

REFLEXÕES SOBRE O CONCEITO DE CLIMA E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: UMA RELAÇÃO DE EQUÍVOCO?

António Amílcar de Moura Alves da Silva
Investigador do Instituto Geográfico Português
aalves@igeo.pt

EIXO TEMÁTICO: CLIMATOLOGIA: POLÍTICA E CIÊNCIA

Resumo: Tal como noutras áreas da Geografia Física, o esclarecimento do aspecto conceptual e etimológico de “Clima” é fundamental para evitar confusões que se podem estabelecer num campo onde a Política e Ciência se podem confundir. É disto que esta comunicação trata. Reflectir sobre o seu verdadeiro significado, e tentar clarificá-lo, nomeadamente no contexto da recente “disciplina” das “Alterações Climáticas. Através de uma reflexão integrada e da compilação de conceitos de vários autores procura-se sintetizar no sentido de procurar uma definição integrada de Clima e de importantes conceitos que se lhe podem associar para melhor classificar mudanças temporais de parâmetros de referência.

Abstract: As in other disciplines of Physical Geography, the clarification of conceptual and etymologic aspects of “Climate” is fulcral to avoid misunderstandings that can be established on a field where politics and science can be confused. This is the main theme of this paper. To reflect over his true significance and to try clarify it, namely within the context of the recent discipline of “Climate Changes”. Through an integrated reflexion and compilation of concepts according several authors, seeks to synthesize in the way to find for an integrated definition of Climate and for important associated concepts, to better classify temporal changes of the reference parameters.

Introdução – o problema do conceito de Clima e as alterações climáticas

Impulsionada por muitos sectores ligados à Ciência e a organizações ambientalistas, a crescente pressão que os meios de comunicação social têm exercido sobre o senso comum acerca de mudanças, previsivelmente catastróficas, relacionadas com o Clima, têm marcado o quotidiano da população global por forma a criar um ambiente social angustiante e negativo. Proliferam ideias, informação diversa, teorias, sobre efeito de estufa, alterações climáticas em curso, avançando-se com consequências previsíveis e até verificáveis como o aumento da temperatura global, a inundaçãõ das áreas baixas do litoral devido à subida global do nível do mar. Há até quem avance que se trata de um prenúncio de uma nova idade do gelo, sobretudo pelo impacto que as águas doces do degelo dos inlandsis podem ter nas correntes termo-halinas que controlam a temperatura do oceano. Causas antrópicas ou não, o facto é que neste frenesim global, existem problemas conceptuais reais por resolver, que, enquanto não forem solucionados, poderão causar a maior confusão em espíritos menos esclarecidos e, o que é mais grave, em cientistas de áreas diversas que, de algum modo, se relacionam com o assunto de forma mais directa ou mais indirecta.

Nos dias que correm somos diariamente confrontados/terrorizados com o cenário das “alterações climáticas” geralmente acompanhados com sentido melodramático e propagandístico alimentado por pessoas que vão deste o meio científico ao mais simples cidadão, opinando todos nivelados por igual valor aos olhos do espectador menos atento. Os políticos, geralmente a reboque das massas, tomam

decisões, umas vezes boas, mas outras podem interferir no sistema económico-social de forma treloucada. Não devendo ser à partida uma preocupação importante para o climatólogo sério, a verdade é que o meio científico deve dar uma resposta séria e cabal ao problema e, se ela como se viu não é simples nem pode ser cabal, há que, pelo menos, tentar perceber e dar a entender as envolventes do clima, ou, no limite, reconhecer humildemente a ignorância sobre o assunto, o que já seria uma prova de sabedoria.

A maior questão surge com o próprio conceito de *Clima*. O que é entendido por *Clima* ou por significado de *estados do tempo* associado à noção de *alteração climática* não é totalmente pacífica. Evidentemente que não se trata de uma escolha democrática. Existem especialistas, e é a sua palavra que, como estudiosos, deve prevalecer. Mesmo assim, nem sempre há consonância...

Na maioria dos casos clima é considerado como o conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizam o estado “médio” da atmosfera num determinado espaço e tempo. Esta frase dita deste modo não pode significar nada se a ela não estiver associada uma escala espacial e, sobretudo outra temporal. A noção deve reportar-se a um espaço e abranger um determinado período de tempo onde os elementos do clima possam assumir determinados espectros de valores limitados variando de determinado modo nesse período em questão. Mas isto também não é suficiente. Os elementos e sobretudo os factores do clima são por vezes tão complexos e variáveis, altamente dinâmicos, por vezes com comportamentos caóticos, que torna impossível definir o seu funcionamento preciso. Por seu lado, a percepção que o senso comum tem do clima, tende a ser aquela a que nos habituámos a ter durante a nossa existência, ao longo da qual definimos um mapa mental que nos transmite de forma subconsciente o espectro de variação, sobretudo da temperatura, precipitação, humidade e vento, ao longo de um ano ou períodos mais ou menos definidos, que vamos tomando como padrão.

