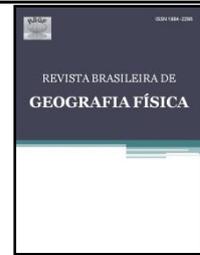




ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



A Importância da Ação do Frio do Quaternário Final em Portugal e suas Implicações nas Morfodinâmicas de Vertente

António de Sousa Pedrosa¹

¹FLUP, CEGOT, Bolsista CAPES. E-mail: aspedros@gmail.com

Artigo recebido em 18/11/2011 e aceito em 26/02/2012

RESUMO

De entre os fatores que tiveram maior influência na evolução do relevo de Portugal no decurso final do Quaternário é incontestável que o frio e os processos que lhe estão associados tiveram um papel muito importante na modelação das formas de relevo. Neste trabalho procuraremos fazer uma síntese dos principais aspectos da evolução das vertentes relacionados com o frio, inferir através dos vestígios que chegaram até ao nossos dias quais as condições morfo-climáticas em que ocorreram e quais os processos que lhes estavam encontravam associados. Realçamos assim o papel da ação dos glaciares nas áreas onde ocorreram assim como a importância dos processos periglaciares na evolução das vertentes. O período tardiglacial também se mostrou marcante na dinâmica de vertentes tendo mobilizado e remobilizado muito material nas vertentes através de solifluxões generalizadas levando muitas delas à sua regularização. O período conhecido como a pequena idade do gelo também deixou as suas marcas na dinâmica das vertentes às quais se associam as escombrelas de gravidade. Por fim enfatizamos um pouco o papel do frio na atual morfodinâmica de vertentes no Norte de Centro de Portugal.

Palavras-chave: Norte de Portugal; Montanhas, depósitos glaciares, depósitos periglaciares, dinâmica de vertentes.

The Importance of the Action of the Cold of Late Quaternary in Portugal and its Implications in Slope Morphodynamics.

ABSTRACT

Among the factors that most influenced the evolution of the relief of Portugal during the late Quaternary is incontestable that the cold and the processes associated with it had a very important role in modeling the forms of relief. In this paper, we will try to summarize the importance that the cold had on the evolution of slopes, inferred through the vestiges that have come down to our day, which morpho-climatic conditions in which they occur, and also what processes if they were associated with. Thus enhancing the role of action in areas where glaciers have occurred and the importance of periglacial processes in the evolution of the slopes. In tardiglacial the dynamics of slopes was very active and mobilized a lot of material through the process of solifluction regularized many of them. The period known as the Little Ice Age has also left its mark on the dynamic slopes which relate to tailings heaps of gravity. Finally we emphasize the role of cold in the current slopes of morphodynamics in north and central Portugal.

Keywords: North of Portugal; mountains, glacial deposits, periglacial deposits, morphodynamics of slopes.

1. Introdução

Se atentarmos um pouco em estudos recentes acerca dos factores que tiveram maior influência na evolução do relevo no decurso do Quaternário é incontestável que o

frio e os processos que lhe estão associados tiveram um papel muito importante na modelação das formas de relevo (S. Daveau, 1973, 1978; F. Rebelo, 1975, 1986; F. Rebelo, A. Pedrosa., 1993; A. R., Cordeiro 1990, 2004; A. Pedrosa, 1989^a, 1989^b; 1993, 1994^c;

* E-mail para correspondência: aspedros@gmail.com (Pedrosa, A. S.).

A. Pedrosa *et al.*, 2007). De facto, os processos operantes durante a última grande glaciação foram intensos e permitiram o desenvolvimento de formações superficiais que ainda hoje regularizam muitas das vertentes no Norte do País (A Pedrosa, 1993, 1994^a, 2001; A Pedrosa *et al.*, 2001; A Pedrosa, B Martins, 2001).

Em Portugal, é indubitável que no final do Quaternário, nomeadamente na fase terminal da glaciação würmiana, ocorreram processos morfogenéticos relacionados com o frio cujos vestígios perduraram até aos nossos tempos. Neste trabalho procuraremos fazer uma síntese dos principais aspectos da evolução das vertentes relacionados com o frio, inferir através dos vestígios que nos deixaram quais as condições morfoclimáticas

em que ocorreram e os processos que lhes estavam associados. Por fim enfatizamos um pouco o papel do frio na atual morfodinâmica de vertentes no Norte de Centro de Portugal.

Este trabalho é uma revisão dos conhecimentos sobre os fenómenos glaciares e periglaciares e da acção do frio no final do Quaternário, no Norte e Centro de Portugal, tendo como base uma revisão crítica da principal bibliografia existentes sobre este assunto (Figura 1). O objectivo é demonstrar que a acção do frio é fundamental para explicar a evolução as vertentes na fase final do Quaternário em Portugal e, ainda, que o conhecimento da sua acção e dos vestígios que deixaram, são fundamentais para explicar muitas das morfodinâmicas actuais predominantes nas vertentes.

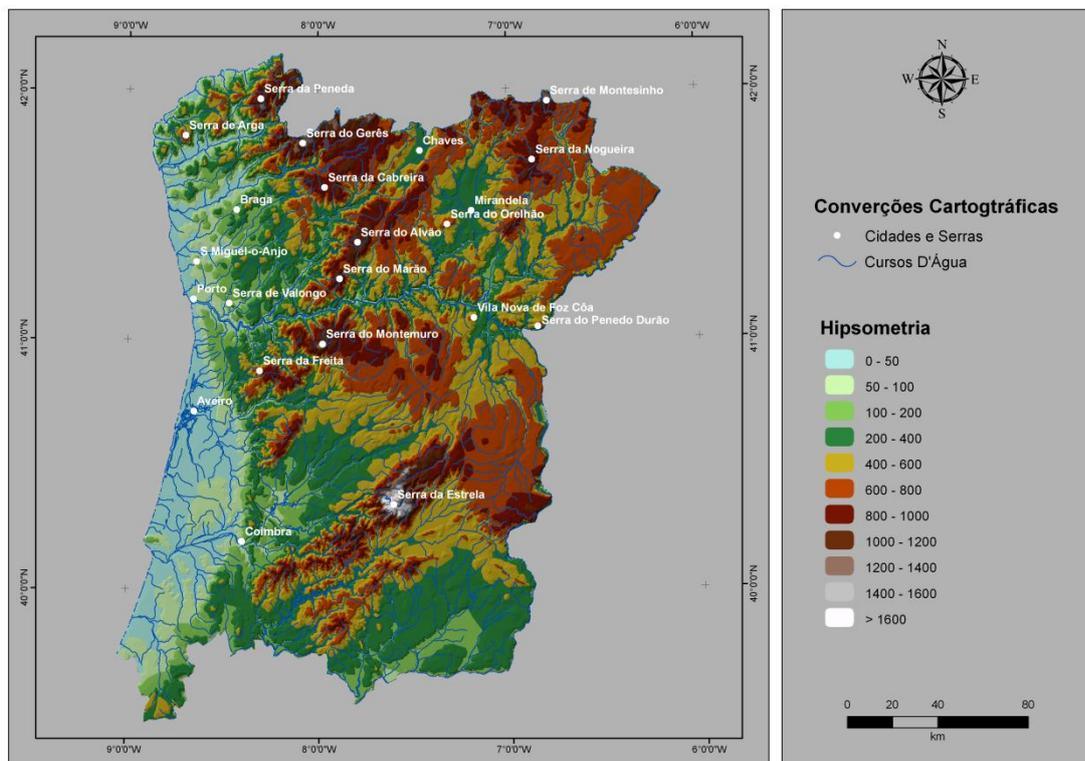


Figura 1. Localização das principais povoações e serras do Norte e Centro de Portugal referidas no texto

2. A importância do frio na evolução das vertentes no Norte de Portugal

2.1 O glaciário no norte e centro de Portugal

De fato nas mais altas montanhas portuguesas forma encontradas marcas inequívocas da ação do gelo, nomeadamente formas relacionadas com a existência de glaciares.

Assim na Serra da Estrela E. Fleury (1914) descreveu de uma forma muito genérica algumas formas relacionadas com a ação dos glaciares, mas foi H. Lautensach (1929) e mais tarde S. Daveau (1971) que demonstraram claramente a existência desses vestígios como por exemplo vales com características moldadas pelos glaciares, circos glaciários, moreias, entre outros. Mais recentemente vários trabalhos têm sido publicados dando a conhecer de uma forma mais clara a importância da ação glaciária nesta serra (S. Daveau, A. B. Ferreira, N. Ferreira, G. T. Vieira, 1997; G. T. Vieira (ed), 1998; G. T. Vieira, A. B. Ferreira, 1998; N. Ferreira, G. T. Vieira, 1999; G. T. Vieira, 2004; E. Martins, P. Silveira, 2008).

As formas de erosão glaciária atualmente observáveis neste maciço só são evidentes em altitudes superiores a 1300 metros, e segundo E. Martins, P. Silveira, (2008) incluem: os *circos glaciários* (Foto 1), dos quais se destacam, pelas suas maiores dimensões, o Covão Cimeiro e o Covão do Ferro que constituem, respectivamente, as cabeceiras dos vales do Zêzere e do Alforfa;

os *vales glaciários*, de perfil transversal em U, muitas vezes marcados por uma irregularidade dos seus perfis longitudinal e transversal, devido a uma sucessão de *ombilics* (covões) e *verrous* (ferrolhos) dispostos em degraus, em particular nos troços mais a montante, como se verifica nos altos vales de Loriga e do Zêzere; os *vales suspensos*, sendo o vale da Candeeira, na margem esquerda do Zêzere, um dos melhores exemplares; numerosas lagoas, que podem ocupar circos glaciários e/ou apresentar-se dispostas sucessivamente ao longo de uma mesma linha de água, sendo por isso designadas por “*lagoas em rosário*”, constituindo um bom exemplo a sucessão de lagoas no vale de Loriga.



