



---

**Estudo dos glaciares da Serra da Estrêla**

**Author(s):** Lautensach, Hermann

**Published by:** Imprensa da Universidade de Coimbra

**Persistent URL:** <http://hdl.handle.net/10316.2/36490>

**Accessed :** 29-Oct-2021 00:19:51

---

The browsing of UC Digitalis, UC Pombalina and UC Impactum and the consultation and download of titles contained in them presumes full and unreserved acceptance of the Terms and Conditions of Use, available at [https://digitalis.uc.pt/en/terms\\_and\\_conditions](https://digitalis.uc.pt/en/terms_and_conditions).

As laid out in the Terms and Conditions of Use, the download of restricted-access titles requires a valid licence, and the document(s) should be accessed from the IP address of the licence-holding institution.

Downloads are for personal use only. The use of downloaded titles for any another purpose, such as commercial, requires authorization from the author or publisher of the work.

As all the works of UC Digitalis are protected by Copyright and Related Rights, and other applicable legislation, any copying, total or partial, of this document, where this is legally permitted, must contain or be accompanied by a notice to this effect.



PUBLICAÇÕES DO MUSEU MINERALÓGICO E GEOLÓGICO  
DA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

N.º 6

# Memórias e Notícias



COIMBRA  
IMPRENSA DA UNIVERSIDADE  
**1932**

# Estudo dos glaciares da Serra da Estréla(1)

POR

HERMANN LAUTENSACH

(Com 2 cartas topográficas, 1 figura e 12 fotografias, dedicado (2)  
ao 70.º aniversário de ALBRECHT PENCK)

A. OBERMAIER, no seu estudo sobre a glaciação da Espanha (3) separou em dois períodos o estudo dos glaciares. No

(1) Traduzido do vol. xvii, Fase, 4-5, 1929 do *Zeitschrift für Gletscherkunde*.

O ilustre professor de Giessen, Dr. HERMANN LAUTENSACH, concedeu ao Museu Geológico a tradução deste interessante trabalho sobre os glaciares da Serra da Estrela. Encarregou-se da tradução o Dr. CUSTÓDIO DE MORAIS. Para ambos, os protestos do nosso reconhecimento. — O Director, A. FERRAZ DE CARVALHO.

(2) Circunstâncias pessoais adiaram a última redacção do estudo aqui apresentado, o qual está já pronto há mais dum ano, e já nessa altura dedicado a ALBRECHT PENCK. A publicação dos esboços de cartas e fotografias foi auxiliada pela Hochschul Gesellschaft de Giessen, a quem apresento aqui o meu agradecimento.

(3) «Die eiszeitlich Vergletscherung Spaniens». *Pet. Mit.*, 1921, pág. 158-162. Também : H. OBERMAIER Y J. CARANDEL, «Datos para la climatología cuaternaria en Espana». *Bol. Real Soc. esp. Hist. nat.*, xv, 1915, pág. 402-411. — H. OBERMAIER, «El hombre fosil». *Com. de Investigaciones paleont. y prehist. Mem.* 9, Madrid, 1916. *Kap.* VI, E. H. DEL VILLAR, «El glaciacionismo cuaternario en la Peninsula Iberica». *Archivo Geogr. de la Pen. Iberica*, 1916, pág. 75-84. — L. FERNANDES NAVARRO, «Le glaciacionisme cuaternario dans la Péninsule Ibérique», *Rev. gén. des Sciences pures et appliquées*, xxviii, 1917, pág. 263-270.

mais antigo, que vai talvez até ao fim do último século, inclina-se a maioria dos autores, como B. BAYSELANCE, SCHIMPER e MACPHERSON, embora sem grande material de observação, para uma grande extensão de glaciares, desde as montanhas até às suas regiões vizinhas enquanto que outros, como por exemplo DRASCHE e HELLMAN, duvidam da existência de vestígios de glaciares na península.

OBERMAIER notou que PENCK era um dos poucos que não enfileirava em nenhum destes extremos. Em 1884, fundando-se na existência de pequenas lagoas de montanhas admitia já a existência de glaciares na Serra da Guadarrama e na da Estréla(1), e já um ano antes ele apresentava a hipótese dos glaciares dos Pirineus centrais, fundado num grande número de observações (2), hipótese que nas suas linhas gerais ainda hoje prevalece. Em 1892 estendia estas pesquisas aos Perineus orientais assim como à Peñalara, na Serra da Guadarrama e publicou em 1894 simultaneamente com as observações já indicadas, um resumo crítico do período glaciário de toda a península (3). Mostra o autor aí que as mais altas montanhas da península contêm abundantes vestígios da ação glaciária, como seja: lagoas de montanhas, rochas polidas, rochas aborregadas (4) e moreias, e que estes vestígios não atingem as bases das montanhas. Já este autor tem também a ideia que o limite

(1) «Geographische Wirkungen der Eiszeit». *Verhandl. iv. Deutsch. Geogr. Tag.* 1884, pág. 66.

(2) «Die Eiszeit in der Pyrenäen». *Mitt. Verein Erdk.* Leipzig, 1883, pág. 163-231.

(3) «Studien über das Klima Spaniens während der jüngeren Tertiärperiode und der Diluvialperiode». *Zeitsch. Ges. Erdk.* Berlim, xxix, 1894, pág. 109-141.

(4) Expressão adoptada pelo DR. GONÇALVES GUIMARÃES e correspondente à espanhola — *rocas aborregadas*; à francesa — *roches moutonées*; e à alemã — *Rundhocker*. (*Nota do Tradutor.*)

das neves glaciárias, desce, com o aumento das precipitações, de E para W.

O segundo período dos estudos glaciários na península é, segundo OBERMAIER, o dos estudos individuais, feitos em centros de glaciação muito distantes. Estão a eles ligados os nomes: O. QUELLE, W. HALBFASZ, H. OBERMAIER, O. SCHMIEDER, E. H. DEL VILLAR, J. CARANDELL F. ARAGON, L. F. NAVARRO, J. G. DE LLARENA, L. MENGAUD, O MENGEL, M. CHEVALIER, FR. NUSZBAUM, P. VOSSELER, R. STICKEL. Junta-se-lhe também o presente trabalho, feito com materiais que reuni em três semanas dedicadas a duas viagens na Serra da Estrela (Outubro 1927, Agosto e Setembro 1928).

## I

O que expusemos sobre o desenvolvimento histórico dos estudos dos glaciares da península diz unicamente respeito à parte espanhola. Os dois estados ibéricos vivem ao lado um do outro numa grande separação em todos os campos, até no científico. Assim continua Portugal, no estudo dos seus glaciares, no primeiro dos dois períodos acima indicados.

CARLOS RIBEIRO, o primeiro director dos serviços geológicos portugueses, começou a estudar os terrenos quaternários; era porém um observador muito cuidadoso para não cair em erros, tirando conclusões muito apressadas (1).

VASCONCELOS CABRAL acreditava, pelo contrário, numa glaciação do N. de Portugal, que se estendeu até à costa, junto

(1) *Descrição do terreno quaternário das bacias do Tejo e Sado*, 164 pág. Lisboa, 1866. — «Note sur le terrain quaternaire de Portugal». *Bul. Soc. Geol. France* (3), xxiv, 1867, pág. 692-717.

do Porto (1). AUGUSTO NOBRE (2) W. DE LIMA e P. CHOFFAT (3) contestaram-no. As superfícies polidas de granito e gneisse, que VASCONCELOS apresentou como prova da sua afirmação, são de origem marinha e não glaciaria. O mesmo se diz das ranhuras e sulcos que aparecem nas costas vizinhas. Esses sulcos dependem das juntas do gneisse. Mais tarde disse-se que alguns daqueles sulcos provinham duma cadeia a que se ligava uma barca, que os produzia, basculando (4).

Os enormes blocos de granito das supostas aluviões antigas da Boa Vista, a W. do Porto, não são mais que vestígios da acção da intempérie.

Não foi mais feliz que VASCONCELOS, FONSECA CARDOSO (5) que supôs encontrar em Lisboa vestígios da acção glaciária. Foi também CHOFFAT (6) que mostrou que não se tratava de tais vestígios, mas de brechas de fricção nos calcáreos cretácicos do Vale de Alcântara.

CHOFFAT tinha dúvidas na apreciação dos blocos gigan-

(1) «Notícia sobre rochas estriadas da bacia do Douro» *Rev. de Obras públicas e Minas*, I, 1870, pág. 27-31. — «Résumé d'une étude sur quelque dépôts superficiels du bassin du Douro». «Presence de l'homme», «Vestiges d'action glaciaire». «Compté Rendu Congrès intern.». *Antropol. et Archeol. à Lisbonne*, 1880, pág. 155-189. Lisboa 1884. — «Estudo de depósitos superficiais da bacia do Douro». *Mem. Serv. Geol. Port.* Lisboa 1881, 87 págs.

