegurar a continuidade (e qualidade) destes serviços, mesmo num cenário de mudança das disponibilidades hídricas, desde que sejam complementadas por medidas reguladoras e financeiras adequadas aos diferentes cenários de evolução climática e a uma repartição equilibrada de custos pelos utilizadores, fornecedores e poluidores. No entanto, este sector não será capaz de suportar sozinho todos os impactos das AC, pois as entidades gestoras destes sistemas (abastecimento e saneamento) têm também de enfrentar, além deste, outros desafios resultantes das evoluções, de curto ou de médio prazo, dos restantes sectores socio-económicos que recorrem a estes serviços.

O planeamento territorial e a gestão do uso do solo, sendo elementos transversais á maioria dos sectores económicos consumidores de água, constituem uma das principais e mais eficazes ferramentas de controlo dos efeitos das AC na gestão da água à escala local e regional.

O sucesso das estratégias de adaptação passará, assim, pela inclusão de medidas adicionais que promovam a cooperação entre os vários sectores que são importantes utilizadores ou consumidores de água, nomeadamente os associados à agricultura, produção de energia, navegação e turismo, de modo a conseguir uma repartição aceitável dos custos efectivos das soluções adoptadas. As abordagens integradas facilitam a criação de sinergias e a selecção de medidas abrangentes que sejam vantajosas para diferentes utilizadores dos meios hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEA (Insurers of Europe), 2006. *Climate change and natural events – Insurers contribute to face the challenges*. AB 6124 (06/06).
- EEA, 2003. *Europe's water: An indicator-based assessment. Summary*.
- EEA, 2005. *EEA briefing 1/2005 – Climate change and river flooding in Europe*.
<http://www.atmosphere.mpg.de>
http://cdiac.esd.ornl.gov/pns/current_ghg.html
- IPCC, 2001. *Third Assessment Report on Climate Change*. International Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Klein-Tank, A.M.G. e outros, 2002. *Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment*. International Journal of Climatology, 22(12): 1441-1453.
- Leroux, M. (2002). *Les phénomènes extrêmes récents s'inscrivent-ils dans une révolution perceptible du temps ?*. Disponível em: www.futura-sciences.com/comprendre/d/dossier39-1.php.
- Levina, E. e Tirpak, D., 2006. *Adaptation to climate change: Key terms*. Em co-autoria com a OECD.
- Moura, R.G., 2006. *O Pânico Climático, A política do medo*. Disponível em:
http://a_verdade_da_mentira.weblog.com.pt/arquivo/237603.html
- Santos, F.D., Forbes, K., Moita, R. (Ed.), 2002. *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures - SIAM Project*. Gradiva, Lisboa, Portugal.
- Santos, F.D., Miranda, P.(Ed.), 2006. *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM II*. Gradiva, Lisboa, Portugal.
- Schröter, D. e outros, 2005. *Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe*. Science, 310 (5752): 1333-1337.
- UNECE – United Nations Economic Commission for Europe, 2006. *Payments for Ecosystem Services in Integrated Water Resources Management*. In Fourth meeting of the Parties of the UNECE Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes, Bona, Alemanha. Disponível em: <http://www.unece.org/env/water/meetings/documents.htm>.
- WFD/EUWI - MED Joint Process WFD/EUWI 2006: Water Scarcity Drafting Group: Document: Water Scarcity Management in the Context of WFD. June 2006. Disponível em:
www.sogesid.it/allegati/convegna_eventi/water_city_7_2006/WS_Management.pdf.
- Zichichi, A., 2007, *Climate Change and Development Conference*. In: <http://www.globalresearch.ca/>.