Foto 1. Circo glaciário na serra da Estrela. Observa-se, também parte do vale glaciário do Zêzere.

Podem, ainda, encontrar-se na área que sofreu a glaciação exemplos de *rochas aborregadas*, *ferrolhos* e menos frequentemente *dorsos de baleia*. As microformas encontram-se como marcas de

fricção, *estrias* e *caneluras*, frequentes nas superfícies rochosas polidas (E. Martins, P. Silveira, 2008).

As formas de acumulação glaciária mais fáceis de identificar na Serra da Estrela, geralmente bem conservadas, são as *moreias*, (Foto 2) quer sejam frontais, laterais ou mesmo centrais. Os *blocos erráticos* de dimensões variáveis, dispersos sobre superfícies rochosas de natureza litológica diferente, são igualmente formas vulgares de acumulação glaciária (E. Martins, P. Silveira, 2008).



Foto 2. Moreia na ribeira de Unhais (serra da Estrela).

Um outro tipo de depósito glaciár encontrado na Serra da Estrela são os complexos próglaciares de origem glaciofluvial, já assinalados por S. Daveau (1971). Estes complexos evidenciam “*a coarse deposit of rounded cobbles and boulders with a coarse sandy matrix, with imbrication fabric and a typical glacio-fluvial structure. The complex appears in several sites, in erosive terraces about 2 meters*

higher than the present valley floor. The deposit must have been continuous forming a valley train from the Santo André area (Manteigas) at least down to the Leandres valley. In the latter site a periglacial scree covers the glaciofluvial terrace. This and other recent observations may give us some information on the relationships between glacial and periglacial evolution”. (G.T. Vieira, A.B. Ferreira, 1998).

Mas, mesmo em montanhas de altitude inferior têm surgido provas de intensa glaciação. O estudo da glaciação plistocénica no noroeste de Portugal tem interessado a comunidade científica desde os finais do século XIX, muito embora só os estudos mais recentes vieram estabelecer um consenso quanto à evidência desses vestígios nas Serras da Peneda e do Gerês, tendo-se estabelecido como limite das neves perpétuas acando da última glaciação das montanhas minhotas a cota aproximada dos 1150 metros de altitude (A. Vieira, A. Bento Gonçalves, R. Almendra, 2005).

Com efeito diversos estudos demonstraram que os cimos das serras da Peneda e do Gerês no Norte de Portugal conheceram durante o Quaternário uma glaciação significativa (A. Girão, 1958; G. Carvalho *et. al.* 1981; G. Coudé-gausson, 1981; A. Moreira *et. al.*, 1981; S. Daveau, 1982; A. Coudé *et al.*, 1983; J. R. Vidal Romani *et al.*, 1990; A. Brum Ferreira *et al.*, 1992; J. R. Vidal Romani, F. Mosquera, 1999; J. R. Vidal Romani *et al.*, 1999; A. B. Ferreira

et al., 1999). Segundo G. Coudé-Gausson *et al.*, 1983) a “*localisation dès glacês à été fortement conditionné par le relief pré-existant, les larges vallés mures situées sous le vent des sommets ayant fonctionné comme pièges à neige alimentant des langues glaciares, lorsque l’altitude de leur fond était proche de la limite des neiges* » Segundo os mesmos autores na serra da Peneda o limite inferior das moreias situar-se-ia na ordem dos 600 metros.

A. Brum Ferreira *et al.*, (1992) afirmam a “*existência, indiscutível de manifestações glaciárias, tanto na vertente minhota como na vertente galega*”.

Segundo os mesmos autores “*as formas de erosão e de acumulação conservadas revelam glaciação fundamentalmente de circo e de vale, em que a espessura máxima das línguas glaciárias seria, numa hipótese de glaciação restrita, da ordem dos 150m*”. No entanto, acrescentam que “*o estudo dos tills suglaciários sugerem uma glaciação mais ampla, provavelmente com a formação de uma calote no planalto*” (A. Brum Ferreira *et al.*, 1992) (Foto 3). Notam, ainda, que se verifica uma ausência de morfologia glaciária típica o que é sinal da pouca eficácia da acção dos glaciares que se limitou à destruição e transporte dos mantos de alteração pré-glaciária e, cuja dinâmica se encontrava condicionada em termos estruturais, mas fundamentalmente climática, manifestando-se uma assimetria NW-SE, com a acumulação preferencial das neves nas vertentes orientais

mais frias e abrigadas do ventos dominantes de Oeste (A. Brum Ferreira *et al.*, 1992).



Foto 3. Till subglaciário (serra do Gerês).

S. Daveau (1977, 1980) avançou com a possibilidade da glaciação das serras minhotas se estender também à serra da Cabreira, a partir de um voo efetuado em 1977 com o intuito de identificar, nas serras do Noroeste português, vestígios geomorfológicos de origem glaciária. Após essas primeiras suspeitas apresentou um trabalho em que demonstra que a glaciação se estendeu um pouco mais para sul relativamente às serras da Peneda e Gerês, tendo atingido a Serra da Cabreira onde devido a condições regionais e locais favoráveis “*les hautes croupes de Cabreira (1262m) et de Toco (1138) ont bien fonctionné comme site d’accumulation de neiges persistants, avec transformation en neve et, localement en glacê sur les versants est e nord*” (S. Daveau e N. Devy-Vareta, 1985). Alguns trabalhos mais recentes vieram confirmar a existência de vestígios glaciares nesta serra que passam essencialmente pelos circos glaciares das vertentes Norte e Este do

Toco, pelas rochas estriadas e calhaus boleados nas Azevedas, pelo ferrolho e pelas moreias laterais nos Gaviões e também pelos depósitos heterométricos a jusante das unidades de Soutinho e dos Gaviões (P. Pereira, A. Bento Gonçalves, 2001; A. J. Vieira, A., Bento Gonçalves, R. Almendra, 2005).

2.2 Os depósitos periglaciares e tardiglaciares e a evolução de vertentes

Mas mais importantes, em termos de efeitos espaciais e mesmo de evolução geomorfológica são os fenômenos periglaciares.

Estes afetaram as regiões de altitude elevada nomeadamente naquelas em que se verificaram os fenômenos glaciários. Na serra da Estrela os vestígios da ação periglacial são de diversas ordem desde diversos tipos de depósitos de vertente, passando por vertentes regularizadas por blocos angulosos a sub-angulosos (E. Martins, P. Silveira, 2008) Nas serras da Peneda e Gerês os vestígios periglaciares são evidentes e apresentam-se diversificados e imbricados muitas vezes com os vestígios glaciares. Os vestígios relacionam-se com diversos depósitos de vertente, vertentes regularizadas e vestígios de escoadas de solifluxão (A. Brum Ferreira *et al.*, 1992). Segundo os mesmos autores a é à dinâmica crionival que se deve o essencial da fisionomia das vertentes atuais (Foto 4).

Também na serra da Cabreira são referidos vestígios periglaciares já que surgem

vertentes com vestígios de uma intensa gelificação que se manifestam pela existência de vertentes cobertas por gelifracos. Desta forma a acção do frio quaternário na Serra da Cabreira não se limitou à acumulação de gelo nas vertentes abrigadas, mas também ocorreu uma intensa ação periglacial (P. Pereira, A. Bento Gonçalves, 2001; A. J. Vieira, A., Bento Gonçalves, R. Almendra, 2005).



Foto 4. Depósito crionival preenchendo um paleovale (serra do Gerês).

Mas estes fenômenos relacionados com o periglacialismo encontram-se em muitas outras áreas de altitude elevada onde apesar de não se ter verificado a existência de gelo permanente, os processos relacionados com o frio e fenômenos de crioclastia ocorreram frequentemente tiveram uma acção importante na evolução das diversas formas de relevo. Existe um elevado número de trabalhos que pretendem evidenciar os resultados dos processos periglaciares em Portugal.

Assim M Rochete (1985, 1986, 1988, 1990, 2004) evidenciou diferentes formas relacionadas com clima de tipo periglacial, na

serra da Freita, nomeadamente, círculos de pedra, nichos de nivação turfeiras e diversos tipos de depósitos de vertente.

L.Cunha (1990, 1999) refere a existência de depósitos de vertente que *“parecem ter origem em fenómenos particulares do modelado sob condições climáticas periglaciares”*. Ao discutir os depósitos que observou e estudou, acaba por distinguir dois grandes grupos: aqueles que se apresentam finos, homométricos e com pouca matriz argilosa; outros mais grosseiros, heterométricos com muita matriz com estrutura paraconglomerática e, às vezes, ortoconglomerática. Pensa que os primeiros se relacionam com climas frios e pouco unidos onde o fenómeno de gelo/degelo seria importante, sendo o transporte dos geligractos feito fundamentalmente pela ação da gravidade. Quanto aos segundos *“sugerem fases climáticas ainda frias mas húmidas, susceptíveis de provocar, nas fases de degelo, solifluxões importantes”*. (L Cunha, 1990). Num artigo mais recente (L Cunha 2010) volta a referir-se a depósitos de tipo periglacial na depressão de Tapeus, NW da Serra do Rabaçal – Maciço de Sicó. Apesar das *“características sedimentológicas dos depósitos não permitem invocar directamente uma gênese em condições crio-nivais”*, no entanto *“a forma achatada dos clastos calcários, a homometria registada nos leitos mais finos e a pequena quantidade de matriz sugerem, se não uma origem crioclástica e um transporte essencialmente gravítico, pelo*

menos uma retoma por via fluvial de depósitos gerados nestas condições e que deveriam ter uma extensão bem maior do que a hoje” (L. Cunha 2010).