(2) «Étude géologique sur le bassin du Douro ». *Ann. Soc. Royale Malacologique de Belgique*, t. xxvii, 1892, pág. 3-29.

(3) »Dépôts superficiels». «Glaciaire». *Ann. Geol. Universel*, x, 1893, pág. 579-584, publicado nas *Comunicações da Direcção dos Trabalhos Geológicos de Portugal*, III, 1895-1898 págs. 108-112.

(4) P. CHOFFAT, in *Comm. Serv. Geol. Port.*, vi, 1904-1905, pág. 172, também *Bull. Soc. Geol. France* (4), iv, 1904, pág. 739-753.

(5) «Nota sobre uma estação cheleana no vale de Alcântara. *Rev. Scienc. Nat.*, III, 1893, em 12 págs.

(6) *Comm. Dir. Trab. Geol. Port.*, III, 1895-1898 e *An. Geol. Univ.*, já citado.

tescos, de quartzito e arcoses(1), que aparecem dispersos entre o Vouga e Mondego, ou antes entre Aveiro e Condeixa, sobre a superfície de erosão (2), com cotas que raras vezes excedem 100 metros, a qual está coberta pelo Pliocénio (3).

Num livro facilmente acessível (4) apresenta num desenho um grupo destes e chama-lhes blocos erráticos, enquanto que no texto também admite um transporte flúvio-glacial : « c'est peut-être à la même époque qu'il faut attribuer le transport de grands blocs d'arkose dispersés entre Condeixa et Aveiro». Na carta geológica de Portugal de 1899 vem também a designação de blocos erráticos.

Pesquizei alguns mas não os encontrei. Aparecendo em regiões arenosas, desprovidas de materiais de construção, eles constituíram para os seus habitantes dádivas da natureza, sendo aproveitados como pedreiras (1). A origem destes blocos é ainda um problema difícil. Não são certamente de origem glacial ou flúvio-glacial. A cobertura de areias e de arenitos de fraca consistência que se estende sobre esta região, (segundo os geólogos portugueses) foi considerada do Pliocénio, sobretudo no seu extremo S, perto de Leiria, porque contém lenhites (Marrazes) e margas (Carvide) com fósseis do Pliocénio (5). Não se comprehende pois, como forças quaternárias teriam transportado tão grandes-blocos, sem deixarem na vizinhança outros vestígios da sua acção.

(1) *Comm. Dir. Trab. Geol. Port., III, 1895-1898* e *Ann. Geol. Univ.* já citado.

(2) *Rumpffläsche* ou em Davis *peneplain*. (*Nota do Tradutor.*)

(3) H. LAUTENSACH, « Morphologische Skisse der Küsten Portugals ». *Sonderband Zeitschr. Ges Erdk.* Berlim, 1928, pág. 312.

(4) Aperçu de la Géologie de Portugal in *Le Portugal au point de vue agricole*, Lisboa, 1900, pág. 40 e seg.

(5) P. CHOFFAT, *Aperçu*, já citado, pág. 37 e «Recueil de monographies stratigraphiques sur le système cretacique du Portugal». *Mem. Serv. Geol. Port.* Lisboa, 1900, pág. 254, 259 e seg.

A existência de blocos de quartzito de Aveiro a Condeixa está em relação genética com uma espessa camada de blocos que se encontra imediatamente na base N W da Meseta Ibérica, a cerca de 35 quilómetros a E da linha Aveiro-Condeixa, e em altitudes que vão de 200 a 600 metros, próximo de Góis e Arganil.

Depois de CARLOS RIBEIRO ter chamado a atenção para eles, foram estudados por NERY DELGADO (1) com a seguinte conclusão :

Deve ter havido três períodos de glaciares descendo da principal zona montanhosa. O penúltimo período glaciário deve ter deixado uma espessa moreia de blocos entre Góis e Arganil, tendo depois a fusão dos gêlos arredondado os blocos de quartzito, que foram então espalhados pela já dita região. O último período glaciário deve ter juntado os blocos nas encostas, incorporando-os numa moreia. Um glaciar da região de S. Pedro do Acor (1.340 metros), o do Ceira, deve ter-se unido a W de Arganil com o glaciar do Alva, descendo da Serra da Estréla, e a montante de Penacova com glaciares que vinham da margem direita do Mondego, continuando o glaciar total, no período médio glaciário, « jusq'aux plus basses plaines » (pág. 79). A autoridade de DELGADO, como director dos Serviços Geológicos, e com os seus estudos para a estratigrafia do Paleozoico português, impôs esta hipótese à geologia portuguesa (2), e não houve ate' hoje quem a contradisse (3).

(1) «Note sur l'existence d'anciens glaciers dans la vallée du Mondego». *Comm. Die. Trab. Geol. Port.*, III, 1895-1898, pág. 55-82.

(2) CHOUFFAT, emitiu também a sua prudente concordância. (A perçu pág. 40).

(3) «As últimas opiniões sobre esta questão reconhecem ainda os resultados de DELGADO (E. P'LEURY in *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 162, 1916, pág. 600-601.

As minhas pesquisas mostraram-me todavia um outro resultado.

1. — Os blocos de quartzito vão até 1,5 metros de diâmetro, e só excepcionalmente a 3 metros. São arredondados e têm uma face quase plana, por onde se apoiam. Entoram-se um pouco num meio cuja composição varia muitas vezes para baixo. Se esta base são os xistos argilosos do precâmbrico, o terreno é uma argila vermelha; se a base são os arenitos senoniapós, o terreno é uma massa branca arenosa ou argilo-arenosa. DELGADO descreve estes factos com muita clareza (pág. 70, 73, etc.) Devemos porém concluir que se trata duma formação inteiramente local. Se estivéssemos perante moreias dum glaciar do Ceira, ele devia ter percorrido 35 quilómetros em montanhas quase sem deixar restos, sobre os xistos argilosos e grauvaques do precâmbrico. Um tal glaciar devia, imediatamente depois de deixar o precâmbrico e as montanhas da meseta, formar moreias, e assim estas deviam ter uma composição quase independente da natureza petrográfica das formações onde assentaram, e conter, não quartzitos rolados, mas uma composição única de blocos rolados de xistos argilosos e grauvaques. Um tal glaciar percorreria as faixas quartzíticas do silúrico, que afloram no enrugado precâmbrico, dirigidas para NW, unicamente numa estreita passagem junto de Fajão, e com uma espessura bastante para contactar na sua margem esquerda com o Penedo de Góis (1.043 metros).

2. — É claro que os blocos de quartzito dos depósitos que falamos provêm dos mencionados afloramentos dos quartzitos do silúrico. Podia ainda confirmar a opinião de DELGADO (pág. 67) o facto de os depósitos não aparecerem para W do Penedo de Sacões a Góis.

Isto é a prova que a acção transportadora vem de W e SW e não SE como exigiria um glaciar do Ceira.

Um tal glaciar teria corrido para W sobre a portela (413 metros) que fica a W da Ponte Sotam, e teria trazido

blocos de quartzito para a Lousa. Aqui o depósito atinge, perto daquela passagem, mesmo o pico do Monte de Carvalhal (536 metros) e de Sacões (595 metros). Que a força transportadora vem de W e SW mostra ainda o facto observado por DELGADO, de a frequência dos blocos de quartzito decrescer para NE.

3. — O depósito reveste claramente (embora em espessura dificilmente determinável, pela falta de aberturas), as vertentes perfiladas em linha recta, e mostra a máxima diferença de alturas de 400 metros. Umas vezes apresenta-se em cobertura contínua numa das vertentes dum vale, faltando completamente sobre a outra (Valeiro de Folques); noutros casos, como no vale de Sótam, falta na parte superior pôsto que este tenha a sua origem no próprio quartzito e ao aparecimento dos depósitos na vizinhança se deva incondicionalmente atribuir a glaciação.

Isto não é a forma de depósito de moreias do fundo ou de moreias terminais numa região em que o seu carácter se vai dia a dia tornando próprio de montanhas já meio gastas pela erosão (1).

4. — O valeiro de Folques, a W de Arganil, dá-nos tanto nos sulcos das chuvas como nos taludes das estradas bons esclarecimentos. Os depósitos cheios de lâminas de xistos, angulosos ou arredondados mostram aqui a estrutura típica das *vertentes cobertas de blocos soltos* (2) mas não de moreias, como supõe DELGADO (pág. 72). O mesmo se diz da estrutura dos depósitos de Bordeiro (pág. 75).

Os blocos, igualmente notados por DELGADO na montanha de Sacões (pág. 68), mostram que devem a sua situação unicamente à acção da gravidade.

5. — Nos blocos de quartzito podem, por meio da intem-

(1) *Mittelgebirg.*

(2) *Gehängeschutt.*

périe, formar-se sulcos (pág. 56) que podem ser confundidos com os de origem glaciária, sobretudo para quem, como DELGADO, não estava habituado às condições do norte e dos Alpes.