É pelo menos a referência que nós mesmos temos. Por este motivo, é preciso ter muito cuidado quando se fala de alterações climáticas. É preciso ter uma referência inicial, mas será lícito tê-la? Isso não será abusivo, tendo em conta a dinâmica do clima? Alterações em relação a quê? Durante a nossa vida, há comportamentos cíclicos dos elementos. Esses ciclos são mais ou menos rígidos e decorrem essencialmente da Latitude e da Circulação Geral da Atmosfera (CGA). Mas há fenómenos cíclicos conhecidos, outros recorrentes, nem sempre periódicos ou de periodicidade desconhecida, que afectam significativamente o comportamento dos valores das variáveis climáticas e, podem ser tidos por alterações climáticas se colidirem com o tal “mapa mental”... Os valores rompem os limites pré estabelecidos (quais e porquê?) e os limites da variabilidade alteram-se. Uma chuvada mais forte, um ciclone, uma temperatura extrema que até ao momento nunca se tinha sentido, pode induzir a noção de mudança. Porém o sistema climático em geral tende a manter-se, porque é um sistema e, como tal, há mecanismos de reacção a alterações do equilíbrio no sentido da sua reposição.

Senão o próprio conceito ou modo de se definir clima, estaria errado, ou melhor, não poderia ser materializado porque não se conhecerem todos os factores que intervinientes. A dimensão espacial e temporal dos fenómenos que permitem caracterizar um tipo de clima ultrapassam e condicionam o

comportamento habitual dos elementos climáticos e, à escala da vida humana, podem surgir ou não supostas ou reais perturbações que causam a percepção de alterações de uma referência que, afinal, não deveria ter sido tida como tal, pois os dados não estavam todos contabilizados... É como um edifício que esse vai construindo ao longo da vida, “pedra” sobre “pedra”, com andares mais ou menos parecidos, mas se há algum que destoa o construtor fica preocupado com o facto de não saber se há-de fazer os próximos andares como os primeiros ou como aquele que saiu dos padrões habituais.

É preciso também ter a noção de que, de há 100 anos para cá, a quantidade de dados climatéricos recolhidos tem aumentado exponencialmente, bem como as técnicas de recolha mais aperfeiçoadas têm permitido melhorar a sua qualidade e fiabilidade. Modifica-se assim o contexto o que leva a interpretações diferentes das iniciais. Deste modo não é plausível comparar dados recolhidos de forma diferente ainda que o local seja o mesmo ou, em termos de grandes superfícies, o volume de dados que inicialmente foi utilizado para se classificar o clima, sem uma análise crítica, não é comparável ao que actualmente existe que, à partida, é muito superior em termos de quantidade (maior densidade de cobertura) e qualidade. Não querendo isto dizer que os dados actuais já são suficientes para efectuar uma boa classificação, nem que os antigos são inconclusivos, o que é preciso é fazer as devidas ponderações.

Outro aspecto a reter, é o de existirem fenómenos aleatórios que podem provocar a alteração do sistema climático e de outros que são induzidos por acção antrópica. Os primeiros, tais como erupções vulcânicas em grande escala ou grandes impactos meteoríticos, não são de todo previsíveis mas podem alterar todo o sistema climático no sentido deste ser obrigado a redefinir de imediato o seu estado de equilíbrio. Não sendo paroxísmicos, ainda assim, formas “mais suaves” destes fenómenos podem provocar reajustes mais lentos.

As acções antrópicas, à partida, têm uma acção passiva mas progressiva, isto é, pelo menos à escala global, não se estabelece uma relação imediata de causa-efeito. Assim, não se sabendo ao certo, quais e como é que funcionam os mecanismos de auto regulação do sistema climático não é plausível prever com fiabilidade como será a reacção a estas perturbações a diversos níveis. Há que ter conta que estas variam consoante o tipo, magnitude¹, circunstâncias em que ocorrem e principalmente, no que diz respeito à sua conjugação diferencial com os elementos e fenómenos secundários que podem desencadear.

O conceito de clima é muito mais complexo do que a conta em que geralmente é tido e há elementos incontabilizáveis e imprevisíveis². Apesar dos enormes progressos, esta complexidade não é explicável

¹ Entenda-se aqui magnitude como a relação entre a energia, abrangência espacial e duração do fenómeno

² Um sistema complexo, como é o caso do sistema climático, é composto por múltiplos processos e respostas integrados e estruturados mas de controle praticamente impossível, pois ao longo do tempo, a frequência e energia com que cada elemento actua é variável e combinada de forma diferente com os outros elementos. Alguns desses processos e interações são identificáveis, mas as trocas de matéria e energia e o momento em que ocorrem são difíceis de ser identificados e quantificados, sobretudo sabendo que ocorrem de uma forma organizada, hierarquizada e estruturada, mas virtualmente caótica (PHILLIPS, 1999). Na maior parte dos sistemas naturais, se nem sequer se conseguiam identificar os processos e o seu modo de integração e acção concertada, muito menos, por isso, se poderão pretender fazer previsões exactas do seu funcionamento, ainda mais quando se sabe que é fundamental a acção de agentes externos na sua dinamização. Por outro lado, estes agentes são também muitas vezes de periodicidade e intensidade variáveis ou mesmo aleatórias.

actualmente pela Ciência que a expõe cada vez mais, e muito menos é monitorizável por modelos de previsão que baseados em dados dispersos no espaço e no tempo e que dizem respeito a um instante temporal que não permite fazer uma descrição exacta e muito menos previsões inequívocas, ou ainda estabelecer relações globais de causa-efeito entre a acção antrópica e as flutuações climáticas. Por outro lado, tendo em consideração a dinâmica do sistema climático onde tudo está em permanente movimento, nada nos diz que o clima não se altere, porque é sempre esse o seu destino, nomeadamente se pensarmos que, por exemplo, a tectónica de placas faz alterar a relação posicional entre continentes e oceanos, que por si só, é suficiente para o clima mudar ainda que progressivamente¹.

