

AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O SOLO PERMANENTEMENTE GELADO¹

Gonçalo Vieira, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa (gtelesvieira@gmail.com)

As regiões polares e, em especial o Ártico, são as áreas do planeta onde se têm sentido as consequências mais visíveis do aquecimento global. Além disso, as projecções climáticas estimam que seja também nessas regiões que nas próximas décadas se darão os aumentos de temperatura mais significativos. O facto de nas altas latitudes se encontrar um elevado volume de gelo, peça central no ciclo hidrológico e no sistema climático global, e de este se encontrar em muitas áreas próximo do ponto de fusão, torna ainda mais significativa a importância destas latitudes para o clima da Terra. Lembremo-nos que a neve e o gelo são fundamentais ao nível do albedo terrestre, pois contribuem para a reflexão de uma significativa quantidade de radiação solar, regulando o sistema climático. A fusão destas massas de gelo, além de causar uma diminuição do albedo, afecta ainda o escoamento fluvial, as correntes oceânicas, modifica a salinidade e a temperatura das águas oceânicas, e consequentemente os padrões de distribuição do calor no planeta.

Notícias acerca do retrocesso dos glaciares de montanha, da diminuição da extensão da banquisa (mar gelado) do Ártico, do colapso catastrófico das plataformas de gelo da Península Antártica, da tendência negativa no balanço de massa do *inlandsis* da Gronelândia, são recorrentes nos media, e têm sido motivo de preocupação para cientistas, políticos e para a opinião pública. Contudo, embora esta tendência esteja presente na maior parte do globo, existem ainda muitas interrogações no que respeita ao conhecimento científico da dinâmica da criosfera, e em especial, no que concerne às interacções com a hidrosfera (especialmente com os oceanos) e com a atmosfera. A modelização integra portanto uma elevada incerteza, sendo fundamental investir na investigação científica para o seu desenvolvimento, mas também na monitorização de campo e por detecção remota, peças fundamentais para a validação e calibragem dos modelos climáticos.

Se o caso da fracção da criosfera de origem glaciária é referida frequentemente nos media, o mesmo não se passa com o solo permanentemente gelado, ou permafrost. O permafrost são os terrenos que se encontram a temperaturas inferiores a 0°C por períodos superiores a 2 anos, incluindo o solo, o substrato rochoso, a matéria orgânica e os líquidos e gases intersticiais. É portanto um fenómeno essencialmente subterrâneo, e que como tal, dificilmente se pode observar. Talvez este tenha sido um dos motivos pelos quais o permafrost tenha sido negligenciado pela investigação das nações extrapolares até muito recentemente. Este carácter escondido do permafrost, torna-o também menos apelativo ao nível dos media, e a comunicação social só se começou a aperceber da sua importância para o sistema climático nos últimos anos.

O *permafrost* está presente em cerca de 25% da área dos continentes do hemisfério norte, dominando nas altas latitudes circum-árticas, como a Sibéria, o Ártico Canadiano e o Alasca. Na Antártida, o permafrost está presente nas áreas livres de gelo que correspondem a cerca de 2% do continente, e em vastas áreas sob o *inlandsis*. Mas há também extensas áreas de *permafrost* na Mongólia e no Planalto do Tibete, bem como nas altas montanhas, mesmo das latitudes médias e

¹ Adaptado do artigo publicado na revista *e-ciência* em 14 de Dezembro de 2006.

das regiões tropicais! Aliás, há trabalhos em curso nos Andes do Perú e da Bolívia para fazer um levantamento das características do permafrost no topo de vulcões activos, vários dos quais se encontram na proximidade de grandes cidades. Neste caso, um dos principais problemas é a ocorrência de actividade vulcânica que pode levar à fusão do *permafrost* e à formação de escoadas de detritos (*lahars*), potencialmente causadoras de enorme destruição.

A vasta extensão do *permafrost* em especial no hemisfério norte e a sua sensibilidade climática, fazem com que este seja uma fracção da criosfera de extrema importância, e que tenha sido considerado recentemente pelo *World Climate Research Programme* como um dos objectivos principais para as investigações científicas a nível global. Isto, porque o *permafrost* do Ártico contém em vastas áreas grandes quantidades de matéria orgânica congelada, a qual, com o aumento das temperaturas do ar e com a consequente degradação do *permafrost*, se está a decompor rapidamente, contribuindo para um elevado fluxo de metano e de dióxido de carbono da criosfera para a atmosfera. Estes dois gases de efeito de estufa são de grande importância para o sistema climático, pelo que estamos perante um efeito sério de retroacção positiva, e que afecta extensas regiões polares.

Uma outra situação preocupante relaciona-se com o facto de muitas cidades de grande dimensão da Rússia e do Alasca se encontrarem construídas sobre *permafrost*. Com o aumento das temperaturas do ar, os terrenos que estavam congelados, e por isso, consolidados, estão a tornar-se instáveis e a começar a ceder, danificando muitas infraestruturas. Há casos de prédios que ruíram, estradas danificadas e há ainda o problema dos oleodutos e gasodutos, desenhados para se manterem estáveis sobre o *permafrost*, mas que começam a estar expostos a danos estruturais importantes.