DELGADO dá grande valor a um bloco de 1 metro de diâmetro, situado a 1.500 metros ao N. de Góis em frente da quinta da Capela, e cuja superfície está, estriada dum lado, (pág. 55, 64). Segundo este autor pertence tal bloco e os depósitos vizinhos, à moreia frontal do glaciar do Ceira, do 2.<sup>o</sup> período glaciário, tendo sido êste material transportado pelas águas no período inter-glacial consecutivo, e de novo arrastado para mais longe no último período glaciário.

Os sulcos devem provir do primeiro transporte glacial e ter sido quase apagados pelo seguinte transporte fluvial. Um dos blocos... mostrava uma face plana, sobre a qual deve ter sido arrastado, pois que se viam ainda vestígios evidentes de estriação glaciar, diz DELGADO. Na estampa I apresenta o mesmo autor uma excelente figura da superfície deste bloco.

Os sulcos teem um raio de curvatura extremamente pequeno, como pode acontecer num bloco de tais dimensões unicamente por meio duma rotação livre, sem translação ao ar livre, e nunca porém numa moreia de fundo. Eu mesmo não consegui encontrar aí nenhum bloco estriado. Alguns dêles mostravam porém a estratificação do quartzito, e portanto uns pequenos sulcos facilmente confundíveis com os do movimento glaciário.

6. — DELGADO atribui também grande importância à abertura do corte da estrada da Portela de Góis (406 metros).

A massa xistosa experimentou aqui, na encosta um pouco escarpada, um escorregamento local e torna-se em vista disso muito tenra.

Resultam daqui infinitas superfícies de divisão, ao longo das quais o xisto cinzento se transforma em vermelho sanguíneo. Esta massa torna-se no inverno muito plástica, na sua metade NE, e resulta daí que os blocos deslizam alguns

metros, pelo seu próprio peso. Não se trata pois duma mistura das moreias marginais com o xisto, feita durante o último período glaciário.

Deduz-se daqui que a *hipótese de DELGADO dum glaciar do NW do maciço da meseta é insustentável*.

Isto é um resto daquele primeiro período das pesquisas sobre glaciares da península e que já passou há dezenas de anos. Um glaciar do Ceira que penetrasse só até Góis atingiria um limite de neves unicamente com 800 metros de altura.

Este limite ainda teria de ser mais baixo para um glaciar nas condições de DELGADO. A depressão da linha das neves persistentes relativamente à actual seria de 2.000 metros (1)!

Já os arenitos senonianos que se estendem ao longo da base NW das montanhas contêm blocos de quartzito que proveem das faixas dos quartzitos silúricos acima indicados. A distribuição do dito depósito de blocos mostra que os quartzitos não proveem unicamente dos arenitos.

Deve em grande parte ter sido formado, nos tempos post-senonianos, e provir directamente dos quartzitos silúricos, e ter sido espalhado pela ação fluvial (que deu aos blocos forma arredondada) sobre uma antiga vertente da região, e que na metade W daquela região se dirigia para NE. Quando aquela vertente, quase plana, arrastada pela elevação da montanha, foi rasgada com fendas de centenas de metros de profundidade, foram então riscados os blocos, de que as torrentes e as encostas escabrosas iam tomando conta.

E tão duvidoso que os glaciares da vertente NW da Serra atingissem Góis e Arganil, como o é que os glaciares da própria serra alcançassem pelo Vale do Zézere, no SE, o lugar abaixo de Valhelhas.

F. DE VASCONCELOS (2) descreve um depósito situado

(1) Veja adiante.

(2) «Traces d'actions glaciaires dans la Serra d'Estrella». *Comm.*

1,5 quilómetros abaixo desta aldeia e atribui-o a um glaciar do Zézere com 26 quilómetros de comprimento. Uma revisão das suas observações mostrou-me que se trata dum amontoado com 500 metros de altitude, cortado na sua base pelo Zézere, e que se estende para SW da Serra do Mar, a 852 metros. A E deste amontoado encontra-se o limite entre os xistos precâmbricos e o granito (1).

O xisto está transformado num xisto noduloso rico em quartzo, numa longa faixa com a extensão de 1 quilómetro, devido ao contacto do granito. Os blocos amontoados de placas de xisto noduloso são arredondados, e estão envolvidos num barro vermelho que os liga, mostrando assim pela sua composição que se trata duma formação local.

E preciso subirmos à parte mais alta da Serra da Estrela para encontrar em Portugal vestígios do período glaciário. Deve-se ao falecido geólogo VASCONCELOS PEREIRA CABRAL o grande serviço de ter encontrado, em 1883, na Serra da Estrêla, sulcos de glaciares, rochas aborregadas, blocos erráticos e moreias, tendo assim publicado a primeira prova evidente duma glaciação sobre a península (2), não obstante dois anos antes a Sociedade de Geografia de Lisboa ter aí mandado uma completa expedição científica que, a-pesar-dos muitos e preciosos elementos colhidos, deixou ainda de parte os pro-

*Trab. Geol. Port., I, 1883-1887, pág. 189 a 210, especialmente pág. 206 e seg.*  
Este trabalho foi anteriormente publicado em português na *Revista de Obras públicas e Minas* (1884, t. xv, n.<sup>os</sup> 177 e 178). A. PENCK já em 1894 tinha exteriorizado as suas dúvidas sobre a significação do depósito de Valhelhas. (*Studien über das Klima Spaniens*, já cit., pág. 135.)

(1) A carta geológica marca este limite entre os xistos e o granito mais para baixo, para o vale.

(2) «Traces d'actions glaciaires dans la Serra d'Estrella» já cit. Uma repetição, dos principais resultados publicou A. PENCK nos estudos sobre o clima de Espanha etc. já cit., pág. 135.

blemas morfológicos (1). VASCONCELOS limitou-se a umas pesquisas nos vales da Lagoa do Conde, da Lagoa Comprida e do Zézere. Trinta anos mais tarde publicou FLEURY uma nota sobre a glaciação da Serra da Estréla (2) e anunciou em 1919 um trabalho completo sobre esta questão em Portugal (3), que ainda não foi porém publicado. Não está pois ainda publicada uma monografia sobre a glaciação da primeira serra de Portugal.

## II

A cordilheira a que pertence a Serra da Estréla, começa por degraus, em frente do termo anterior da cordilheira central (Serra da Pena, Serra da Gata, Serra das Mesas) para se elevar, perto da Guarda, acima de 800 a 850 metros, formando o planalto da Beira Trasmontana, e estende-se num comprimento de 115 quilómetros e numa largura media de 25, para SW, até que, ao chegar à linha de grandes perturbações de Penela a Ferreira do Zézere, onde o paleozoico da serra mergulha por baixo do Mezozóico da parte central da costa de Portugal, tendo aí o seu fim.

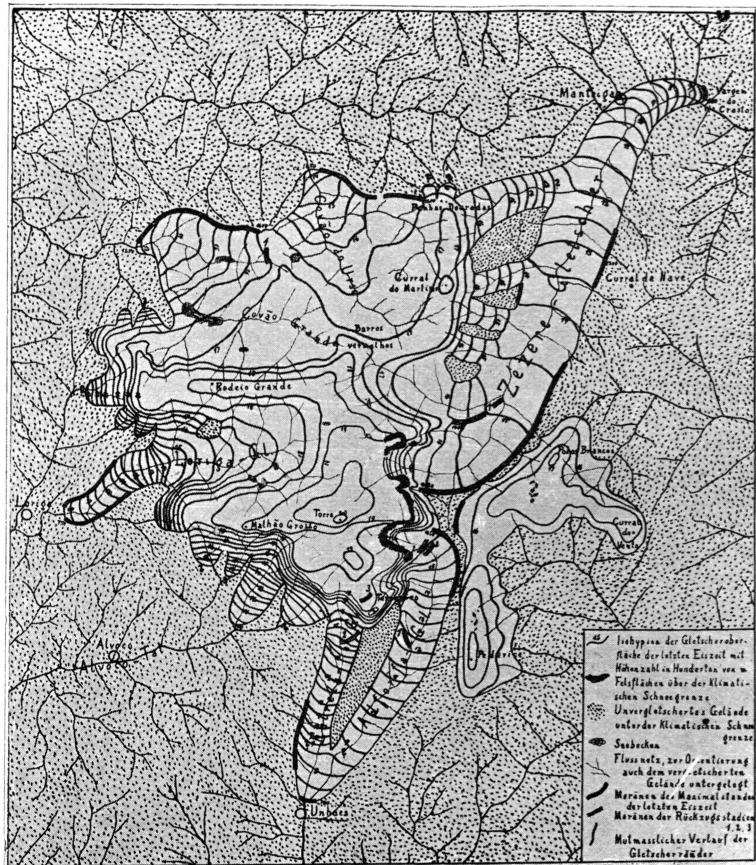
O terço NE desta montanha distingue-se nitidamente dos dois terços SW. Podemos fazer a separação pela linha que vai por Tortozendo, Unhais da Serra, Teixeiras, Alvoco da Serra, Loriga, Valesim e Vila Cova, o qual nunca atinge a cota de 1.000 metros. O terço NE, exceptuando uma oval de

(1) «Expedição científica à Serra da Estrela em 1881». Lisboa, 1883.