Assim, os padrões que actualmente se usam para definir “Clima” devem ser relativizados.

Para além das Zonas climáticas, também elas flutuantes, de fronteiras móveis e difusas, mas mais ou menos restringidas a intervalos de latitude conhecidos controlados essencialmente pela posição da Terra em relação ao Sol e à radiação calorífica que este astro envia, a definição de clima deve-se reportar a alguns locais condicionados por outros factores para além da latitude e, no máximo a algumas dezenas de anos que nem de perto nem de longe se pode pensar que abrangem o período necessário para contabilizar todos os comportamentos possíveis dos principais factores do clima e muito menos associá-los de forma eficaz em modelos de simulação tendo em vista fazer previsões a longo prazo. Não parecem ser representativos de uma complexidade de que o ser humano cada vez tem mais consciência à medida que evolui no seu conhecimento. O conceito de clima é uma percepção que temos das variações anuais e interanuais do conjunto dos elementos climáticos, valores absolutos, amplitudes de variação e períodos de ocorrência num tempo demasiado curto e já de si tão variável. Não podemos afirmar também com certeza que, se estes mudam e os seus valores ultrapassam os limites conhecidos ou habituais, há alterações climáticas. O que não se conhece bem é o clima. Nem sei se haverá um período mínimo para o definir concretamente². Mas o clima é uma realidade de tipos de combinações de factores meteorológicos no espaço e no tempo que produzem determinados tipos de condições termo-pluviométricas e edafológicas.

De uma forma sucinta, simplista mas efectiva, clima, por definição, é uma avaliação estatística (quantitativa e qualitativa) de estados do tempo que se sucedem ao longo de um determinado (mas abstracto) período num determinado lugar ou, ainda mais simples, o "estado médio" da atmosfera ao longo de um ano num lugar, considerando-se as respectivas variabilidades intermensais, interanuais, os valores extremos e amplitudes de variação e tendo em conta o comportamento habitual dos factores que o condicionam. Para o mesmo tipo de clima, os padrões de valores e de variação devem repetir-se anualmente dentro de determinados limites, mas se estes forem ultrapassados não é legítimo logo afirmar que se trata de uma alteração porque este conceito deve implicar um reajustamento do sistema climático em direcção a um novo estado de equilíbrio diferente do inicial e onde as condições se alteram

¹ Note-se que a própria tectónica de placas pode ser dinamizada pelas variações do peso das calotes glaciares sobre as placas continentais sobretudo durante o degelo.

² Ver pag. 11 3º parágrafo

definitivamente. Essa situação não é identificável de imediato. Se as anomalias se repetirem frequentemente, poderemos estar perante uma flutuação ou oscilação, ou mesmo perante uma situação nova até então desconhecida, ainda não considerada, mas que se possa concluir não ser anormal. Neste caso não haveria o estabelecimento de um novo equilíbrio, e uma vez cessada a perturbação tudo voltaria à normalidade.

Isto porque a classificação climática se baseia em observações temporais, mas também se sabe que há factores condicionantes que variam de certeza e que essa variabilidade nem sempre é cíclica, ou é cíclica mas os ciclos têm uma duração indefinida que pode ser centenária, milenária ou indeterminada, ou pode ser até recorrente mas aleatória e não se sabe porque, como e quando varia. São elementos a considerar mas cujo comportamento não é de todo previsível.

Uma das pistas ou mesmo uma condição para identificar ou classificar como alteração uma mudança das condições do clima é ter consciência de que, se omitirmos a influência humana nas áreas selvagens, caso seja possível, as fitocenoses são indicadores indirectos de determinadas condições climáticas, pois a vegetação natural autóctone está em equilíbrio e adaptada a elas (DEMANGEAU, 1998). Se existirem alterações naturais no tipo e espécies de coberto vegetal então poderá dizer-se que sim, há uma alteração do clima, perante o aparecimento de novas espécies adaptadas às novas circunstâncias. Evidentemente que tal só faz sentido se excluirmos as superfícies antropizadas, o que não é fácil.

Claro que uma alteração se torna evidente quando há um fenómeno catastrófico que intervém. É também possível que a actividade antrópica possa vir ou esteja a mudar o clima global ou o equilíbrio do sistema climático, mas é desonesto do ponto de vista científico afirmá-lo de forma inequívoca porque a Ciência, ainda no limiar do seu desenvolvimento e dos seus conhecimentos no que toca a este tema, ainda não possui ferramentas que o comprovem¹. Apesar dos fantásticos meios de processamento de dados existentes, a falha está nos dados em si, quer devido à sua inexistência, mas sobretudo devido à falta de séries temporais suficientemente longas e abrangentes.