Nos países montanhosos das latitudes médias, como a Suíça e a Áustria, o *permafrost* encontra-se nas áreas de alta montanha e é essencialmente composto por rocha congelada. O aumento das temperaturas do ar está já a reflectir-se nessas regiões, numa subida do limite inferior do *permafrost*, que tem importantes consequências ao nível da estabilidade das vertentes e do risco geomorfológico. Os principais problemas relacionam-se com a fusão do gelo que ocupava as fendas (diaclasses) nos maciços rochosos, os quais vão assim perder coesão. O elevado número de desabamentos ocorridos nos Alpes Suíços no Verão anormalmente quente de 2003, foi aliás associado pelos investigadores daquele país, como sendo consequência da degradação do *permafrost*. Este mecanismo está a ter consequências económicas significativas, não só ao nível da amplificação do risco geomorfológico nas localidades situadas nos vales, a jusante das áreas-fonte de materiais, mas também nas próprias vertentes, onde frequentemente estão instaladas infraestruturas pesadas, como teleféricos e restaurantes ligados à actividade turística.

A maior densidade populacional no hemisfério norte e as várias actividades económicas ligadas à indústria mineira e à extracção de combustíveis fósseis, fazem com que o *permafrost* tenha sido um tema de pesquisa e de forte investimento científico e tecnológico na Rússia, Canadá, Estados Unidos da América e China. Conhece-se, por isso, relativamente bem a distribuição espacial e características térmicas e físicas do *permafrost* do Ártico. Os estudos centram-se quase sempre em perfurações, que podem atingir várias centenas de metros de profundidade, sendo que há locais da Sibéria em que o *permafrost* tem mais de 1300m de espessura. Nas perfurações são instaladas cadeias termométricas que permitem registar a evolução das temperaturas do solo, e efectuar a sua comparação com variações no clima, na ocupação do solo ou na hidrologia. O problema do aquecimento do *permafrost* está, por isso, relativamente bem documentado no Ártico, com a maior parte das perfurações a revelarem um aumento acentuado das temperaturas do solo nas últimas décadas.

Infelizmente, com os problemas económicos sentidos na Rússia a partir de finais da década de 80, a monitorização de muitas perfurações foi abandonada. Porém, com o Ano Polar Internacional, que

tem início em Março de 2007, a *International Permafrost Association* lançou um vasto programa mundial, designado *Permafrost Observatory Project: A Contribution to the Thermal State of Permafrost (TSP)*, que pretende instalar novas perfurações em todo o globo e reactivar perfurações russas abandonadas. Espera-se com este programa obter um levantamento do estado do *permafrost* no Ártico em cerca de 600 perfurações, número muito elevado, em particular se comparado com as meras 21 perfurações existentes na Antárctida, sendo que destas, só 4 têm mais de 20m.

A equipa do Centro de Estudos Geográficos, organizada em torno do Grupo de Investigação sobre Permafrost e Clima da Antárctida (GIPCA), tem trabalhado no estudo do *permafrost* da Antárctida Marítima desde 1999. Os objectivos gerais são compreender a história, distribuição espacial e as características físicas e térmicas do *permafrost* nas Ilhas Deception e Livingston (Shetland do Sul), de modo a avaliar o efeito das variações climáticas no *permafrost* da região, e a desenvolver modelos que permitam estimar a distribuição do *permafrost* noutras áreas da Antárctida Marítima. Os trabalhos têm sido feitos em colaboração com o Departamento de Física da Universidade de Alcalá de Henares, tendo sido sempre enquadrados no Programa Antártico Espanhol. Recentemente, os objectivos do GIPCA passam por um alargamento das colaborações nacionais e internacionais. A nível nacional, estas fazem-se com o Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa e com o Centro de Geofísica da Universidade de Évora. A nível internacional, além da colaboração já mencionada, o GIPCA coopera com as universidades Autónoma de Madrid e de Valladolid, em Espanha, Universidade de Zurique, na Suíça, Universidade de Karlsruhe, na Alemanha e com o Programa Antártico Búlgaro. O GIPCA encontra-se integrado em dois projectos nucleares do Ano Polar Internacional, o acima referido *TSP* e o *ANTPAS – Antarctic and Sub-Antarctic Permafrost, Soils and Periglacial Environments*, projecto do qual fazemos parte do Comité de Coordenação.

O Ano Polar Internacional 2007-08 surge assim, como a plataforma ideal para Portugal aproveitar as sinergias criadas em torno da ciência polar, e o nosso grupo está apostado em aprofundar os estudos em desenvolvimento, e em particular em através das colaborações com Espanha, investir na instalação de duas novas perfurações de 25 m nas Ilhas Shetland do Sul, que possibilitariam ampliar a rede existente na Antárctida, de 4 para 6 perfurações profundas. Trata-se de um objectivo que se for atingido (o financiamento ainda não está atribuído), permitirá que Portugal entre com um peso significativo nos projectos de investigação sobre o *permafrost* da Antárctida.

Cabe ainda referir que o GIPCA colabora activamente no Comité Português para o Ano Polar Internacional, tanto nas iniciativas científicas, como no programa de educação LATITUDE60! Este programa envolve estudantes e professores de todo o país, desde o ensino pré-escolar ao universitário e visa usar o Ano Polar Internacional como janela de oportunidade para aproximar a ciência da sociedade, sempre com ênfase na importância das regiões polares, mas fazendo a ponte para os problemas ambientais nacionais. A transversalidade e interdisciplinaridade são centrais no LATITUDE60! e servem para dinamizar e desenvolver as capacidades científicas, artísticas, culturais e desportivas dos jovens portugueses.

<http://gipca.geographus.com> – Grupo de Investigação em Permafrost e Clima da Antárctida

<http://www.ipy.org> – International Polar Year

<http://anopolar.no.sapo.pt> – Comité Português para o Ano Polar Internacional

<http://anopolar.no.sapo.pt/latitude60/index.html> - LATITUDE60! Educação para o Planeta no Ano Polar Internacional