(2) «Sur les anciennes glaciations de la Serra da Estrela (Portugal).

*C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 162, 1916, pág. 599-601.

(3) «Formes de desagregation et d'usure en Portugal. *Mem, publ. par la Soc. nat. Ser. Geol.*, 1, Lisboa 1919, pág. 63 nota 3. Este trabalho contém muitos factos demonstrativos da existência das formas na Serra da Estrela. Exagera porém muito a acção local das fendas devidas a congelação e do lascado devido às variações de temperatura.



Esbôço 2. — Carta fisiográfica da glaciação da Serra da Estréla estudada por H. Lautensach. Escala 1:100.000.

Legenda:

- Isoípsas da superfície do glaciar da última glaciação, com a altitude em centenas de metros.
- Superfícies rochosas acima do limite climático das neves persistentes.
- Terras não glaciadas, abaixo daquele limite.
- Bacias de lagóas.
- Rios indicados também por baixo dos gelos, para orientação.
- Moreias da máxima fase dos últimos tempos glaciários.
- Moreias dos estádios de retrocesso 1, 2, 3.
- Linha provável do contorno dos glaciares.



Esbôço I. — Carta topográfica da parte mais alta da Serra da Estrêla, chamada a Serra dos Cântaros. Tirada da publicação oficial e completada por H. Lautensach.  
Escala ap. 1:120.000.

xistas que vai da Cabeça Alta até às fontes do Vale de Verdelhos, é de granito.

Podemos contar cinco degraus (Pedra Sobreposta 1.060 metros, S. Tiago 1.500, Penhas Douradas 1650, Barros Vermeilhos de Manteigas 1.840, Salgadeira 1.920), até ao ponto mais alto de Portugal — o Malhão Grande (1.991 metros), onde fica o marco trigonométrico chamado geralmente A Torre, caindo-se abruptamente num único declive de 1.000 metros para S e SW. A base desta parte coincide quase sempre com o contacto dos xistas e do granito. A escarpa provém da diferença de resistência das suas rochas. Torna-se necessário delimitar o nome Serra da Estrela a este terço NE, contrariamente ao uso corrente. Os restantes dois terços: Serra do Açor, e Serra da Lousa formam uma região monótona, seca, inculta e desabitada quase sempre formada de xistas, e cujos picos raras vezes se elevam acima de 1.100 metros.

A Serra da Estréla propriamente dita, com o comprimento de 40 quilómetros unicamente na sua parte S, a mais pequena e a mais alta, oferece os sinais dum montanha com glaciares. E a parte chamada Serra dos Cântaros. A carta n.<sup>o</sup> 1 é uma carta topográfica da região, fundada na carta Corográfica de 1:100000, folha n.<sup>o</sup> 14. Esta folha está porém muito imperfeita, porque o autor não tinha a mais pequena ideia da topografia glaciária. Noutros pontos de importância morfológica, sobretudo na representação da rede das águas dos rios Zézere e Alfofa, há também imperfeições. Esta carta vai por isso completada por mim, servindo-me para isso de fotografias e esboços meus, tendo também juntado alguns nomes.

Como se vê não se trata de uma nova edição trigonométrica desta carta (1).

A Serra dos Cântaros a partir do seu sopé, com a cóta de

(1) Aqui apresento os meus agradecimentos ao sr. Dr. E. LOREY de Gieszen pelo auxílio que me deu na publicação destas cartas.

400 a 500 metros, e que é cortado por rios paralelos às montanhas para onde vão as suas águas, eleva-se quase em declive contínuo e quase em linha recta até 1.600 metros. Esta encosta é muito ravinada por torrentes, que são indicadas por meio do seu curso médio. Naquela altitude aparece um *sistema de planaltos dispostos suavemente em socalcos*, as quais são os restos de antigas planícies de transporte. Os cursos superiores destes rios são do mesmo modo cortados suavemente com pequena queda. Na Serra dos Cântaros o sistema consiste em quatro membros que estão ligados entre si por meio de taludes, os quais são, por ordem crescente: a) nível 1.500 a 1.600 metros: Corgo das Mós 1539, 1588, Curral da Nave; b) nível 1.650 a 1.750 metros: Penhas Douradas, Curral do Martins, Canariz, Altura da Pedreira, Poios Brancos, Curral do Vento, Pederice; c) nível 1.800 a 1.865 metros: Rodeio Grande 1862, 1855, 1841, Malhão Grosso, Penha de Abutres, 1859, Terroeiro; d) a região culminante (1920 a 1991 metros) 1921, Salgadeira, Cântaro Gordo, Cântaro Magro, Espinhaço do Cão, Torre.

Através deste sistema dos planaltos estende-se paralelamente às encostas das montanhas uma série de vales rectilíneos, e raras vezes profundos. O Zézere e o Alfofa deixam ambos o planalto da Torre na direcção E, e voltam-se o primeiro para o N e o segundo para o S, através destes vales. Entre as duas curvas destes rios fica a região quase plana da passagem da Nave de Santo António. Tal alinhamento dos vales é frequente no N. de Portugal, especialmente nas regiões graníticas. CHOFFAT publicou uma monografia sobre estes alinhamentos, e explica-os com toda a probabilidade. Numa segunda monografia admite a explicação com toda a segurança (1).

(1) «La ligne de dépression Régua-Verin et ses sources carbonatées». «Remarques et considerations». *Com. Serv. Geol. Port.*, XII, 1917, pág. 35-69. — «Notícia sobre a carta hipométrica de Portugal». *Com. Ser. Geol. Port.*, VII, 1907, pág. 41.

AMORIM GIRÃO descreve um caso correspondente num vale do Rio Vouga (1). Segundo estudo que ainda não publiquei, cheguei ao mesmo resultado no Vale das Caldas da Serra do Gerez. Trata-se, debaixo do ponto de vista tectónico, duma zona fracturada em linha recta, e que a erosão fluvial trabalhou posteriormente (2). Muitos deles são reconhecidos por meio do aparecimento de Termas. A este caso pertence o alinhamento dos vales do Zêzere e Alforfa, onde se encontram as Caldas de Manteigas (3) e as termas de Unhais da Serra (4).

A SE destes vales, vales onde a serra está profundamente rasgada, encontram-se ainda outros vales tectónicamente dispostos, correndo paralelamente aos lados da montanha. O leito do Zêzere, abaixo de Manteigas muda três vezes entre vale transversal e longitudinal. Esta última disposição dos vales tem todos os sinais duma erosão puramente fluvial. A E e ao S. do pico Curral da Nave e Curral do Vento a partir da encosta SE da Serra destrui-se inteiramente o sistema de velhas regiões planificadas. Em seu lugar aparecem picos como dentes de serra, com o carácter cortante separados por vales entalhados com perfis rectilíneos.

Ao tipo dos vales longitudinais pertence também o do Mondego cujas nascentes estão na encosta N. da Serra dos Cântaros. Este tem porém um carácter inteiramente diferente do do seu vizinho de SE. E um termo da velha topografia.

(1) *Bacia do Vouga, Coimbra* 1922, pág. 37 e seg.

(2) Veja W. DEECKE. «Der Zusammenhang von Fluslauf und Tektonik. Fortschr. d. Geol. u. Paläont. H. 16. Berlin 1926, especialmente pág. 61 e seg.

(3) 3 quilómetros SSW de Manteigas. 5 fontes em parte contendo gás sulfídrico, a mais quente com 42° C. L. TORRES, «Aguas termais de Manteigas e Unhais da Serra». In: *Expedição científica à Serra da Estrela*, já cit. 25 pág.

(4) 2 fontes, a mais quente com 39,3° igualmente sulfureas.

O Mondêgo atinge, depois dum percurso de 35 quilómetros, um leito paralelo à Serra, na sua encosta N. A parte superior do seu vale é uma bacia extensa e plana de 1.200 a 1.300 metros de altitude, unicamente cortada pela erosão numa profundidade de 50 metros, e de forma convexa (Foto 1). Unicamente a 3 quilómetros de distância corre o Zézere, 600 metros mais fundo, junto de Manteigas: uma morfologia notável que se abrange das alturas à volta das vilas e quintas do Sanatório Manteigas.

Numa encosta única, com uma queda de 100 m. desce-se do alto da Serra para SE para a bacia da Covilhã (400 a 450 m.) onde o Zézere corre paralelamente à montanha.