Se é ou não lícito perspectivar o futuro tendo em conta cenários virtuais determinados com base em modelos deficientemente fundamentados/alimentados, desencadeados por flutuações localizadas no tempo cuja durabilidade ou perenidade são imprevisíveis, é um risco que é difícil de assumir. Por outro lado, não está provado que, por exemplo, a poluição atmosférica seja de tal modo a produzir um efeito de estufa capaz de provocar alterações climáticas. Honestamente e tendo em conta o que foi dito, do ponto de vista científico, não é possível afirmá-lo. No entanto, não fazer nada é um risco semelhante, já que essas alterações do clima¹ podem de facto estar a verificar-se por causa da poluição atmosférica e/ou desflorestações em massa, e isso pode desencadear ou já ter desencadeado processos irreversíveis a médio longo prazo, que obriguem o ser humano a readaptações mais ou menos drásticas. Estas poderão ter consequências imprevisíveis materializando-se num novo equilíbrio termodinâmico. A solução

¹ Está-se a falar de clima global e não regional e local onde podem ocorrer alterações evidentes

apresentada é a diminuição eficaz da poluição atmosférica. Será sempre uma boa solução, já que menos poluição melhora a qualidade de vida das pessoas e, em simultâneo, libertará o mundo da dependência da chamada "economia do petróleo" e até já abriu novas linhas de investigação e práticas no campo das chamadas energias limpas. O único factor negativo é o apelo ao sentido dramático e catastrofista imposto pela comunicação social e por meios científicos não especializados na matéria, mas que se permitem opinar, muitas vezes com a única intenção de se autopromoverem ou para beneficiarem de fundos para investigação, podendo, neste caso, originar um ciclo pernicioso.

Esta postura, já designada por terrorismo ambiental², desencadeia um mal-estar geral e um sentimento de caminhada para o abismo, absolutamente injustificável, até porque, mesmo os meios mais radicais, não podem prever que as eventuais mudanças ocorram a curto prazo e de forma instantânea, e qual será o seu impacto real³. Por outro lado, conforme autores como Mörner⁴ afirmam, as medidas de mitigação propostas para os cenários mais pessimistas, a serem postas em prática, certamente que levarão à degradação da qualidade de vida das pessoas em geral, mas mais particularmente dos países sub-desenvolvidos ou em vias de desenvolvimento que em regra não possuem condições e meios para uma reconversão imediata das suas indústrias.

O problema é que o ser humano lida com uma questão para a qual não tem capacidade de resposta nem conhecimentos para tal. É mais um desafio às suas capacidades de adaptação.

Questões de Terminologia

Outro aspecto que está por esclarecer e que é necessário clarificar é a terminologia associada a esta temática. Pode falar-se em **alteração**, **oscilação**, **flutuação** e **mudança climática**. Alteração e mudança são quase sinónimos, embora numa **mudança** se possa admitir uma associação à rotura completa ou quase total no sentido de passar a existir um novo tipo de clima, enquanto que **alteração** corresponderia a pequenas modificações no sistema, mas sem haver uma rotura completa. **Oscilação** terá um significado completamente diferente: neste caso o clima mantém-se mas está sob o efeito de uma perturbação que lhe altera temporariamente as condições habituais. Este “temporariamente” pode significar um período de vários anos...é ainda uma questão de escala de tempo A tabela seguinte mostra alguns exemplos de fenómenos recorrentes ou periódicos que podem alterar os parâmetros climáticos tidos como habituais:

¹ Refira-se um hipotético aumento da temperatura média global com impacto no aumento da frequência de fenómenos atmosféricos de grande poder devastador, secas, chuvas torrenciais com frequência e intensidades que ultrapassam os limites estabelecidos até à data (ou aquilo que se pensava serem esses limites)

² Este termo pode ainda aplicar-se a acções mais extremas levadas a cabo por grupos “ambientalistas”

³ Partindo do princípio que esses meios são esclarecidos, o que em muitos casos não acontece

⁴ Mörner, N-A.2005, Facts and Fiction About Sea-Level Change The House of Lords Economic Affairs Committee

PERIODICIDADE	MECANISMO OU FENÓMENO	NATUREZA DO FENÓMENO
3 a 6 anos	ENSO	INTERACÇÕES OCEANO-ATMOSFERA
Cerca de 10 anos	ONA	
11 anos	MANCHAS SOLARES	ACTIVIDADE SOLAR
Dezenas a centenas de anos	<i>Mal conhecidos</i>	<i>Mal conhecido ou desconhecido</i>
1 a 3 mil anos	CICLOS DANSGAARD-OERSCHER	INTERACÇÕES CRIOSFERA- OCEANO- ATMOSFERA
7 a 13 mil anos	EVENTOS DE HEINRICH	
21 mil anos	PRECESSÃO EQUINOCCIAL	VARIAÇÃO ORBITAL
42 mil anos	OBLIQUIDADE DA ECLÍPTICA	
96 mil anos	EXCENRICIDADE DA ÓRBITA	

Figura 1. Periodicidades e mecanismos das variações climáticas [adaptado de Brum-Ferreira, A. 2002, baseado em Adams; et al; Lowe e Walker, 1997e Markgraf (ed.) 2001]

Raciocinando em termos de sistema climático com um determinado tipo de equilíbrio¹, por inerência à própria definição de clima, deve-se considerar que existe um **equilíbrio estável** (mas não estático) para que haja condições de repetição (ciclos ou recorrências) que determinem um conjunto de sequências habituais de estados de tempo, com variações relativamente bem identificadas e movendo-se dentro de certos limites mais ou menos conhecidos. Noutra escala, Pode até considerar-se a existência de um **equilíbrio invariável**, já que é reconhecido que o sistema climático tem mecanismos de auto-regulação. Mas considerando uma escala temporal mais vasta, digamos mais de um século, um milénio até a um ciclo glaciário ou interglaciário que podem durar milhares de anos, o equilíbrio deve considerar-se **dinâmico**, uma vez que este se vai modificando gradualmente em direção a um novo equilíbrio estável em função de novas condições que se vão gerando, ou de roturas cujos efeitos são retardados no tempo em ciclos de grande período. Neste último caso, o estado de equilíbrio seria aparentemente **estático** mas globalmente evoluía-se progressivamente para outro tipo de condições diferentes das iniciais. Neste caso a percepção da mudança poderia ser maior ou menor. Pode-se ainda mencionar o termo **flutuação** que será sinónimo de oscilação, embora se possa associar o termo a perturbações de maior período. Mas não há na literatura nada que o indique. Sugere-se aqui apenas que se possa passar a fazer essa distinção por forma a afinar o vocabulário encontrando-se termos diferenciados para situações idênticas na essência mas diferentes no tempo. Assim, propunha-se o uso de **flutuação** para perturbações climáticas de grande período, mais de mil anos, incluindo assim as perturbações derivadas de fenómenos ligados às interações criosfera-oceano-atmosfera e às variações orbitais (fig.1) e **oscilação**, para perturbações de menor período como as resultantes das interações oceano-atmosfera e as da actividade solar(fig.1).