Também L. Lourenço (1996, 2008) se refere a depósitos de vertente nas áreas de xisto nas serras de Xisto da Cordilheira Central. Relaciona a sua gênese com a ação do frio no final do Würm distinguindo depósitos associados à existência de um período mais frio e seco, enquanto que outros se correlacionariam com um clima de característica mais húmidas, mas onde o frio ainda permitiria o processo de crioclastia nos xistos.

Na serra do Marão foram estudados e descritos diversos depósitos que se relacionam com a atuação do frio nesta área (A. Pedrosa, 1993, 1994^a, 1994^c, 2001). A coluna estratigráfica (Figura 2) procura resumir de modo abrangente a evolução de vertentes na Serra do Marão nos últimos 30.000 anos, associando a descrição de cada nível aos processos principais pela sua formação (A Pedrosa, *et.al.*, 2007).

Os depósitos mais antigos apresentam características muito heterométricas onde se individualizam blocos de grande dimensão e reduzidas quantidades de material arenoso e argiloso. Encontram-se normalmente do fundo de vales atribuindo-se a sua a processos de tipo solifluxivo (Foto 5). Simultaneamente, teriam de se verificar ciclos de gelo/degelo que facilitariam a fracturação das rochas, bem como condições climáticas que permitissem o

transporte dos materiais através de solifluxões, o que deveria coincidir com períodos de temperatura mais elevada que permitiriam a fusão das neves e, como tal, a

disponibilidade de grandes quantidades de água o solo que facilitaria a mobilização dos materiais.

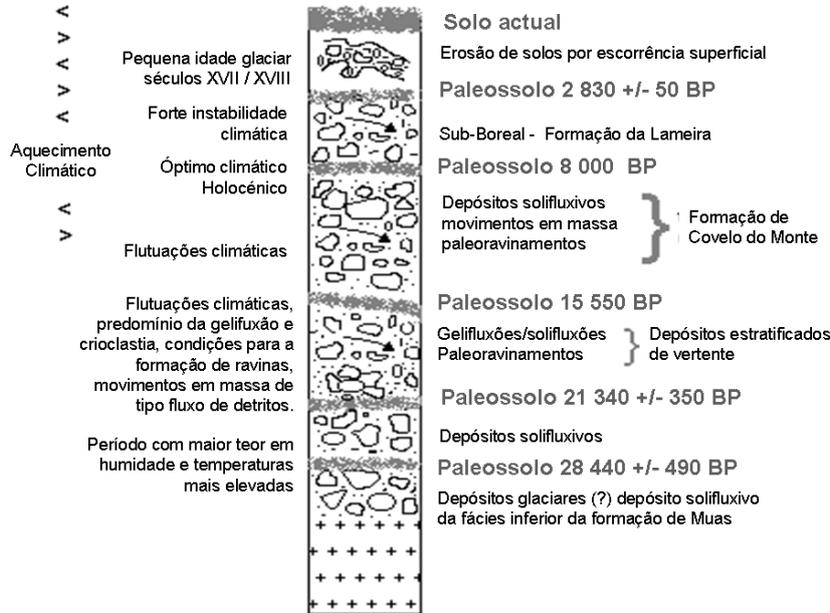


Figura 2. Coluna estratigráfica das formações superficiais na Serra do Marão.



Foto 5. Fácies inferior da formação de Muas onde se observa as suas características heterométricas

No entanto os vestígios mais característicos de um clima periglacial intenso, frio e seco correspondem aos depósitos estratificados de vertente atribuídos à última fase do Würm cuja análise de

carbono 14 de alguns paleossolos encontrados nesta serra vieram confirmar. A quantidade de vestígios que chegaram até aos nossos dias evidencia a importância deste período na evolução das vertentes na Serra do Marão (Foto 6).



Foto 6. Depósito estratificado de vertente na área da Serra do Marão

Na fase terminal da última grande glaciação, o clima deveria caracterizar-se por um frio relativamente seco, permitindo vários ciclos gelo/degelo (S. Daveau, 1973, 1978; F. Rebelo, 1986; A. R. Cordeiro, 1986, 1988), potenciando a gelifração das rochas e o transporte por gelifluxão dos materiais resultantes, facto que é comprovado pela existência de “*coiffes*” nos depósitos do Marão (A. Pedrosa, 1993, 1994^b; B. Valadas, 1984). A vegetação seria muito escassa, podendo mesmo não existir nas altitudes mais elevadas, onde se encontraria a rocha a nu, sujeita aos processos de crioclastia.

Seguir-se-ia uma fase em que o clima evoluiu rapidamente para temperaturas mais amenas (A. R. Cordeiro, 1990) e para maiores quantidades de precipitação, levando a alterações profundas na dinâmica das vertentes, passando a predominar a ação da escorrência e da dinâmica fluvial, em detrimento dos processos relacionados com a ação do gelo. Não possuímos, para esta área, nenhuma prova efetiva que corrobore esta afirmação, mas é globalmente aceite que o início do Tardiglacial se terá verificado pelos 15550 BP, caracterizando-se por uma rápida subida das temperaturas, facto que se deve ter mantido até próximo dos 12000 BP, seguido de uma nova crise climática pelos 11000 BP (A.R. Cordeiro, 1990; Y. Guillien *et al.*, 1978; H. Nonn, 1966; B. Vliert-Lanöe, 1988; M. Garmendia, 1988).

Não encontramos vestígios na serra do Marão que permitam separar de um modo

indubitável os depósitos do Pleniglacial Würmiano e os do Tardiglacial (A. Pedrosa, 1993, 1994^b; A. Pedrosa *et al.*, 2007). Apenas as características micromorfológicas nos fornecem algumas indicações acerca dos depósitos que poderão corresponder já ao Tardiglacial, pois os materiais que neles se encontram não apresentam sinais de terem sido transportados por ação do gelo, e, por outro lado, apresentam características heterométricas bem pronunciadas (Foto 7), não identificáveis com depósitos estratificados de vertente típicos do Pleniglacial würmiano. O clima deste período deveria permitir a fragmentação das rochas por ação do gelo, mas apenas em altitudes elevadas, onde existiriam ainda alguns afloramentos rochosos desprovidos de qualquer cobertura. No entanto, a característica fundamental deste clima seria a queda de neve durante um período do ano, e o degelo desta, coincidente com o aumento das temperaturas, provavelmente acompanhado de pluviosidade.

Esta alteração climática terá permitido solifluxões mais ou menos generalizadas que levaram à regularização de grande parte das vertentes da área, aspecto que se manteve até aos nossos dias. Por outro lado, ter-se-ão reunido condições propícias à ocorrência de fluxos de detritos de grandes dimensões, de que encontramos vestígios nos fundos de alguns vales. O Tardiglacial teve implicações importantes na evolução das vertentes da Serra do Marão e de outras serras no Norte de

Portugal, tendo sido responsável pela movimentação e transporte de muito material que havia resultado de processos morfogenéticos anteriores. Parte deste material foi levado para fora da região através da dinâmica fluvial e outra parte foi retido na área, entulhando fundos de valeiros e regularizando a maioria das vertentes (F Rebelo, 1975; F Rebelo, A Pedrosa, 1989^a, 1989^b, 1993). Deste modo, protegeu a rocha

in situ da actuação de outros processos morfogenéticos e promoveu a fixação da vegetação, minimizando o impacto dos processos erosivos. Apesar da instalação de determinadas comunidades vegetais, isso não se traduziu no desenvolvimento de solos muito profundos. Estes são quase sempre esqueléticos, estando sujeitos a desaparecerem ao mínimo desequilíbrio que possa eventualmente ocorrer.



Foto 7. Depósitos tardiglaciares. a) em áreas de xisto; b) em áreas de rochas granitóides; c) preenchimento de um paleovale por depósitos tardiglaciares em m áreas de granito.

Estudos recentes vieram comprovar que em muitas outras áreas montanhosas do Norte de Portugal as vertentes sofreram a acção do frio e foram regularizadas por depósitos periglaciares e tardiglaciares. Podemos citar o trabalho de B. Martins (2010) sobre as bacias de Chaves e Telões onde demonstrou a existência destes vestígios nas vertentes NE

da serra do Alvão e de F. Rebelo e Cordeiro (1997) que concluem pela sua existência na área de Foz Côa, nas proximidades da fronteira com Espanha.

Também na Serra d'Arga A. Pereira (2008) anota a existência de alguns depósitos com características tardiglaciares e na parte superior da serra, na área planáltica, aponta a

existência de nichos de nivação e turfeiras.

Em trabalho de campo recente foram detectados vestígios idênticos em várias outras serras do Norte de Portugal. Na parte superior da serra do Alvão em continuidade com a serra do Marão foram assinados nichos de nivação e turfeiras e, ainda, depósitos de tipo tardiglaciário ou a regularizar vertentes ou preenchendo paleovales. Mas em muitos outros locais têm sido observados vestígios relacionados com a ação do frio como, por exemplo, na Serra de Orelhão (Mirandela), na serra Penedo Durão (Freixo de Espada a Cinta) e nas serras de Montesinho e Nogueira (Bragança e Vinhais). Os vestígios detectados pelas suas características de forte heterogeneidade assemelham-se aos depósitos que foram classificados como tardiglaciares na serra do Marão.