*A Serra dos Cântaros apresenta-nos como uma região de levantamento recente, cuja idade não pode porém ser determinada devido à falta de sedimentos equivalentes nas regiões mais baixas. A parte NW dá a impressão duma flexão, enquanto que a abrupta encosta de SE nos lembra uma falha.*

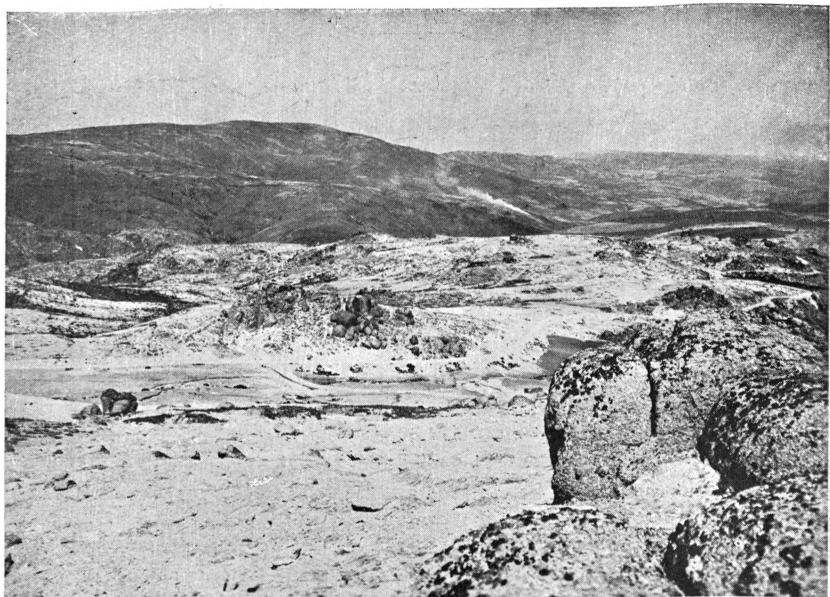
*Na zona média há evidentes restos de antigas superfícies, enquanto que a estreita faixa NW está cheia de escarpas, a mais larga faixa SE está cortada por rios que correm paralelamente à montanha.*

### III

É em vão que se procuram vestígios de glaciares na parte superior da bacia um pouco alongada do Mondego superior, assim como na região das cristãs que se elevam na Santinha até 1593 m. e no Corgo das Mós até 1647. Pode-se igualmente subir da Covilhã, por cima do seu sanatório, até à passagem (1603) entre os Poios Brancos e Pederice sem encontrar moreias ou rochas aborregadas. Encontra-se pelo contrário nestas regiões, enquanto elas são graníticas (o que sucede quase sempre) um fenômeno muito freqüente nos granitos de Portugal e até nas regiões mais baixas. É o que



*Est. I*



Fot. 1. — Vista do Sanatório de Manteigas (1500 m.) sóbre a parte superior do vale do Mondego (1200-1300 m.). Por detrás o rochedo da Santinha (1593 m.). Na frente à direita e no meio ruínas de rochas.



Fot. 2. — Região do pico 1529 junto do Sanatório de Manteigas. Na frente granito alterado *in situ*. No meio uma sementeira de blocos. Detrás os feldespatos do pico 1539.  
(Fot. de Lautensach.)

VON PASSARGE chamou «Felsburgen» que podemos traduzir por *castelos de rochas* (1). No meio eleva-se uma massa rochosa mais ou menos cortada por fendas; por fora vêem-se superfícies arredondadas; à volta estão os blocos já desligados que nos parecem batatas gigantescas, (2) no meio dum talude suave, até com declive médio, e que é feito de areias graníticas (Foto 1). Estas massas arenosas apresentam grande espessura nestas regiões de ruínas de rochas.

Avançando do Corgo das Mós para S ou para SW atingimos o pico 1539, e o das Penhas Douradas que ainda têm o mesmo aspecto de ruínas, mas com a forma um pouco diferente. A ligação das diferentes partes é mais firme, as paredes de blocos arredondados são planas, e chegam até à base, as ruínas tem a forma de sino, e faltam as batatas gigantescas (foto 2). Estas formas de sino encontram-se por toda a parte em Portugal, sobretudo onde uma forte enxurrada ou uma forte torrente impede a formação daquelas encostas de areia grossa, isto é, sobretudo nas regiões de taludes muito aprumados. Porém nestes pontos da Serra da Estrela são muitas vezes pequenos os taludes médios. Não é só a pequenez das camadas de areia grossa que mostra a antiga existência duma forte erosão superficial, mas também a existência de superfícies quase planas, formadas das tais areias e rochas, assim como blocos arredondados que têm a marca dum curto transporte fluvial, e que estão dispersos sobre aqueles campos de rochas e cascalhos.

É este o aspecto da região onde se encontra a primeira

(1) Ou ruínas de rochas.

(1) «Die Grundlagen der Landschaftskunde». Vol. I, Hamburg. 1919, pág. 31.

(2) Veja H. SCHMITTHENER. «Die Oberflächengestaltung im auszertropischen Monsunklima». *Dusseldorfer Geogr. Vortr. v. Erörl.* Breslau 1927. III, pág. 27.

moreia vindo do N. É uma moreia espessa situada a W do Pico 1665 das Penhas Douradas, e com a cota de 1650 m., tendo a W o pico 1613 e situada sobre o flanco direito de quem desce o Covão do Urso (carta 2). Com a face exterior bastante aprumada encontra-se a moreia lateral direita do glaciar do Covão do Urso sobre uma superfície de erosão formada pelo granito (foto 3).

Se passamos por cima da moreia e entramos na região outrora coberta de gêlos nota-se a completa falta de ruínas de rochas.

Primeiramente aparecem em seu lugar rochas aborregadas cuja forma nem sempre é tam regular como nos Alpes. Um dos mais importantes factores que concorrem para esta forma é a direcção do movimento do gelo em relação à direcção das numerosas fendas que atravessam o granito.

Se o gelo corre numa encosta perpendicularmente a uma direcção de juntas, então estas rochas tomam a forma de degraus de escada de arestas rombas.

Em cima, sobre o planalto, onde o ângulo do talude em geral é pequeno e a espessura do gêlo devia ser tambem pequena, a ordem de grandeza destes degraus é muito mais pequena que no domínio da encosta aprumada do planalto e no limite das neves do glaciar (ver adiante), onde a expressura da massa de gêlo era maior. *Parece assim que a ordem de grandeza das rochas aborregadas é proporcional ao ângulo do talude e à espessura do gêlo* (1). Nas escarpas do planalto estas rochas formam verdadeiras escadas de gigantes (foto 4). Onde pelo contrário falta uma das direcções de fendas de fractura que favorecem a formação de cuboides graníticas têm as tochas aborregadas formas mais adoçadas, como se vê nos Alpes cristalinos.

(1) Veja H. LAUTENSACH, «Die Uebertiefung des Tessingebiets. Geogr. Abh, X, I, 1912, pág. 147 e seg.



Fot. 3. — Moreia lateral direita do glaciar do Covão do Urso, junto do pico 1613.  
(Fot. de Lautensach.)



Fot. 4. — Vista dos Barros Vermelhos de Manteigas na direcção do Vale da Candieira. Escadas de gigantes com lagôas fechadas. Àtrás e à direita o Cântaro Gordo, à esquerda Poios Brancos.  
(Fot. de Lautensach.)



Como já notava VASCONCELOS (1) as faces dos blocos polidos não são muito planas, porque o granito de duas micas contendo cristais de feldespato que vão até 5 cm. favorece a formação de saliências. Onde este granito, que constitui a principal rocha da S. dos Cântaros, envolve um granito claro de moscovite, vêem-se pelo contrário notáveis faces polidas. Nos picos dos cabeços de rochas arrebanhadas vêm-se às vezes blocos erráticos os quais pela sua forma de arestas um pouco arredondada se distinguem das batatas gigantescas da zona das ruínas graníticas (2). Os blocos erráticos acumulam-se sobre as moreias laterais para se associarem, quase formando calçada.

Em terras espanholas, ao N do Minho, encontrei a demonstração de que já nos tempos pré-glaciais havia ruínas de castelos de rochas. Por diferentes pontos da Serra aparecem restos de tais aspectos de rochas e cuja distribuição está ainda por descrever e por explicar. Isto é a prova que a Serra da Estréla já antes da sua glaciação os tinha, já os havendo no alto da Serra, onde mais tarde devia haver a glaciação. As ruínas de castelos faltam, como já disse, naquelas regiões que estiveram cobertas de gelos, a julgar pela distribuição das moreias terminais e laterais.

*Os glaciares movendo-se deviam ter destruído por toda a parte todas aquelas formações facilmente alteráveis, como por exemplo as ruínas de castelos.* Resulta daqui, sem mais considerações, que a região da foto n.º 2 esteve coberta de gelos móveis.

Os tempos post-glaciais não têm sido suficientes para formar novos campos de ruínas. A foto n.º 2 mostra ainda um destes aspectos onde há em volta uma camada de rochas de cerca de 30 m. de espessura, alteradas pela ação da in-

(1) «Traces d'actions glaciaires», já cit., pág. 192.