Finalmente, o termo **mudança**, implica uma ruptura no estado de equilíbrio. É conhecido que ao longo da idade da Terra existiram rupturas climáticas impostas por eventos paroxísmicos tanto de origem terrestre como extraterrestre que mudaram de forma radical e repentina todo o sistema climático. Mas, tirando estes casos que são evidentes, há muitos fenómenos que fazem mudar o clima de forma progressiva.

Estes originam flutuações ou oscilações pois, dependendo da sua duração, só influenciam o clima enquanto os seus efeitos perdurarem e, teoricamente, o sistema tenderá para voltar ao seu equilíbrio inicial uma vez cessada a perturbação. Por outro lado, os fenómenos climáticos que surgem de forma aleatória ou ocasionalmente mas que se continuam no tempo com maior ou menor magnitude, induzem uma ruptura e, portanto, uma **mudança** climática.

Como está subentendido, a escala temporal está decididamente ligada a esta análise surgindo uma situação paradoxal, com a qual é necessário lidar: muitas das variações do clima estão muito para lá da escala temporal da existência humana e da esperança de vida de cada geração, mas, para o Homem comum, só importam aquelas que se manifestam e se sentem ao longo da sua vida ou as que, a curto prazo, podem vir a modificar os seus hábitos de vida. Esta situação paradoxal cabe aos cientistas resolver. Estes devem separar claramente a sua consciência científica do seu sentimento como pessoa, dos interesses comuns e, nomeadamente, devem abstrair-se e distanciar-se do antropocentrismo que esta questão tende sempre a assumir.

A complexidade do sistema climático é cada vez mais conhecida embora a sua resolução possa estar cada vez mais distante pois à medida que se descobrem mais fenómenos há mais coisas para explicar e novas peças para “encaixar” no “puzzle” do sistema climático. A menos que se redefina o conceito, é absurdo pensar que uma sucessão de tipos, restritos, de estados do tempo se vai repetir para sempre, dentro dos mesmos limites de variação, mais ou menos adquiridos e relativamente pouco variáveis. Se não ocorrer um dos tais paroxismos fracturantes é arriscado ou mesmo quase absurdo falar-se em alterações ou mudanças climáticas e muito menos pensar em fazer previsões, a menos que se tenha uma “âncora temporal” – período de referência - e se considere o período posterior a essa “âncora” para se caracterizar o clima. De facto, mesmo considerando só o período Holocénico nem sequer sabemos se o clima actual não é produto de uma perturbação ocorrida anteriormente que, por inércia, ainda se esteja a manifestar ou que só agora se perceba a sua influência...em que estado de equilíbrio estamos actualmente considerando por exemplo a “âncora” do final do último período glaciário, cujo o fim se considera ter iniciado há cerca de 18000 anos, mas cujos efeitos desse final ainda hoje se fazem sentir neste período inter glaciário, como por exemplo o empolamento isostático das terras do norte outrora sob a pressão de grandes calotes glaciárias ou a subida eustática das águas do mar provocada pelo degelo correlativo ainda desse período. Mesmo neste intervalo, são conhecidas múltiplas perturbações que fizeram variar o clima e inverter a sua tendência de aquecimento, o que significa que há e houve tendências discordantes. Uns factores empurram o equilíbrio numa direcção, outros para outra, actuam com maior ou menor

¹ Equilíbrio (em sistemas naturais) - Estado que descreve a condição média de um sistema num determinado período (Pidwirny). reflectindo a relação entre a forma presente e os processos (Meyer)

intensidade durante mais ou menos tempo e a monitorização da resultante destes factores, que afinal resulta no clima que temos e sentimos, torna-se caótica e talvez impossível de explicar para o nível de conhecimentos e meios de estudo que actualmente existem, apesar da Glaciologia ter vindo dar um enorme contributo para identificar as variações climáticas significativas. Mesmo a previsão de estados de tempo para uma semana é altamente falível. Uma previsão de tempo a mais de três, quatro dias, sobretudo em situações de tempo perturbado, é falível ou, pelo menos, não passa de uma previsão que pode não se concretizar. Por isso questiona-se se não será demasiada presunção acreditar e formalizar no senso comum as previsões do clima futuro feitas pelo IPCC... No entanto esta perspectiva pode ser perniciosa, pois já foi demonstrado que há processos que uma vez desencadeados tornam inevitável a irreversibilidade da mudança climática. Um deles pode ser aquele que foi referido na introdução e que se referia à alteração das correntes termo-halinas, outro é a interrupção brusca das correntes de superfície, nomeadamente as do Golfo e de Kuroshio.