Mesmo em áreas de baixa altitude, nomeadamente junto ao litoral, tem-se encontrado vestígios da ação do frio (S. Carvalho, 1964; S. Daveau, 1973).

Vários trabalhos colocam em evidência e confirmam as acções do frio em áreas próximas ou mesmo no litoral Norte de Portugal (S. Carvalho, 1982, 1983, 1985; F. Rebelo, 1975, 1985). Soares de Carvalho tem apresentado alguns fatos, como sejam seixos eolizados, areias eólicas, gelistruturas e seixos levantados por crioturbação que permitem pensar num clima frio durante o Quaternário na faixa litoral minhota e pensa que estes fenômenos se teriam verificado durante a fase final do Würm “no intervalo 20000 BP a

13000 BP” (S. Carvalho, 1982). J-P Texier e J. Meireles, 1987, consideram de uma forma global a sequência estratigráfica das formações quaternárias do litoral minhoto, denota uma repetição da alternância “terraço marinho”/coluviões. Desta forma pensam que em face aos processos de sedimentação em causa, será legítimo pensar-se que os coluviões expressam condições rexistásticas rigorosas, nomeadamente a ocorrência de um conjunto diversificado de fenômenos resultantes da acção do frio, enquanto que, as formações marinhas refletem a existência de níveis de praias elevadas de natureza glacio-eustática, sincrónicas, portanto, de períodos de melhoria climática.

Concluem que “o litoral minhoto revela a existência de testemunhos de, pelo menos, cinco níveis marinhos transgressivos” e “várias gerações de coluviões” que com a excepção das mais recentes que se associam a fenômenos antrópicos, “as restantes resultam de episódios de rexistasia frios a muito frios” (J-P. Texier, J. Meireles, 1987).

Por outro lado, F Rebelo tem-se referido a depósitos de vertente, fundamentalmente relacionados com rochas de tipo xistos e calcários que podem ocorrer desde a “extremidade Norte das serras de Valongo até à extremidade sul da serra dos Candeeiros” e que permitem “salientar a importância do frio nos últimos tempos do Quaternário” (F.Rebelo, 1985).

Alguns trabalhos posteriores vieram confirmar a importância do frio na evolução

das vertentes em áreas de xisto de baixa altitude e próximas do litoral (A. Pedrosa, 1987, 1989^a, 1991; F. Rebelo, A. Pedrosa, 1989, 1993; A. Figueiredo, 1996).

A. Pedrosa (1989^a, 1989^b, 1994^b) demonstra a existência de depósitos de vertente e de fundos de vale na área de S. Miguel – o - Anjo que se podem correlacionar com a ação do frio em áreas de baixa altitude no Norte de Portugal. Alguns dos depósitos estudados nesta área apresentam uma certa estratificação o que poderá significar que correspondem a depósitos estratificados de vertente tipicamente periglaciares onde os processos de crioclastia e gelifusão predominavam na dinâmica de vertentes. Corresponderiam a uma fase mais fria e seca do período wurmiano. Nalguns depósitos são visíveis fenômenos de geliturvação (A. Pedrosa, 1989^a). Esta fácies que acabamos de descrever encontra-se normalmente na base dos depósitos sendo fossilizada por uma outra fácies com características distintas já que não se individualiza a estratificação e a quantidade de argila é superior diminuindo significativamente o número de gelifractos de xisto. Significa que as condições climáticas se alteraram e, como tal, esta fácies superior deve corresponder a um clima mais húmido e de temperaturas mais elevadas (A. Pedrosa, 1989^a). Os fenômenos de crioclastia diminuiriam significativamente e os materiais passariam a ser transportados por solifluxões mais ou menos generalizadas e, como tal, poderiam remexer os materiais dos depósitos

estratificados de vertente formados durante o período mais seco e frio. Esta fácies corresponderia, assim, ao tardiglacial, apesar de não termos elementos suficientes para o afirmar de forma indiscutível, pois não encontramos elementos que nos permitissem fazer datações absolutas.

Uma das características mais marcantes na paisagem desta área é a forma do fundo dos vales. Bem vincados, profundos, com vertentes regra geral convexas e de declives elevados mas sempre de fundo plano, onde o rio meandriza e onde o homem pratica as suas atividades agrícolas. De fato, quer nos vales dos cursos de água principais, quer mesmo, naqueles onde apenas se verifica um escoamento temporário ou mesmo esporádico, os fundos apresentam-se sempre aplanados. O próprio declive do talvegue não tem qualquer influência nesta característica. Naturalmente que não se pode deixar de considerar a ação do homem na preparação dos terrenos para fins agrícolas, no entanto, não podemos deixar de observar que já existiram previamente condições morfológicas e edáficas que facilitaram a ação do homem nestes locais.

Entendemos, então, que o fundo plano dos vales não é o resultado exclusivo do trabalho do homem, mas relacionar-se-á com um processo de preenchimento de antigos vales ou valeiros, por materiais resultantes da evolução quaternária das vertentes. É, também, nossa opinião que esse processo se verificou em simultâneo com a formação dos

depósitos de vertente de componente periglacial bem marcada, tendo continuado a decorrer no decurso do tardiglacial (A. Pedrosa, 1989^a). Efetivamente, num ambiente de tipo periglacial onde a precipitação é pouco abundante, o escoamento fluvial é, muitas vezes, incipiente e com pouca competência. Deste modo, atendendo à sua reduzida capacidade para transportar os materiais, que nessa altura deslocar-se-iam ao longo das vertentes através de gelifluxões e solifluxões, existiam condições para o entulhamento lento, mas progressivo dos fundos de vale.

A favor das interpretações apresentadas, isto é, sobre a existência de um clima frio, durante o Würm, nas latitudes correspondentes ao Norte de Portugal e, mesmo em altitudes baixas, pode-se invocar algumas das conclusões dos investigadores do “Climat Project.” Assim Ruddiman, McIntyre (1981) ao interpretar os dados fornecidos pelo projeto consideram para o Atlântico Norte quatro fases de deglaciação tendo definido

para cada uma a posição latitudinal da frente polar (Figura 3).

Na fase I que corresponderia às idades de 20000 a 16000 BP a frente polar atingiria latitudes inferiores a 40° N, ou seja um pouco a Sul da cidade de Lisboa. Na fase II que corresponderia ao intervalo de 16000 a 13000 BP, a frente Polar ter-se-ia deslocado para Norte situando-se já latitudes superiores a 40° N o que corresponderia a uma localização na parte Sul da Galiza e Norte de Portugal.

A III fase apresentada pelos autores evidencia um recuo da frente polar para latitudes superiores a 50°N com um pequeno avanço para sul entre os 11000 e 10000 BP, correspondendo provavelmente à crise do tardiglacial à qual fizemos corresponder muitos dos depósitos que regularizam as vertentes no Norte de Portugal.

A IV fase caracteriza-se por um recuo da frente polar para latitudes superiores situando no NW do Atlântico Norte e afastada da Península Ibérica (S. Carvalho, 1983).

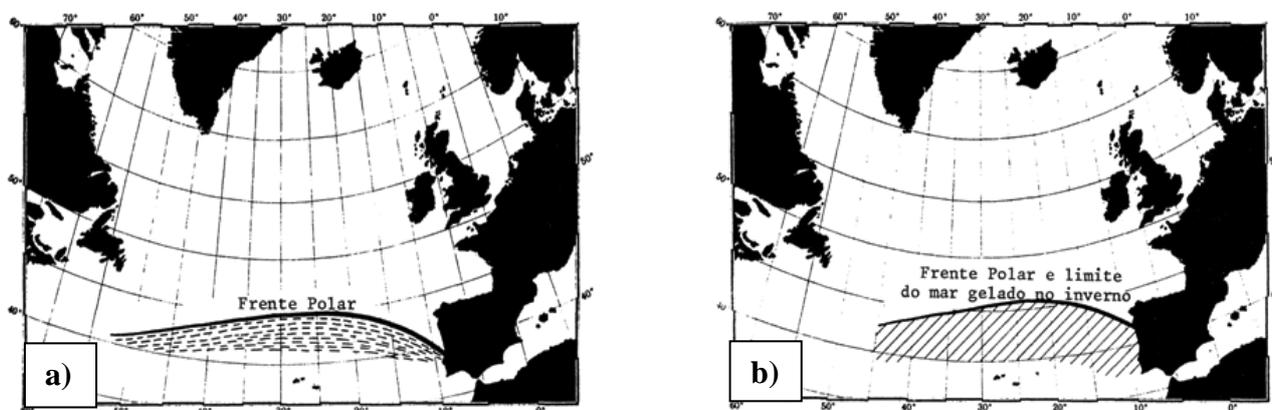


Figura 3. Posição da frente polar segundo Ruddiman e McIntyre (1981). a) Fase I - 20000 a 16000 BP; b) fase II - 16000 a 13000 BP

2.3 - As escombreliras de gravidade

Ainda relacionados com a ação do frio na morfodinâmica das vertentes do Norte de Portugal, encontram-se as escombreliras de gravidade. Apresentam uma estrutura extremamente heterométrica com predominância de blocos de grande dimensão e, não se verificando a existência de areias e argilas. Desta forma não permitem o desenvolvimento de solos, encontram-se a altitudes elevadas, quase sempre a associadas a vertentes voltadas para aos quadrantes Norte e Nordeste, mais sombrias e que apresentam características acentuadas de frio principalmente durante os meses de Outono e Inverno. Por vezes, surgem também a regularizar vertentes com forte declive e nalguns locais mantêm-se ativas, já que se verifica a deslocação dos blocos ao longo da vertente (A. Pedrosa, 1993). L. Cunha (1990) refere a existência de escombreliras de gravidade que apesar do seu caráter subatual

ou atual podem estar relacionadas com “*condições climáticas que, não sendo propriamente periglaciares, terão a ver com a intervenção esporádica do gelo no modelado atual*”.