(2) «Explendidas fotografia em Vasconcelos», já cit., Est. I e II.

tempérie. Certamente não faltam à região já alterada pelo glaciar as transformações post-glaciárias. Na encosta N do planalto da Torre vêem-se típicos mares de rochas, que são o refúgio dos lobos (1). Ao longo das rasgadas fozes dos vales suspensos, por exemplo na extremidade de S da rua dos Mercadores, e nas vertentes cortadas pelos glaciares nota-se uma formação post-glacial de pilares, e que começa a dissolver a superfície exterior dos blocos polidos, encontrando-se estes caídos em desabamentos pela base da encosta (2).

Até aqui ainda se não chegou dentro do domínio dos glaciares a uma alteração post-glacial feita ao longo das fendas, nas vertentes em taludes suaves, como exige a formação das ruínas. Temos por isso nesta Serra, ao lado de moreias e rochas aborregadas, ainda um terceiro critério para distribuição dos gelos glaciários, a saber, a falta de ruínas de castelos. Onde elas aparecem não pode ter havido glaciares móveis; quando muito, campos de gelo sem movimento, talvez do tipo do campo de gelo do Corral de Veleta, na Serra Nevada (3)

Nos planaltos da Estrela podemos pois observar quatro formas concéntricas: 1.<sup>a</sup> a região das [rochas aborregadas e dos blocos erráticos; 2.<sup>a</sup> a estreita zona das moreias marginais e terminais; 3.<sup>a</sup> a faixa dos rochedos em forma de sino e dos campos cheios de rochas e cascalhos, o equivalente aos

(1) Confirma-se aqui a hipótese de Salomon, que nas alturas das rochas graníticas da península aparecem, como fenómeno glacial, os mares de rochas dispostos em corrente, enquanto que nos baixos aparecem, como seus equivalentes morfológicos, as ruínas de castelos («*Felsenmeere und Blockstreuungen. Sitzungsber. Heidelb. A. K. d. Wiss., Math. Naturw. Klasse. 1926. 12 Abh.*»).

(2) *Schutthalden und Bergstürze. (Nota do Trad.)*.

(3) Veja H. OBERMAIER y I. CARANDEL, «Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada». *Trab. Mus. nac. Cienc. nat. Ser. geol.*, 17. Madrid, 1916, pág. 64 e seg.

cones de transição (1) flúvio-glaciais; 4.<sup>a</sup> o extenso domínio das ruínas de castelos e vertentes de areias.

## IV

O aspecto dos glaciares da Serra da Estrela, conforme vai indicado na carta n.<sup>o</sup> 2 afasta-se num ponto importante de quase todos os outros glaciares das montanhas da península. As regiões de alimentação da glaciar da Estréla eram as secções *b* até *d* das descritas atrás (pág. 16) das antigas superfícies de erosão, situadas a W dos Vales Zézere e Alforfa. A partir desta região central de alimentação estendem-se línguas (2) de glaciar para W, S e NE lóbos (3) para NW. Falta a unidade no glaciar da Estréla. Este tipo de glaciar aproxima-se do recente tipo norueguês.

As monótonas extensões do planalto da Torre e as suas regiões vizinhas são formadas por um granito que se inclina para uma divisão em placas paralelas à face externa, e em parte tem o aspecto de terras lavradas ou sulcadas (4). As rochas aborregadas e calvas, que este granito mostra, têm o aspecto atrás descrito em degraus. Estas rochas e os blocos estriados (5) mostram que a direcção da marcha do gelo coincide quase sempre com a direcção dos taludes. Servindo-nos da carta n.<sup>o</sup> 1 podemos fazer uma ideia das correntes no planalto. A maior parte do gelo situado no planalto ao S da Torre corria para o Vale de Alforfa, juntamente com algum vindo do longo e baixo fosso da rua dos Mercadores, ao passo que quase nada

(1) *Über gangskegel*, en fr. *cône de transition*.

(2) *Zunge*.

(3) *Lappe*.

(4) *Karrenfeld*, (*Schrattenfeld*).

(5) *Schliffe*.

vem para o vale da Estrela, para o princípio do vale do Alvôco e para o princípio do Vale que nasce a SE do pico de 1827 m. Ao N da Torre corria o gêlo para W, tributário da grande bacia da parte superior do vale de Loriga. Desde a Salgadeira por cima dos picos de 1841 m. até ao pico de 1855 m. corria o gêlo entre este último e o vale da Candieira, e do pico 1855 até à Penha do Gato para entre o vale de Loriga e o Covão Grande; dos Barros Vermelhos até às Penhas Douradas para entre o Covão do Urso e o vale do Zézere, e entre os Barros Vermelhos e o Canariz para entre o Covão Grande e o Covão do Urso.

No mar de rochas aborregadas do planalto aparecem cavadas algumas pequenas bacias. A maior parte delas estão hoje areadas ou transformadas em charcos. Contêm relvas húmidas e servem de pastagens (Covanda do Boi) ou vive nelas o *Nardus Stricta*. Outrora estavam cheias de água, e até os habitantes de Loriga as aproveitam, construindo pequenos muros, para as suas regas de campos de milho que vivem nas partes profundas (Covanda das Quelhas, Covanda Serrana, Covanda Francella). Alguns, muito pequenos, alongados, tem sido conservados pela natureza entre os cabeços, mesmo sem entrada ou saída de ribeiros. O maior é o Chafariz do Rei. Os habitantes da região chamam às lagoas da Serra, Olhos marinhos, como sucede nos Cárpatos. Já a crônica de Juan Vasco (*Chronici rerum memorabilium Hispaniae*. Salamanca, 1552) diz: «Habet altissimus Lusitania montes, quorum vel praecipuuſ, qui a ſtella cognomen habet, in cuius cacumine frequenter in lacu quodam fragmenta navium reperiuntur, quum tamen a mari plus quam duodecim leucis distat. Quin et exaestuare et tempeſtatem ibi audivi affirmant accolae, quoties intumescit mare » (1).

(1) Segundo L. F. MARRECAS FERREIRA. «As lendas da Serra da Estrela na Tradição escripta». *Exp. Scient. à S. da Estrella*, já cit. pág. 17.

Ao S do pico 1894 m. no planalto da Estrela, a 1800 m. de altitude encontrei eu uma moreia stadial (1). Outras acumulações de blocos deviam ter a mesma origem, sem que contudo a forma me permita uma segura conclusão.

Desde o Terroeiro ao S até ao Cântaro Gordo ao N, precipita-se o planalto da Estrela por encostas aprumadas e raras vezes interrompidas para os vales de Alforfa e Zêzere, e para os dois vales circulares (2) que se dirigem para a Torre: o Covão das Vacas e o dos Cântaros. Entre estes últimos e para o N dêles divide-se o planalto da Estrela em três ramos de arestas cortantes: o Espinhaço do Cão (1916) o Cântaro Magro (1926 m.) que se tornou numa enorme torre de rochedos por meio da acção glacial e fluvial, e finalmente o enorme Cântaro Gordo (1910 m.) (foto 5) (3). Entre a extremidade S do Espinhaço do Cão e o Cântaro Magro sobre esta parede aprumada nenhum gelo podia correr para os vales de Zêzere e Alforfa, porque paralelamente a êles corre a Rua dos Mercadores, numa grande proximidade, e que deslocava para o S, para o Covão das Vacas a massa de gelo. Porém entre os dois Cântaros espalhou-se o gelo, como já notámos, formando uma corrente importante para a origem do vale do Zêzere, dando origem a um vale circular (foto 5). O fundo desta

(1) *Stadialmoräne*.

(2) ou curvos *Talzirken*, ver foto n.º 5. Talvez a tradução melhor fôsse Covão, como lá dizem. Nota do tradutor.

«A. PENK foi o primeiro que separou os vales circulares (*Talzirken*) dos circos glaciares (*Gehängezirken*, *Karen*), «Die Eiszeit in den Pyrenäen», já cit., pág. 215. Estes últimos faltam inteiramente na Serra da Estrela por causa do carácter planáltico da região de alimentação do glaciar.

(3) Cântaro no texto. Em alemão *Krug*. O nome deve provir de, até no verão mais seco brotar a água na base deste pico. L. M. MARRECAS FERREIRA, já cit., pág. 88 e seg.

bacia que desce a 1600 m. é hoje um círculo aterrado e arredondado com cerca de 150 m. de diâmetro, lago fechado do lado do vale por meio duma barra ou barragem (1) constituída por rochas aborregadas com rochas polidas.

Esta barra tem dois portos : o do actual esgoto e um mais largo formado pelos rochedos hoje sem água, e que provavelmente esteve activo num tempo interstadial. Abaixo destes: planos em degraus segue-se, 200 m. mais para baixo, para a base da enorme parede rochosa do Cântaro Magro, um outro plano menor, também fechado por uma barra rochosa, chamado Albergaria, e ainda outro a 1300 m. que é já o princípio do fundo do vale do Zêzere.