O recurso à estatística, por mais complexa que seja, ou mesmo à mecânica quântica, requer dados de base fiáveis, na recolha e na quantidade, capazes de cobrir períodos tão longos quanto possível, para se poderem obter resultados minimamente aceitáveis. Muito menos os que existem, permitem fazer cenários futuristas seja de que dimensão temporal for, apesar da recolha e dos meios de observação do clima terem crescido exponencialmente em quantidade e qualidade. O conhecimento científico e tecnológico evoluiu muito nos últimos anos, mas essa evolução é apenas o início e não se pode pretender dominar já todo o conhecimento e possuir todos os dados sobre uma tão grande complexidade que é o clima. Quanto mais se escava, maior é a consciencialização daquilo que se desconhece. Provavelmente nos tempos mais próximos é o próprio conceito de Clima que vai ter de ser repensado.

Conceito de Clima

O sistema climático é um sub sistema do sistema ambiental e, colocando por agora de parte toda essa envolvência, não há dúvidas que o clima sentido é o produto da relação de **variáveis troposféricas** – nomeadamente **pressão, temperatura e humidade** – que, assumido determinados valores combinados, determinam as características das massas de ar que por sua vez condicionam a ocorrência de fenómenos meteorológicos como a precipitação, o vento, a evaporação, evapo-transpiração, nebulosidade e outros meteoros. Por sua vez também são condicionados por factores astronómicos e pelas interacções termodinâmicas com o oceano e com os continentes. Os **elementos do clima**, determinam as condições que sentimos num determinado espaço e num dado momento ou período, condições essas que variam regularmente dentro de um intervalo com certos valores máximos e mínimos e que são condicionados ou decorrem de determinados factores, designados por **factores do clima**, que são fenómenos ou condições ambientais que determinam as características dos elementos. Os elementos mais importantes são a temperatura e a humidade do ar que em grande medida determinam o conforto humano e as condições ambientais do espaço geográfico. Mas também as nuvens, a insolação, o vento e meteoros atmosféricos,

particularmente a precipitação, se revestem de grande importância. A reacção do ser humano às diferentes combinações podem desencadear sensações, nomeadamente as de desconforto, inculcando uma certa percepção de alteração do clima (no sentido de se estar perante uma situação diferente do habitual).

Estes elementos são por sua vez influenciados por... e aqui se pode desenrolar uma lista de factores que provavelmente não poderá esgotar-se e perde-se nos limites nebulosos do conhecimento considerando o sistema ambiental e, inclusivamente, o terrestre. Mas alguns são por demais conhecidos e são esses que habitualmente, não ocorrendo nada de anormal, gerem diária e sazonalmente os elementos do clima e determinam de certa maneira o modo como o clima é definido, considerando a tal sucessão “habitual” de estados de tempo.

O Sol é sem dúvida, o motor principal que fornece energia ao sistema. A sua posição relativamente à Terra determina a distribuição das zonas climáticas e as variações sazonais que derivam em primeiro lugar da inclinação dos raios solares. Em primeira análise a própria palavra “CLIMA” derivará do grego antigo “KLIMA” que significa inclinação. Na Terra, a distribuição desigual dos continentes e oceanos, unidades de diferentes características termodinâmicas, também determina as desigualdades climáticas que, associadas ao movimento da terra, fazem circular as massas de ar por todo o planeta através dos sistemas de pressão entre as altas e as baixas pressões ligadas a células dinâmicas mas mais ou menos fixadas, num espaço tridimensional onde a importância do relevo nos continentes e as interacções com o oceano também são determinantes.

De acordo com Rafferty (ed., 2011, pp.107-108) podem distinguir-se dois tipos de classificação climáticas: genéticas e empíricas, em que as primeiras se baseiam nas causas (baseadas em determinantes geográficas, no balanço energético de superfície ou na análise das características das massas de ar) e as segundas que se focam em agrupar tipos de clima de acordo com um ou mais aspectos do sistema climático, como por exemplo os grandes tipos de coberto vegetal e tipos de vegetação ou mesmo tipos de solos, que se adaptam e reflectem determinadas características do clima.

Mas afinal o que é o clima?

Foi de propósito que esta reflexão ou noção foi deixada para o final, pois confiando que o leitor tem uma noção básica do significado de clima, foi necessário proceder ao enquadramento feito para se entender a reflexão seguinte. Sendo difícil e por vezes impossível estabelecer limites temporais no clima, com toda a carga de subjectividade, como antónimo de objectividade:

Clima é o ambiente troposférico resultante da acção e interacção do conjunto heterogéneo de características físicas dos elementos atmosféricos que o definem num determinado período e numa determinada Zona, região ou local.

Embora os processos que o determinam se desenrolem em toda a troposfera, é na chamada “camada limite da atmosfera” ou a faixa de contacto entre o solo e a atmosfera ou baixa troposfera, que o clima é “sentido”.

Pode dizer-se que a unidade temporal mínima de aferição do clima é o ano, que corresponde a um ciclo de translação terrestre e que as características do clima se medem pelos diferentes comportamentos e valores que os seus elementos assumem individualmente e em conjunto. E esses são valores máximos, mínimos, médios, variação e o modo como se comportam ao longo de cada ano e entre vários anos. Isto traduz-se de forma mais simples referindo clima como uma sucessão habitual de estados do tempo ao longo de um ano e entre anos consecutivos num determinado local, em que o adjectivo “habitual” inclui estados do tempo mais frequentes conforme a época do ano, situações menos frequentes que são desvios, mas que ocorrem dentro de certos limites conhecidos. Refira-se que o “habitualmente” se costuma limitar à memória (geralmente curta) do comum dos mortais... onde muitas vezes estes fenómenos mais raros, ou menos frequentes são tidos como reflexos de alterações, que geralmente o não são, mas também (dependendo dos fenómenos e do modo como recorrem) não há a garantia de que não sejam indícios de oscilações ou mesmo mudanças/alterações, sobretudo se a sua recorrência passar a ser frequente.