São normalmente identificadas com a macro-gelifracção das rochas, correspondendo a sua gênese a diversos períodos que ativaram a sua formação e evolução (Foto 8). No entanto, na sua maioria, encontram-se numa posição estratigráfica superior a qualquer outro depósito de vertente e pelo fato, de se encontrarem em vertentes sombrias e frias e demonstrarem atividade, foram conotadas com a ação da pequena idade glacial verificada nos séculos XVII e XVIII (E. le Roy Ladurie, 1983). Nesta altura, os locais mais elevados onde a rocha se encontrava à superfície, teriam sido afetados pela ação do gelo, indutor da fragmentação, alimentando as escombreliras de gravidade (A. Pedrosa, 1991, 1992).

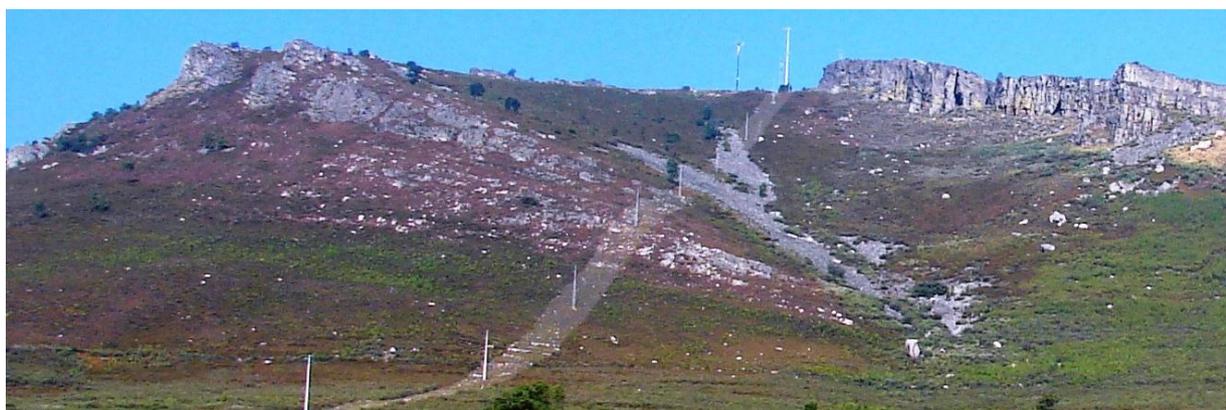


Foto 8. Escombreliras de gravidade relacionadas com a crista quartzítica da serra de Orelhão (Mirandela-Trás-os-Montes).

A ideia da influência da pequena idade glacial na macrogelifracção das rochas e no

aparecimento das escombreliras de gravidade foi reforçado quando se descobriu

documentos¹ que descrevem que no século XVIII os invernos na serra do Marão eram extremamente rigorosos com longos períodos de acumulação de neve e sua permanência no solo sem sofrer o degelo salientando-se, ainda a ocorrência de nevadas no mês de Agosto (A. Pedrosa 1994^a). Assim, nas altitudes mais elevadas onde a estes fenômenos se associaria a rarefação da vegetação existiriam condições de macrogelifracção das rochas, principalmente em áreas de xisto e quartzito.

Ainda hoje, a macrogelifracção das rochas se apresenta ativa nalgumas vertentes de altitude elevada e sombrias, principalmente se a rocha aflora sem cobertura de solo e de vegetação (A. Pedrosa, 1993, 1994^a).

3. A influência do frio nas dinâmicas actuais das vertentes

As condições climáticas actuais em Portugal permitem o aparecimento de alguns processos relacionados com o frio em Portugal (A. Pedrosa, 1992, 1993, 1994^a 2001 G.T.Vieira 1995, 1996, 2004; A. R. Rochete, 2004). São processos relativamente atenuados e circunscvem-se aos meses mais frios do ano nomeadamente a Dezembro e Janeiro. Esporadicamente poderão ocorrer em Novembro e Fevereiro. Assim, nos meses referidos podem ocorrer dias com temperaturas mínimas inferiores a 0° em todo o território nacional, fato que é particularmente acentuado pela altitude e continentalidade. Estes dois fatores fazem

com que as temperaturas mínimas desçam para valores negativos com maior frequência extremado também o próprio valor. Deste modo podem acontecer existirem dias com temperaturas mínimas inferiores a 10° negativos (J. Ventura, 1988; A. Pedrosa, 1993).

São fundamentalmente de dois tipos: macrogelifracção das rochas e ação dos *pipkrakes*.

A macrogelifracção das rochas está circunscrita a locais muito específicos onde se conjugam diversos fatores: a altitude elevada; vertentes voltadas aos quadrantes Norte e, como tal mais frios; a existência de rocha a nú ou seja a inexistência de solo e como tal de vegetação; litologias de tipo xistentas (A. Pedrosa, 1993, 1994^a; G. T. Vieira, 2004). A. Pedrosa (1993) descreve este fenômeno na serra do Marão numa área de xistos ardosíferos, a uma altitude de 1100m, em vertentes voltadas a Norte onde durante os “*meses de Dezembro e Janeiro existiam dias seguidos com temperaturas negativas ao longo de todo o dia*” (A. Pedrosa, 1993).

A ação dos *Pipkrakes* é mais generalizada podendo ocorrer em áreas de baixa altitude mesmo próximas do litoral. Não é necessário que a temperatura ambiente seja negativa, basta que os valores negativos ocorram ao nível do solo. O papel dos *pipkrakes* na erosão de solos e rególitos é ainda, pouco conhecida, embora a sua importância tenha sido referida por diversos

¹ Livro das memórias paroquiais realizado em 1758, que correpondeu a um inquérito realizado a todas as Paróquias de Portugal. três anos após o Sismo de Lisboa de 1755, a mando de Marquês do Pombal. O inquérito estava dividido em três partes. sobre a povoação, sobre a serra e sobre os Rios.

autores (A. Girão, 1940; F. Rebelo, 1975; S. Daveau, 1978) ou mesmo analisada por alguns investigadores (A. Pedrosa, 1992, 1993; G.T. Vieira, 1995, 1996, 2004; A. Pedrosa *et. al.*, 2001).

É, no entanto, um dos processos mais ativos na atual evolução de vertentes quer seja na ação directa que possui no levantamento das partículas do solo, quer na ação indirecta preparando as partículas para serem transportadas ao longo da vertente por outros processos nomeadamente a escorrência superficial. (A. Pedrosa, 1993). Há, no entanto, fatores importantes para que se verifique a sua ocorrência. Para além da temperatura relacionadas com períodos frios e secos anticiclónicos é, ainda de salientar que a inexistência de vegetação é um factor determinante e, que a altitude e continentalidade permitem que este processo seja mais frequente e mais activo. A existência de umidade do solo também facilita a sua expansão, pelo que normalmente o seu desenvolvimento é maior em dias frios que ocorrem imediatamente a seguir a um período chuvoso ou, ainda, quando à neve que vai fornecendo água aos solos do seu degelo.

Existem diversas algumas de *pipkrakes* mas genericamente pode-se afirmar que “*é uma pequena forma de frost-heave², produzida pela segregação do gelo desde uma frente de congelação estável na superfície do solo, ou logo abaixo dela. O seu crescimento está geralmente associado com*

ciclos de gelo-degelo diurnos, afetando solos limosos ou matéria vegetal com suficiente alimentação de umidade” (G.T. Vieira, 1996 citando Branson *et. al.*, 1992).

D. Lawer (1993) sistematizou os mecanismos de erosão ligados á formação de *pipkrakes* que se podem resumir da seguinte forma: queda gravítica de partículas; gotículas com material incorporado, processo que ocorre devido à fusão e concentração de água líquida que acaba por transportar em suspensão o material mais fino; micro-deslizamentos que acontecem quando se verifica a fusão basal de um agregado de *pipkrakes* que acabam por deslizar em pequenos conjuntos; *toppling*, que consiste na queda de um ou vários *pipkrakes* que acabam por ficar na vertente.

G. T. Vieira (1995, 1996) descreve e estuda uma série de microformas originadas pela ação deste processo. As formas são sempre de pequena dimensão e segundo o referido autor dependem de três fatores principais: a existência de um substrato pouco coerente; de condições climáticas e especialmente microclimáticas que proporcionem uma elevada frequência de situações propícias á sua formação; refere ainda “*não existir qualquer outro processo erosivo que destrua a micromorfologia por eles originada*” G. T. Vieira, 1996).

Salienta, então como microformas geradas pelos *pipkrakes*:

² Segundo Washburn (1979, p.79), frost heave é o movimento, predominantemente para cima que os solos minerais sofrem durante a congelação.

Solos estriados incipientes, observados em alterito granítico e dado o seu aspecto extremamente incipiente, bem como o carácter pontual parece tratar-se de uma forma efêmera, rapidamente desmantelada pela erosão hídrica.

Gaps around stones (buracos em volta de pedras), forma que se deve ao fato dos “calhaus de maior dimensão serem suficientemente grandes para não serem levantados pelas agulhas ou empurrados pelo material adjacente no início da congelação” (G. T. Vieira 1996).

Rock dams (obstáculos rochosos) que define como a depressão que se origina a jusante do bloco rochoso pela migração dos materiais da vertente por ação dos *pipkrakes*. Só observou esta microforma em cortes antrópicos onde o depósito se mostrava muito heterométrico.