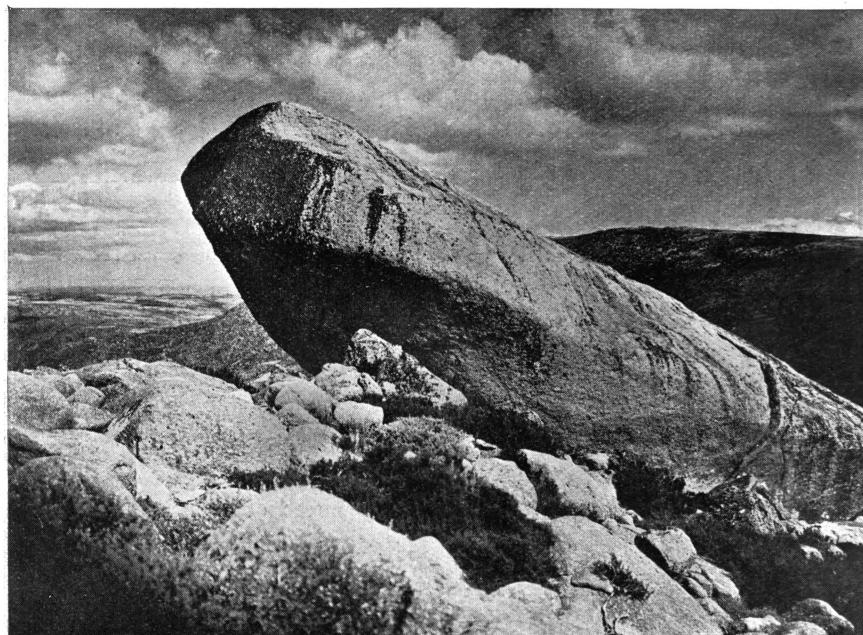
Este, num caminho um pouco incerto, volta-se agora pará o vale Zêzere-Alforfa. A vertente direita do vale retoma á curvatura numa extraordinária simetria, mergulhando de 1620 a 1530 m. numa aresta mais áspera e quase como uma parede. Enormes fendas mostram a construção desta vertente direita do vale do Zêzere, com 300 m. de altura. É formada desde baixo até acima duma areia amarela não estratificada e de pequenos fragmentos de rocha onde estão ligados blocos de granito arredondados e de diferentes tamanhos. A aresta com a forma de parede é exclusivamente formada dum agregado de blocos gigantescos. O maior deles, o melhor indicador do vale do Zêzere, até Manteigas, elevando-se acima do terreno, é o Poio do Judeu, que mede cerca de 4 x 5 x 12 m. num volume aproximado de 150 m. c. (foto 6). Todo aquêle depósito é a moreia de fundo e a situada por cima é a moreia lateral do velho glaciar do Zêzere. Ela está, como já disse, a 1620 m. (2) de altitude, e mostra que o glaciar tinha aqui a espessura aparente de 300 m. e um declive de 1:7.

(1) *Riegel* em fr. *verrou*, *barrage* (HAUG), esp. *umbral* (NAVARRO).

(2) Repetidas medidas pelo barômetro e pelo nível. O verão da península com semanas seguidas de pressão constante presta-se a boas medidas barométricas.



Fot. 5. — Covão dos Cântaros (circo alongado do Zêzere). À esquerda Espinhaço do Cão, no meio Cântaro Gordo. (Fot. Lautensach, ver pág. 25.)



Fot. 6. — Poio do Judeu, o maior bloco errático da Serra da Estréla, na aresta da moreia lateral direita do velho glaciar do Zêzere. (Fot. Lautensach.)



É soberba a vista que se disfruta de cima desta moreia lateral (foto 7). É uma das mais belas e mais regulares cales ou vales em U (1) que existem. O desenvolvimento retilíneo deste enorme vale deve ser, pelo menos em parte, um sinal indicador do seu traçado tectónico, pois que o mesmo sucede em todos os vales portugueses da mesma origem (ver adiante). A profundidade da cale é, pelo menos em parte, a consequência da acção fluvial pré e interglacial. Ela continua para baixo de Manteigas naquèle sistema de vales entalhado, ou em V (2) do Zêzere, paralelos às montanhas, que no lado SE do pé da montanha tem rasgado e consumido as antigas extensões planificadas; e a extremidade inferior da cale não mostra aqui nenhuma queda de retrocesso.

Raras vezes aquela forma de vale está completa no meio de rocha firme. Como se vê na foto 7 as suas paredes estão cobertas com uma extensa moreia que frequentemente tem a forma de taludes, estendida ao longo da encosta. As aberturas mostram porém que esta é muitas vezes delgada. Ela esconde fracamente a forma acima posta a descoberto. A forma de cale não se estende mais além do ponto onde chegou o glaciar. Falta em todos os rios portugueses que não tiveram glaciares. É pois uma obra do glaciar do Zêzere.

E possível seguir a moreia marginal direita com o seu sóco de moreia basal (3) por cima da margem da cale, na qual não há interrupção por vales laterais (foto 7). Abaixo dos Poios Brancos a sua aresta está apagada devido à erosão post-glaciária, pelo contrário abaixo do Curral da Nave, ela é bem evidente na cota de 1300 a 1200 m. (carta n.º 2). A

(1) *Trog.*; fr.: *auge*; em esp. *artesa glaciar*. Nestas línguas aproveitaram a semelhança do tal vale com artesa ou maceira embora estes sejam fechados nos topo. Preferimos por isso cale ou calha que é aberta nos topo.

(2) *Kerbtal*.

(3) *Grundmorane*.

moreia lateral esquerda em parte está conservada, porque deste lado afluem vários vales laterais também com glaciares. Ao S do Vale da Candieira, abaixo do Cântaro Gordo, está a 1600 m. uma moreia média com a forma de parede, a qual naturalmente desapareceu ao entrar o glaciar da Candieira no Zêzere. A parte superior da margem da cale do Zêzere coincide com a moreia lateral, como mostrou também Davis nos exemplos americanos (1), e como é frequente nos Alpes Calcários (2), enquanto que nos Alpes cristalinos entre a margem superior da cale e o limite superior do glaciar intercalam-se as espaldas da cale (3). As extensões planas que se veem à esquerda e à direita por cima da aresta superior do vale do Zêzere são antigas superfícies de erosão, e não as espaldas da cale.

O glaciar do Zêzere obtém através dos já referidos vales laterais da esquerda uma série de afluentes (4). Os vestígios da glaciação estão bem evidentes no mais notável dêles todos, o vale da Candieira. Há duas lagoas intercaladas na escada gigante de rochas aborregadas que do planalto vem para NE: a lagoa da Salgadeira e a da Paixão (5). Um pouco mais abaixo, perto do fundo do vale há rochas aborregadas dum claro brilhante com faces polidas na direcção do vale, E 20° S. O vale da Candieira tem na sua parte final um fundo de aluvião que mostra a existência duma antiga lagoa, com cerca de 600 m. de comprimento e desagua por último no Zêzere por um degrau coroado por uma barragem com cerca de 200 m.

(1) Por ex. em *Grundzugen der Physeogeographie* de W. M. DAVIS und G. BRAUN, Leipzig und Berlin, 1911, pág. 262 e seg.

(2) L. DISTELS *Gantztalige Trogtäler*.

(3) *Trogschuller*, em fr. *epaulement*, esp. *hombrera*. Refere-se às duas margens que ficam acima e para fora do U, às vezes em terraços.

(4) Não posso afirmar se o glaciar que desceu pelo valeiro entre o pico 1539 e 1585 metros atingiu o glaciar do Zêzere.

(5) Segundo a lenda foi nela afogada a Santa Antonina. L. M. MAR\*-RECAS FERREIRA, já cit., pág. 100.

de altura. Os seus vizinhos do N têm também confluências em degraus (ou vales suspensos) (1) que em parte são acompanhados de quedas de água. É-me impossível separar em dois níveis diferentes estes degraus de confluência, para concluir daqui uma dupla glaciação, como fêz FLEURY(2).

O fundo da cale do Zêzere não mostra nenhum degrau importante em rochas firmes, pondo de parte aquêle que fica abaixo do plano de 1300 m., já de si pouco pronunciado. O maior declive da queda de água um pouco acima das Caldas de Manteigas é originado pela formação de amontoados cómicos de blocos caídos (3) e uma segunda queda situada 3 km. mais longe, é a consequência dum desabamento de rochas vindo da encosta do Curral da Nave. O maior bloco desta queda chama-se Lapa do Carilho. Onde o regato do vale da Candieira se une com o Zêzere, na cota de 1100 m. estende-se no flanco esquerdo do vale, com 50 m. de altura, uma moreia estadial do glaciar do Zêzere (4). Abaixo das Caldas de Manteigas, ainda no mesmo alinhamento do largo e profundo vale de Alforfa-Zêzere a forma de cale torna-se insignificante. Dominam a paisagem os enormes cones de blocos caídos, hoje em grande parte disfarçados, sobre um dos quais fica situada Manteigas, assim como gigantescas acumulações de blocos estendidos ao longo da base da encosta, que desceram do Monte de S. Lourenço, a 1160 m. Abaixo dêles aparecem ainda aqui e além moreias do fundo. O ponto mais baixo destas moreias está, segundo VASCONCELOS, perto da fábrica de S. Gabriel, no lugar- chamado a Vargem do Crasto a 600 m. de alti-

(1) *Stufenmundungen.*

(2) *Sur les anciennes glaciations, etc.*», já cit., pág. 601.