A determinação do tipo de clima é ainda condicionada por este tipo de situações. Os tipos de clima e as classificações climáticas baseiam-se num período de observações limitado, geralmente até menor que o tempo de vida de um ser humano. Mas quando a aparece um fenómeno isolado no tempo ou uma sequência de anos que se desvia daquilo que é, empiricamente, considerado habitual e que faz modificar os limites quantitativos dos valores extremos dos elementos, surge um dilema: reajustam-se as condições que determinam o tipo de clima habitual (passando a incluir na classificação do clima a probabilidade de ocorrência de tal fenómeno), ou diz-se que há uma alteração. Ambas as situações podem estar correctas ou não. Mas, como se disse no início, o ponto de partida pode ser enganador e haver uma situação de referência que pode estar desenquadrada do clima centenário ou milenar, uma vez que é referida com base no ponto de partida dos registos ou numa âncora temporal qualquer. Isto será tanto mais problemático se a suposta anomalia passar a repetir-se com frequência. Em muitos casos os fenómenos podem ser explicados e devidamente encaixados nas características habituais. Por exemplo o aumento da frequência e intensidade dos furacões e a sua relação com um eventual aquecimento global crescente ou momentâneo. É certo que o aumento da temperatura da água do mar e do ar aumenta a instabilidade atmosférica e é perfeitamente natural que, se isso acontece, seja de esperar que haja mais furacões e mais intensos. Resta saber se o fenómeno é passageiro ou temporário, raciocinando a longo prazo. Mas depois as previsões são feitas com base no passado recente que pode ser uma referência inválida. Mas sabe-se que, considerando o fim do último período glaciário, a temperatura vem aumentando tendencialmente, com oscilações de maior ou menor período, mas com tendência clara de aumento.

Por decreto da OMM, o clima define-se por um período de 30 anos, mas esta determinação por decreto não é de todo compatível com a realidade, bastante mais complexa. Nalguns casos, como no dos climas tropicais e equatoriais será aceitável, mas noutros, sobretudo nos de transição, como os temperados, não.

Outra coisa são as causas. Já se deu a entender que as causas naturais das variações climáticas podem ser muitas e nem sempre podem ser determinadas. Algumas dessas causas estão identificadas: por exemplo a variabilidade da actividade solar, a actividade vulcânica, tectónica, a variabilidade da órbita da

terra, a variação da quantidade de gases de efeito de estufa na atmosfera, os mecanismos de resposta a longo prazo do sistema terrestre...mas o que está ultimamente em causa é a acção do Homem no clima. É certo que as emissões de CO₂ e a poluição, em teoria, fazem aumentar a temperatura global, mas não se conhecem com clareza os mecanismos reactivos do sistema climático e o facto é que grande parte do excesso de CO₂¹.emitido poder ser absorvido pelo sistema ambiental. Por outro lado, verdadeiramente preocupante é o problema da diminuição do coberto vegetal, que tem influência imediata na diminuição da humidade do ar e na evapotranspiração nos locais onde ocorre, que se pode reflectir no clima regional, zonal e global a médio-longo prazo, para além da diminuição provável do O₂ em benefício do CO₂.

Utilizando uma metáfora, tal como cada ser vivo tem mecanismos de funcionamento, reagindo a cada instante e a cada situação e o Homem é ainda capaz de, por meios próprios, contrariar qualquer antagonismo que se lhe depare (curar uma doença ou adaptar-se a ela), também se deve colocar a pergunta pertinente do sistema climático ter mecanismos de reacção, no sentido de resistir às tais perturbações e de as vencer, ou tal como há doenças que não se podem vencer, adaptar-se às novas circunstâncias ou, ainda, em último caso, comparativamente a uma doença fatal, entrar em rotura. Não morre como um ser humano, mas pode mudar radicalmente, podendo na pior das hipóteses levar à alteração da composição físico-química da própria atmosfera, conforme está provado que já sucedeu ao longo da vida do nosso planeta.

Finalmente, o que fazer?

Na perspectiva do cientista sério e honesto, é necessário continuar em busca de conhecimento sobre o funcionamento do sistema climático, o comportamento e a relação dos seus elementos e os seus factores e suas influências relativas na perspectiva de sistema fechado (não isolado). Não se deve cair na tentação do dramatismo usando-o como arma de arremesso para obter dividendos políticos ainda que bem intencionados e direccionados para a melhoria do ambiente ou para travar a sua degradação. Só assim, é possível a existência de credibilidade junto dos decisores sérios. A consciencialização do ser humano comum passa por transmitir o conhecimento de forma honesta e imparcial, pois só assim se poderá conquistar a credibilidade. Ao contrário, os políticos não têm sido credíveis e como vêm, também vão rapidamente, sendo difícil de impor padrões de vida e comportamentos compatíveis com a qualidade ambiental e com os recursos disponíveis, coisa que, depois de se encontrar uma política correcta, ainda levará certamente o tempo de algumas gerações. O engenho do ser humano já descobriu modos e meios de vida alternativos, que se tivessem sido implementados já teriam permitido começar o caminho para um melhor ambiente sem que isso cause transtorno ao modo de vida habitual, antes pelo contrário. Mas os políticos decisores com pouca imaginação e agarrados a vícios de governação e a economias globais enraizadas e focadas em recursos energéticos inimigos do ambiente, usando a incerteza e a desonestidade de alguns sectores ligados à Ciência, vão retardando a aplicação dos verdadeiros meios de salvação do ambiente e, conseqüentemente, do clima.