Needle ice pan (marmitas criogênicas), pequenas depressões aproximadamente circulares com cerca de 1 a 5 cm de diâmetro e que surgem associadas a solos com muita matéria orgânica ou turfa.

Microtaludes em cortes antrópicos ou margens de barrancos que resultam da queda e da acumulação do material na base que tinha sido levantado pelo *pipkrake* (G. T. Vieira, 1995, 1996).

Este fenómeno já tinha sido descrito por A. Pedrosa (1993), apontando-se, na altura, como um dos processos mais ativos na evolução das barreiras e taludes desenvolvidos pela acção do homem nas

vertentes relacionados muitas vezes com a construção de infraestruturas, nomeadamente rodoviárias. Também A. Pedrosa *et. al.* 2001. Salientam a importância deste processo na evolução de ravinas, principalmente em áreas de altitude elevada. Assim, nos dias frios e secos a formação de *pipkrakes* nas margens das ravinas movimenta o material no sentido descendente desagregando-o o que facilita a posterior ação da água da escorrência superficial no seu transporte. Este aspecto é também referido por G. T. Vieira (1996) afirmando mesmo que é “*um dos processos mais eficazes no recuo das margens dos barrancos e de pequenos cursos de água*”.

4. Conclusões

Podemos então concluir que a ação do frio no final do Würm e, ainda, no tardiglacial, foi o principal agente responsável pela evolução e modelação das vertentes no Norte e Centro de Portugal.

Da análise bibliográfica que acabamos de fazer existem quatro ideias fundamentais.

Assim, durante o período glacial würmiano a ocorrência de glaciares em Portugal é um facto bem testemunhado quer na serra da Estrela localizada na cordilheira central, quer, ainda nas montanhas do NW português de altitudes mais baixas. Estudos recentes vieram comprovar a sua existência nas serras do Gerês, Peneda e Cabreira. Os vestígios são diversos salientando-se como mais importantes circos glaciares, vales glaciares, diversos tipos de depósitos

morénicos, tills, blocos erráticos entre outros.

Acuando da ocorrência dos glaciares verificar-se-iam também processos de origem periglacial. Estes para além de se localizar nas redondezas das áreas glaciadas, ocorreram em muitos outros locais do Norte e centro de Portugal quer seja em altitudes elevadas como em áreas de baixa altitude próximas do litoral, ou mesmo no litoral. Deste período chegaram-nos vestígios de depósitos de vertente estratificados sinal de que o frio deveria ser seco, a crioclastia frequente e o principal processo de transporte relacionar-se-ia com a gelifluxão. Com o início do aquecimento e recuo da frente polar para latitudes mais elevadas os processos relacionados com o frio foram atenuado, tendo desaparecido os glaciares, mas os processos de tipo periglacial ainda deveriam ocorrer em muitas vertentes principalmente de altitude mais elevada e onde a vegetação se apresentaria mais rarefeita. Existe uma opinião generalizada nos diversos autores que houve um certo recrudescimento da ação do frio pela altura do tardiglacial. As temperaturas sofreram um abaixamento mas a umidade e a precipitação seriam elevadas. Relacionam-se muitos depósitos de vertente e muitas das vertentes regularizadas com ação deste período onde decorreriam solifluxões relativamente generalizadas que mobilizavam e remobilizavam os materiais de vertente. Os depósitos apresentam-se muito heterométricos sem estratificação e com maiores quantidades de material fino que os depósitos tipicamente

periglaciares.

A pequena idade glacial que ocorreu na Europa nos séculos XVII e XVIII deve ter tido influencia em Portugal, principalmente em áreas de altitude elevada, onde se verificariam alguns processos de macrogelifracção de rochas aos quais se associam as escombreyras de gravidade subatuais ou mesmo atuais como alguns autores consideram.

Finalmente e no que se refere às dinâmicas atuais de vertente salienta-se que existem alguns processos que se relacionam com a ação do frio cujos impactos são relativamente atenuados, fazendo-se sentir em dias muitos frios principalmente dos meses de Dezembro e Janeiro, em locais de rarefação da vegetação quer seja natural quer seja induzida pelo homem. O processo mais generalizado é a ação dos *pipkrakes* que podem possuir uma ação direta na evolução das vertentes mas fundamente possuem uma ação indireta preparando o material que vão desagregando do solo, dos mantos de alteração ou dos depósitos de vertente, facilitando depois a acção de outros processos erosivos nomeadamente a ação da escorrência superficial.

Finalmente de realçar que apesar de se conhecer relativamente bem a ação do frio na evolução das vertentes em Portugal existem áreas que ainda não foram suficientemente estudadas, nomeadamente o interior transmontano e que podem trazer indicações importantes para um melhor conhecimento da

morfodinâmica quaternária das vertentes. No que se refere à importância que o frio possui nos processos atuais das vertentes é uma área científica pouco desenvolvida pelo que seriam necessários estudos que aprofundassem o conhecimento de forma a determinar com mais precisão a sua importância na erosão de solos.

5. Referências

- Asensio Amor, I.; Gonzalez Martin, J. A. (1992). Síntesis de procesos periglaciares en Galicia (España), Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe, Coruña, vol. 17, p. 7-12.
- Bento Gonçalves, A. J. (2006). Geografia dos incêndios em espaços Silvestres de Montanha – o caso da serra da Cabreira, Tese de Doutoramento, Instituto de Ciências Sociais da Universidade do Minho, Braga, 438 p. + VI anexos.
- Branson, J. et. al. (1992). The laboratory simulation of needle ice, in Maeno e Hondoh (eds), Physics and chemistry of ice, Hokkaido Univ. Press., Sapporo, p. 357-363.
- Carvalho, G. S. (1954). Sur les dépôts à galets calcaires du bassin du Mondego et les sables de la Gândara (Portugal), Revue de Géomorphologie Dynamique, Paris, 5, (5) p.193-213.
- Carvalho, G. S. (1983). Consequências do frio durante o Quaternário na faixa litoral do Minho (Portugal), Cuad. Lab. Xeol. de Laxe, 5, p. 365-380.
- Carvalho, G. S. et. al. (1982). Estratigrafia do Quaternário e o Paleolítico do litoral minhoto (Portugal), Cadernos de Arqueologia, 2, Braga, p. 75-91.
- Carvalho, G. S., Nunes, J. L. (1981). A problemática dos índices glaciários quaternários nas serras do Gerês e Peneda. Cuad. Lab. Xeol. de Laxe, 2, A Coruña, p. 289-295.
- Carvalho, G.; Granja, H.; Loureiro E. e Henriques R. (2006). Late Pleistocene and Holocene environmental changes in the coastal zone of northwestern Portugal. Journal of Quaternary Science, 21 (8), p. 859-877.
- Cordeiro, A. R. (2004). Dinâmicas de vertentes em Montanhas Ocidentais do Portugal Central. Diss. Doutoramento, FLUC, Coimbra, 562 p.
- Cordeiro, A. R. (1986). Nota preliminar sobre as formas e formações periglaciares na Serra da Freita, Cadernos de Geografia, 5, Coimbra, p. 161-172.
- Cordeiro, A. R. (1988). Evolução das vertentes da Serra da Freita no Quaternário recente, Cadernos de Geografia, 7, Coimbra, p. 87-133.
- Cordeiro, A. R. (1990^a). O depósito de Varzielas (Serra do Caramulo): contribuição para o estudo do Tardiglacial Würmiano em Portugal, Cadernos de Geografia, 9, Coimbra, p. 49-60.

- Cordeiro, A. R. (1990^b). Paleo-ambientes holócenicos e erosão: interface clima, vegetação, homem. O exemplo do centro-litoral português, *Cadernos de Geografia*, 9, Coimbra, p. 61-79.
- Coudé, A.; Coudé-Gaussen, G., Daveau, S. (1983). Nouvelles observations sur la glaciation des montagnes du Nord-Ouest du Portugal. *Cuadernos do Laboratório Xeológico de Laxe*, 5, Coruña, p. 381-393.
- Coudé-Gaussen, G. (1978). Confirmation de l'existence d'une glaciation Wurmienne dans les montagnes du Nord-Ouest du Portugal. *Compt. Rend. Somm. Soc. Géol. de France*, 1, p. 34-37.
- Coudé-Gaussen, G. (1979). Les Serras da Peneda et do Gerês (Minho-Portuga/). Formes et formations d'origine froide en milieu granitique. *Thèse Univ. Paris1, Paris*, 607 p.
- Coudé-Gaussen, G. (1981). Les Serras da Peneda et do Gerês. Étude géomorphologique, *Mem. Centro Est. Geogr., Lisboa*, 5, 255 p.
- Cunha, L. (1986). As buracas das serras calcárias de Condeixa-Sicó, *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 5, p.39-150.
- Cunha, L. (1990). As Serras Calcárias de Condeixa – Sicó – Alvaiázere, *Estudo de Geomorfologia*. INIC. Col. Geografia Física, 1, Coimbra, 329 p.
- Cunha, L. (1999). Depósitos de vertente no sector setentrional do Maciço de Sicó, *Livro de resumos dos Encontros de Geomorfologia fac. Cienc. E Tecnologia – Fac. de Letras. Proj. Praxis XXI – 2/2.1/CTA/156/94*. Coimbra. 196 p.
- Daveau, S. (1973). Quelques exemples d'évolution quaternaire des versants au Portugal, *Finisterra*, 15 (VIII), C.E.G., Lisboa p. 5-47.
- Daveau, S. (1977). Um exemplo de aplicação da teledetecção à investigação geográfica. A glaciação quaternária das montanhas do Noroeste de Portugal, *Finisterra*, XII, 23, Lisboa, p. 156-159.
- Daveau, S. (1978). Le périglaciaire d'altitude au Portugal, *Colloque sur le périglaciaire d'altitude du domaine méditerranéen et abords*, Association Géographoquie d'Alsace, Strasbourg, p.63-78.
- Daveau, S. (1979). Técnicas novas em paleogeografia. O Atlântico Norte há 18 000 anos. *Finisterra*, 14 (27), Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, p. 82-86.
- Daveau, S. (1986). L'époque glaciaire au Portugal. Problèmes méthodologiques, *Actas I Jornadas de estudo Norte de Portugal/Aquitânia*, CENPA, Porto, p. 183-191.
- Daveau, S. (1988). Progressos recentes no conhecimento da evolução holocénica da cobertura vegetal, em Portugal e nas regiões

- vizinhas, Finisterra, 45 (XXIII), Lisboa, p. 101-115.
- Daveau, S. (1993^a). Terraços fluviais e litorais, O Quaternário em Portugal Balanço e Perspectivas, Lisboa, Colibri, p. 17-28.
- Daveau, S. (1993^b). A evolução quaternária da plataforma litoral, O Quaternário em Portugal Balanço e Perspectivas, Lisboa, Colibri, p.35-41.
- Daveau, S.; Ferreira, A. B.; Ferreira, N.; Vieira, G. T. (1997). Novas observações sobre a glaciação da Serra da Estrela, Estudos do Quaternário, 1, p. 41-51.
- Dias, J. (1949). Minho, Trás-os-Montes, Haut-Douro, Congrès International de Géographie, Lisboa, 1949.
- Dias, J. A.; Rodrigues, A. e Magalhães, F. (1997). Evolução da Linha de Costa, em Portugal, desde o Último Máximo Glaciário até à Actualidade: Síntese dos Conhecimentos. Estudos do Quaternário, APEQ, Lisboa, I, p. 53-99.
- Duplessy, J. C., et.al. (1981). Deglaciation warming of the northeastern Atlantic Ocean. Correlation with the paleoclimatic evolution of the European continent, Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoeco., 35, p.121-144.
- Feio, M. (1951). Reflexões sobre o relevo do Minho, Notas Geomorfológicas, Lisboa, CEG.
- Ferreira, A. B. (1983). Problemas da evolução geomorfológica quaternária do Noroeste de Portugal, Cuad. Lab. Xeol. de Laxe, 5, p. 311-329.
- Ferreira, A. B. (1993). Manifestações geomorfológicas glaciárias e periglaciárias em Portugal, O Quaternário em Portugal Balanço e Perspectivas, Lisboa, Colibri, p. 75-84.
- Ferreira, A. B. (2000). Considerações acerca do arrefecimento plistocénico em Portugal, Finisterra, XXXV, Lisboa, p. 89-101.
- Ferreira, A. B.; Vidal Romani, J. R.; Zêzere, J. L.; Rodrigues, M. L. (1999). A Glaciação Plistocénica da Serra do Gerês. Vestígios geomorfológicos e sedimentológicos, Relatório n.º 37, A.G.F.A., C. E. G., Lisboa, 150 p.
- Ferreira, A. B.; Vidal-Romani, J. R.; Vilaplana, J. M.; Rodrigues, M. L.; Zêzere, J. L., Monge, C. (1992). Formas e depósitos glaciários e periglaciários da Serra do Gerês-Xurés (Portugal; Galiza). Levantamento cartográfico, Cuad. Lab. Xeol. de Laxe, 17, p. 121- 135.
- Ferreira, N.; Vieira, G. T. (1999). Guia geológico e geomorfológico do Parque Natural da Serra da Estrela, ICN e IGM, Lisboa, 112 p. + 2 mapas em anexo.
- Figueiredo, A. A. (1996). Contributo para o conhecimento das cristas quartzíticas a leste de Oliveira de Azeméis, Tese de

mestrado em Geografia Física, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra.

Fleury, E. (1916). Sur les anciennes glaciations de la Serra de Estrela (Portugal), C. R. Ac. Sc., Paris, 162, p. 599-601.

Garmendia, M. C. P. (1988). Dynamique de vegetation tardiglaciaire et holocene du Centre-Nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique, Thèse en Sciences, spéc. Paleoécologie, de l'Université d'Aix-Marseille III.

Girão, A. (1940). Montemuro. A mais desconhecida serra de Portugal, Coimbra ed., Coimbra.

Girão, A. (1958). Glaciação Quaternária da Serra do Jurês, Boletim do Centro de Estudos Geográficos, Vol. II, 16 e 17, Coimbra, p. 13-22.

Granja, H. M. (1993). Os conhecimentos actuais sobre o Holocénico do Noroeste de Portugal, O Quaternário em Portugal Balanço e Perspectivas, Lisboa, Colibri, p. 43-49.

Granja, H. M. (1999). Evidence for late Pleistocene and Holocene Sea-level, Neotectonic and Climate Control en the Coastal Zone of Northwest Portugal. Geologie en Mijnbouw, Kluwer Academic Publishers-Netherlands, 77, p 233-245.

Guillen, Y. et al. (1978). Les climats et les hommes en Europe et en Afrique

septentrional de 28 000 BP à 10 000 BP, Bull. Assoc. Fr. Etud. Quatern., 4 (15), p. 187-193.

Jorda, M. (1980). Morphogenèse et évolution des paysages dans les Alpes de Haute Provence depuis le Tardiglaciaire: facteurs naturels et facteurs anthropiques, Bull. Assoc. Géog. Fr., p. 75-81.

Ladurie, E. le Roy, (1983). Histoire du climat depuis l'an mil, Flammarion, Paris.

Lautensach, H. (1929). Eiszeitstudien in der Serra da Estrela, Zeit. f. Gletscherkunde, XVII, p. 321-329. Trad. port.: Estudo dos glaciares da Serra da Estrela, Memórias e Notícias, VI, 1-60.

Lautensach, H. (1932). Estudo dos glaciares da Serra da Estrela. Mem. Not., Public. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, 6, p. 60 (tradução por J:CUSTÓDIO DE MORAIS do artigo publicado em 1929).

Lawler, D. M. (1987). Bank erosion and frost action: an example from South Wales, in V. Gardiner (ed.), International geomorphology, N.S., 11, p.227-242.

Lourenço, L. (1996). Serras de xisto do centro de Portugal. Contribuição para o conhecimento geomorfológico e geo-ecológico, dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras da Univeridade de Coimbra, Coimbra, 757p.

Lourenço, L. (2008). Depósitos de vertente

das serras de xisto da cordilheira central (Portugal). Um contributo para o seu conhecimento, in *A Terra, Conflitos e Ordem. Homenagem ao Professor Ferreira Soares*, MMGUC, Coimbra, p. 111-127.

Martins, B. (2010). Conhecimento geomorfológico entre as bacias de Chaves e Telões: contributo para a definição de áreas de risco geomorfológico, dissertação de doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras de Coimbra, Coimbra.

Martins, E.; Silveira, P. (2010). As glaciações e a flora na Serra da Estrela, EU, Fundo de Desenvolvimento Regional, Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, 22p.

Mateus, J. E. & Queiroz, P. F. (1993). Os Estudos de Vegetação Quaternária em Portugal; Contextos, Balanço dos Resultados, Perspectivas. *O Quaternário em Portugal, Balanço e Perspectivas*. Colibri, Lisboa, p.105-131.

Moreira, A.; D.; Ramos, J. (1981). Vestígios de glaciação na serra da Peneda (Noroeste de Portugal), *Comum. Serv. Geol. Portugal*, t. 67, fase 1, Lisboa, p. 95-98.

Nonn, H. (1966). Les regions côtières de la Galice (Espagne): Étude geomorphologique, *Thèse Lettres, Pub. Fac. Lettres, Unv. Strasbourg, Strasbourg*, 591p.

Pedrosa, A. (1987). As vertentes na área de S. Miguel-o-Anjo. Contributo para o estudo da

sua evolução, *Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto*, 155p.

Pedrosa, A. (1989^a). As vertentes na área de S. Miguel-o-Anjo. Contributo para o estudo da sua evolução, *Revista da Faculdade de Letras-Geografia, I série, vol. V, Porto*, p. 83 - 170.

Pedrosa, A. (1989^b). A Importância do Frio na Evolução das Vertentes na área de S. Miguel-o-Anjo, *Cadernos de Geografia, nº 8, IEG, Coimbra, 1989* p. 199-207.

Pedrosa, A. (1991). O periglacial de baixa altitude: alguns aspectos metodológicos suscitados pelo estudo de depósitos na área de S. Miguel-o-Anjo (Porto), in *Actas do V Colóquio Ibérico de Geografia, Leon*, p. 163-171.

Pedrosa, A. (1992). A Serra do Marão: evolução no Quaternário e dinâmica actual, *Livro guia da visita de estudo, VI Colóquio Ibérico de Geografia, Porto*.

Pedrosa, A. (1993). Serra do Marão: Estudo de geomorfologia, *Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto*.

Pedrosa, A. (1994^a). Contributo para o conhecimento da dinâmica geomorfológica das serras do Norte de Portugal. O exemplo da serra do Marão, *Rurália, Arouca*, p. 69-90.

Pedrosa, A. (1994^b). O Periglacial no Norte

de Portugal: O estado actual dos conhecimentos, Periglaciário en la Península Ibérica, Canaria y Baleares, Granada, p. 55 - 73.

Pedrosa, A. (coord) (2001). Metodologias de Estudo de Processos de Erosão, FLUP, Porto, 153p.