¹ Considere-se como excesso, aquele que é produzido artificialmente

Na medida em que a percepção daquilo que é considerado como alterações climáticas, o que o deve ser de facto (que ainda não é perfeitamente inteligível) e aquilo que a Ciência deve considerar como sendo, ainda há de facto uma relação de equívoco, que pode ser comprometedora para o futuro da Terra e da Humanidade. A inter-relação entre o senso comum e a sua percepção do clima e daquilo que lhe é incutido pelos media, os políticos cada vez mais determinados pelo sufrágio universal suportado numa população cada vez menos culta e mais sugestionável, e a Ciência, muitas vezes sustentada pelo poder político (a quem não pode desagradar porque na maior parte das vezes dele depende) mas que deve reunir e escalpelizar os factos, vai determinar o sentido para onde se vai caminhar nesta matéria. Esse sentido só pode ser um: procurar a realidade dos factos, compreendê-los e em função disso actuar, com humildade e honestidade. Mas será este o caminho que se está a seguir?

REFERÊNCIAS

Conceitos de clima consultados na Internet:

<http://amsglossary.allenpress.com/glossary/browse>
<http://cdiac.esd.ornl.gov/pns/glossary.html>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Climate>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Climate#Definition>
<http://fr.answers.com/topic/climat-2>
<http://ftad.osu.edu/CSP/glossary.html>
<http://geography.about.com/od/geographyglossary/g/ggclimate.htm>
<http://ggweather.com/glossary.htm>
<http://mrskingsbioweb.com/Eglossary.html>
<http://podaac.jpl.nasa.gov/glossary/>
<http://weather.ncbuy.com/glossary.html>
<http://web.meteo.pt/pt/clima/clima.jsp>
<http://www.advancedforecasting.com/weathereducation/weatherglossary.html#C>
<http://www.apsu.edu/wet/whatis.html>
<http://www.arrakis.es/~alfema/vgaplanets/glosario.htm>
<http://www.bbc.co.uk/weather/weatherwise/glossary/c.shtml>
<http://www.bom.gov.au/climate/glossary/climate.shtml>
<http://www.carlwozniak.com/clouds/glossary.html>
http://www.classzone.com/books/earth_science/terc/content/investigations/es2101/es2101page01.cfm
<http://www.climat.be/fr/climat.htm>
<http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2001/resources/glossary.html>
<http://www.drought.unl.edu/kids/glossary.htm>
<http://www.gozowweather.com/glossary.shtml>
<http://www.guampedia.com/>
<http://www.hyperdictionary.com/search.aspx?define=Climate>
<http://www.interiorgardens.com/glossary/glossary.html>
<http://www.ispe.arizona.edu/climas/forecasts/glossary.html>
<http://www.ket.org/trips/weather/glossary.htm>
<http://www.med.uwo.ca/ecosystemhealth/education/glossary.htm>
http://www.meteofrance.com/FR/glossaire/designation/802_curieux_view.jsp
<http://www.metlink.org/weather-climate-resources-teachers/key-stages-weather-climate/key-stage-4-weather/ks4-uk-climate.html#1.1>
<http://www.msnuceus.org/membership/html/jh/earth/dictionary/water/definitions.htm>
<http://www.oznet.k-state.edu/wdl/climate/kids/climate1.asp>
<http://www.pfeg.noaa.gov/research/climatemarine/cmfcclimate/cmfcc.html>
<http://www.physicalgeography.net/physgeoglos/c.html>
<http://www.planetpals.com/ecodictionary.html>
http://www.pnl.gov/atmos_sciences/Cdw/Glossary.html
<http://www.rcn27.dial.pipex.com/cloudsrus/glossary.html>

<http://www.schenectady.k12.ny.us/putman/techlit/Elementary/Howe%20School%20-%20Geography/project/climate/climate1.htm>
<http://www.tsgc.utexas.edu/stars/metgloss.html>
http://www.vertigo.uqam.ca/vol1n2/art3vol1n2/philippe_gachon.html
<http://www.wifak.uni-wuerzburg.de/fact98/notes.html>
<http://www.wrcc.dri.edu/ams/glossary.html>

Referências Bibliográficas do texto:

BRUM-FERREIRA, A., 2002, **A Variabilidade climática e a dinâmica geomorfológica**, Revista da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Vol.1, pp.7-16

DEMANGEAU, J., 1998, **Os Meios "Naturais" do Globo**, Gulbenkian, 477p.

MÖRNER, N-A. 2005, **Facts and Fiction About Sea-Level Change**, The House of Lords Economic Affairs Committee, 2p.

PHILLIPS, J., 1999, **Earth Surface Systems: Complexity, Order and Scale**, Blackwell, 320p.

RAFFERTY, J. (ed.), 2011, **Climate and Climate Change (The Living Earth)**, Britannica, 367p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (W.M.O.), 1989, **Calculation of Monthly and Annual 30 Years Standard**, 11p.