Pedrosa, A. et. al. (2001). Metodologia para o estudo dos ravinamentos, in Metodologias de Estudo de Processos de Erosão, FLUP, Porto, p. 85-98.

Pedrosa, A. et al. (2007). Quaternary evolution of the Serra do Marão and its consequences in the present dynamics, Territorium, Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, nº14, p. 33-43. <http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=2539&state=SH>.

Pedrosa, A.; Bento Goncalves, A. J.; Vieira, A.; Costa, F. S., (2010). Litoral Norte e Serras do Noroeste Português. Coimbra: FLUC, v.1., 80p.

Pedrosa, A.; Martins B. (2001). Os movimentos em massa e os depósitos de vertente em áreas metassedimentares: alguns exemplos no Norte de Portugal in Actas do II Seminário sobre Recursos Naturais, Ambiente e Ordenamento do Território, Vila Real, CO-161-169.

Pedrosa, A.; Pereira, A. (2008). A Geografia e

as Novas Estratégias de Desenvolvimento de Territórios Periféricos, in edição especial da revista Geografia. Ensino & Pesquisa (Anais do V Seminário Latino – Americano e Ibero-Americano de Geografia Física – Eixo 2), 12 (1), Santa Maria, RS – Brasil, pp. 151-178. <http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=2520&state=SH>.

Pereira, A.; Silva, M.; Pereira, R. (2008). Serra de Arga: A marca como vector de desenvolvimento, in actas VII Colóquio Ibérico de Estudos Rurais – Cultura, inovação e Território, Escola Superior Agrária de Coimbra, Coimbra, 37p. www.sper.pt/actas7cier/PFD/Tema%20II/2_3.pdf

Pereira, P.; Bento Gonçalves, A. J. (2001). Vestiges of the quaternary glaciation in Cabreira mountain. Estudos do Quaternário, Revista da Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário, APEQ, p. 61-68.

Perez Alberti, A. (1979). Nuevas observaciones sobre glaciário y periglaciário en el NO de la Península Ibérica: la Galicia suboriental, Acta Geol. Hisp., 14, p. 441-444.

Perez Alberti, A. (1988). Pocosos periglaciares e glaciares no nordeste de Galicia, Terra, p. 78-85.

Ramos, A. M. (2008). O Plocénico e o Plistocénico da plataforma litoral entre os paralelos do cabo Mondego e da Nazaré.

Dissertação de Doutoramento, Universidade de Coimbra. 329 p.

Rebelo, F. (1975). Serras de Valongo: estudo de Geomorfologia, Suplementos de Biblos, 9, Coimbra.

Rebelo, F. (1986). Modelado periglacial de baixa altitude em Portugal, Cadernos de Geografia, 5, Coimbra, p. 127-137.

Rebelo, F. (1995). Factores geográficos na explicação da génese e cronologia dos depósitos continentais quaternários, Actas da 3ª Reunião do Quaternário Ibérico, Coimbra, p. 127-133.

Rebelo, F.; Cordeiro, M. R. (1997). A geomorfologia e a datação das gravuras de Foz Côa – Metodologia e desenvolvimento de um caso de investigação científica, Finisterra Revista portuguesa de Geografia XXXII, Lisboa, 63 p.95-105.

Rebelo, F.; Pedrosa, A. (1989). Nota sobre a viagem de estudo à área de Valongo no dia 10 de Novembro de 1988, Cadernos de Geografia, nº 8, IEG, Coimbra, p.187-191.

Rebelo, F.; Pedrosa, A. (1993). Novas observações sobre depósitos relacionados com o frio na área de Valongo - S. Miguel-o-Anjo, El Cuaternario en Espana y Portugal, volume II, Madrid, p. 501-504.

Rebelo, V. (2007). A importância do Estudo dos Riscos Geomorfológicos no Ordenamento

do concelho de Vieira do Minho, dissertação de mestrado em Gestão de Riscos Naturais, Faculdade de Letras da Universidade de Porto, Porto.

Ribeiro, O. (1970). Genèse et diversité des montagnes portugaises, Colloquium Geographicum, 12, p. 214-224

Rodrigues, M. L. (1998). Evolução geomorfológica quaternária e dinâmica actual. Aplicações ao Ordenamento do Território – exemplos no Maciço Calcário Estremenho. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa. 868 p.

Rodrigues, Aurora e Dias, J.M.A. (1989). Evolução Pós-Glaciária da Plataforma Continental Portuguesa a Norte do cabo Mondego. Anais do Instituto Hidrográfico, 10: 39-50.

Schmidt-Thomé, P. (1978). Nuevos testigos de una glaciación wurmiense extensa y de altura muy baja en el Noroeste de la Península Ibérica (Orense, España y Minho/Trás-os-Montes, Portugal, Cuad. Sem. Est. Cerám. Sargadelos, 27, p. 221-243.

Soares, A. F.; Cunha, L.; Marques, J. F.; Almada, A. C.; Lapa, M. L. R. (1993). Depósitos de vertente no Cabo Mondego – integração no modelo evolutivo do quaternário do Baixo Mondego, Actas da III Reunião do Quaternário Ibérico, Coimbra, p. 199-208.

- Soares, L. (2008). A influência das formações superficiais no âmbito dos processos de erosão hídrica e movimentos de vertente no NW de Portugal, Porto, Dissertação de Doutoramento em Geografia Física apresentada na Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 850p.
- Teixeira, C., Zbyszewski, G. (1954). Contribution á l'étude du littoral pliocène au Portugal, C. R. Congrès Int. Géol., Argel, XIII, p. 275-284.
- Teixelra, C. (1979). Plio-pleistocénico de Portugal, *Como Servo Geol. Portugal*, 65, p. 35-46.
- Texier, J-P.; Meireles, J. (1987). As formações Quaternárias do litoral do Minho (Portugal): propostas para uma nova abordagem climato-cronológica e dinâmica, *Cadernos de Arqueologia, Série II*, 4, p. 9-33.
- Valadas, Bernard (1984). Les hautes terres du massif Central Français. Contribution à l'étude des morphodynamiques récentes sur versants cristallins et volcaniques, Vol. I, II, Université de Paris I, Paris.
- Ventura, J. E. (1988). Temperaturas máximas e mínimas em Portugal Continental. Tentativa de representação cartográfica, linha de acção de geografia física, relatório nº 28, CEG, INIC, Lisboa.
- Vidal Romani, J. R.; Fernandez Mosquera, D. (1999). Cronología glacial pleistocena de la Serra de Gerês (norte de Portugal), *Estudios do Quaternário*, 2, APEQ, Lisboa, 1999, p. 57-64.
- Vidal Romani, J. R.; Fernandez Mosquera, D.; Marti, K.; Brum Ferreira, A. de. (1999). Nuevos datos para la cronologia glacial pleistocena en el NW de la Península Ibérica. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*, 24, Coruña, p. 7-29.
- Vidal-Romani, J. R.; et. al. (1990). Los tills de la Serra de Gerés-Xurés y la glaciación pleistocena (Minho, Portugal-Ourense, Galicia), *Cuaternario y Geomorfología*, 4, p. 13-25.
- Vieira, A.; Bento Gonçalves, A.; Almendra, R. (2005). Vestígios da glaciação da Serra da Cabreira - cartografia geomorfológica de promenor com recurso a tecnologias de geoprocessamento, *Actas do X Colóquio Ibérico de Geografia, APG/AEG, Univ. Évora, Évora (CD-Rom)*.
- Vieira, G. T. (1998). Periglacial research in the Serra da Estrela: an overview, in Vieira, G. T. (ed), *Glacial and Periglacial Geomorphology of the Serra da Estrela. Guidebook for the field-trip*, IGU Commission on Climate Change and Periglacial Environments, 26-28 August 1998, CEG and Department of Geography, University of Lisbon, p. 49-65.
- Vieira, G. T. (2004). Geomorfologia dos planaltos e altos vales da Serra da Estrela.

Ambientes frios do Plistocénico Superior e dinâmica actual. Dissertação de Doutoramento em Geografia (área de especialização em Geografia Física), apres. à Universidade de Lisboa, 724p. + 1 mapa.

Vieira, G. T. (ed) (1998). Glacial and Periglacial Geomorphology of the Serra da Estrela. Guidebook for the field-trip, IGU Commission on Climate Change and Periglacial Environments, 26-28 August 1998, CEG and Department of Geography, University of Lisbon, 65 p.

Vieira, G. T.; Ferreira, A. B. (1998). General characteristics of the glacial geomorphology of the Serra da Estrela, in Vieira, G. T. (ed), Glacial and Periglacial Geomorphology of the Serra da Estrela. Guidebook for the field-trip, IGU Commission on Climate Change and Periglacial Environments, 26-28 August 1998, CEG and Department of Geography, University of Lisbon, p.37-48

Vieira, G. T. (1995). Processos morfogenéticos recentes e actuais na serra do Gerês, Dissertação de mestrado em Geografia Física e Ambiente, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa.

Vieira, G. T. (1996). A acção dos pipkrakes na morfogénese actual na serra do Gerês, Finisterra, 61, p.3-28.

Vliet-Lanöe, B. (1988). Le role de la glace de ségrégation dans les formations superficielles de l'Europe de l'Ouest. Processus et héritages. Thèses de Doctorat d'Etat Mens. Géographie, Univ. Paris I, tome 1 et 2, Caen, 854pp.

Zbyszewski, G. (1949). Contribution á la connaissance du Pliocène portugais, Como Servo Geol. Portugal, 30, p.59-78.

Zbyszewski, G. (1971). Carta geológica do Quaternário de Portugal. Notícia explicativa, ServoGeol. Portugal, Lisboa, 39 pp.