(3) *Schuttkegel.*

(4) Esta é visível na fotog. n.º 7; lançando a vista pelo vale abaixo é a primeira mancha sombreada que se descobre no fundo do vale. O lugar chama-se «Apertado». VASCONCELOS fotografou a moreia e descreve-a cuidadosamente.

tude. Embora falte uma moreia terminal, eu indico aqui o fim do glaciar do Zêzere. Aqui sai o vale do granito em linha recta para o xisto (1). Se o glaciar tivesse ido mais além, devíamos encontrar nas encostas do xisto blocos erráticos de granito, o que não acontece, segundo me parece.

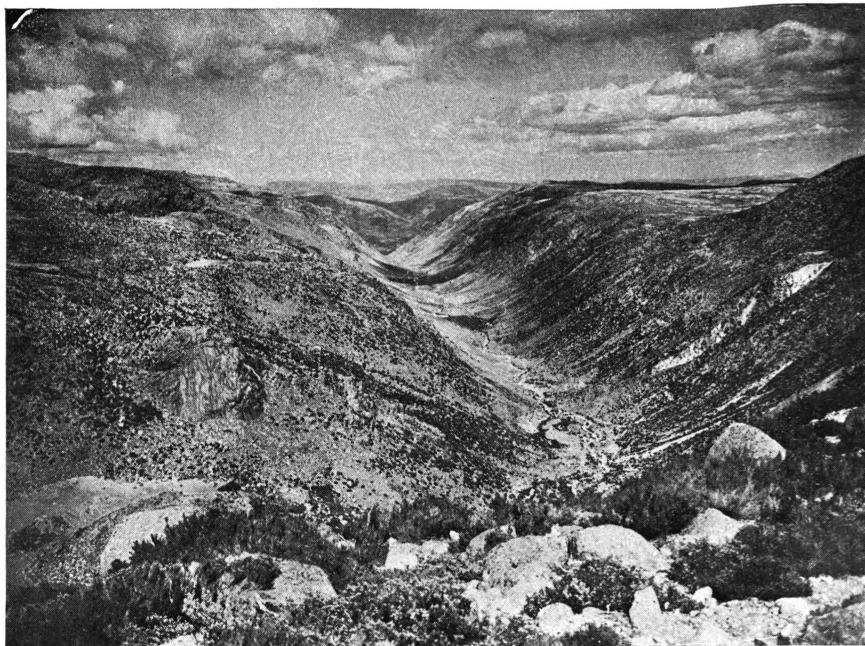
Aqui acaba, truncado também, o sistema do vale Zêzere e Alforfa. O Zêzere transpõe aqui num estreito vale em V as alturas do Curral da Nave (1130 m.), S. Lourenço, Corredor do Mouro, e depois continua num novo vale paralelo à montanha— o de Sameiro. Por último vê-se um terraço de rochas inicialmente com 20 m. de altura acima do rio, o qual junto da aldeia Vale de Moreira mergulha por baixo de aluvões. Faltam terraços pedregosos flúvio-glaciais. No prolongamento S. do vale do Sameiro mostra o regato que corre do Curral da Nave para NE um grande aprumo da queda do seu curso médio, formando uma pitoresca garganta denominada Poço do Inferno. Aqui tem lugar o contacto do granito com o xisto o qual está transformado numa dura corneana. Neste ponto não há vestígios de corrosão glacial.

O vale circular da parte superior do vale de Alforfa, chamado Covão das Vacas, está cercado por paredes rochosas. O gêlo que descia, quebrando-se, do planalto da Torre, traçou nas paredes rochosas rigolas aprumadas. O solo dêste Covão é uma terra áspera formada de blocos lascados e restos de moreias.

No ponto onde atinge o vale Zêzere-Alforfa, a 1400 m., misturam-se êstes blocos com duas largas moreias terminais estadiais (foto 8).

Chama-se Covanda Mulher a planície de pastagem entre as duas moreias. A moreia terminal que fica no vale, mais para fora, coroa uma barra (barragem) em degrau de granito com

(1) A carta geológica coloca este limite mais abaixo.



Fot. 7. — A cale do Zêzere acima de Manteigas, vista da moreia lateral direita, e de perto do Poio do Judeu. (Fot. de Lautensach, ver pag. 27).



Fot. 8. — Vista dos arredores do pico de 1894 m. para ENE, sóbre o Covão das Vacas, e sóbre a moreia lateral esquerda do glaciar do Alforfa. (Fot. de Lautensach.)



100 m. de altura, a qual conduz à Nave de Areia. Por cima, sobre estas moreias estadiais e perpendicularmente a elas estende-se a moreia lateral esquerda da máxima fase da última glaciação (foto 8). Ela apoia-se como uma parede na base SE do Espinhaço de Cão a 1620 m., e atravessa o vale Zêzere-Alforfa 200 m. acima da Nave de Areia. Abaixo de Pederice (1756 m.) é ela ainda reconhecível, como uma região em degraus rasgados por enormes fendas, desaparece pore'm abaixo da camada dos gigantescos e aprumados blocos, que se estendem desde o pico deste monte até ao regato de Alforfa. Toda a subida da Nave da Areia até à aresta da encosta é formada só de moreias.

A moreia marginal esquerda do vale de Alforfa e a direita do Zêzere correspondem-se simetricamente. Ambas atravessam o vale Alforfa-Zêzere numa curva côncava para fora, e transformam a parte do vale compreendida entre elas, numa bacia fechada que outrora deve ter sido uma lagoa. Hoje constitui uma planície arenosa de aluvião com cerca de 1 km. por 1/2 km. chamada Nave de Santo António (foto 9)(1) com 1530 metros de altitude na sua margem N.

E desconhecida a espessura dos aluviões debaixo da Nave. A barra de rochedos por cima da Nave de Areia desaparece na altitude de 1400 metros por debaixo da moreia do Alforfa, e representa o resto do bordo ocidental préglacial, do vale Zêzere-Alforfa. A elevação por meio dos depósitos sucessivos pode ter atingido mais de 100 metros. Hoje a moreia marginal do Alforfa contém a linha de separação das águas entre a parte N e S do vale, constituindo-se também aqui uma portela.

A parte W da montanha domina a Nave sendo cerca de

(1) Devo a foto n.º 9 à amabilidade do Sr. Dr. P. Vosseler porque se estragou a minha tirada da mesma paisagem. Todas as restantes são minhas.

400 metros mais alta, e a parte E ainda com 100 a 150 m. Nos tempos preglaciais foi mais nítido o carácter da portela de S.<sup>to</sup> António. O que fica ainda enigmático é a extensa acumulação de blocos gigantescos que enchem o canto NW da Nave de S.<sup>to</sup> António na união com a moreia marginal do Zêzere.

O vale de Alforfa abaixo da Nave da Areia não apresenta a bela forma de cale que se vê no Zêzere, porque o seu glaciar era muito mais estreito, e delgado, e porque a intempérie postglacial lhe alterou bastante a sua forma. A subida da Nave da Areia está fechada por dois montes de blocos apoiados na encosta e que se ligam um ao outro.

Na proximidade do Terroiro e na Torre da Picota de S. Pedro encontram-se, na vertente direita, muitos valeiros suspensos, cujos gêlos alimentaram o glaciar de Alforfa. Para baixo apresenta a mesma vertente uma moreia estadial, a qual acaba na ribeira de Alforfa, na cota de 1100 m.

Entre o Terroiro e o pico 1541, encontra-se para o N, no planalto, um novo vale circular. A base dêste vale de fundo aprumado encontra-se na cota de 1300 metros. Vê-se aqui uma lomba donde sai a moreia estadial, do lado esquerdo. Dêste vale circular desce para o S o glaciar da Estrêla, num leito abrupto ainda interrompido duas vezes. A sua moreia lateral direita encontra-se entre os 1000 e os 800 metros.

A aldeia de Unhais assenta sobre uma encosta abrupta, que sobe para o N, e é formada por um amontoado de blocos soltos de granito, meio arredondados, e cada vez maiores, caminhando para o N, chegando até a ter 2 metros de diâmetro. São envolvidos por um meio arenoso. Esta colina foi cortada pelo ribeiro de Alforfa. Este amontoado termina na cota de 700 metros, no balneário de Unhais, e cerca para o lado da montanha uma superfície de aluvião. Esta colina é um cone de transição de origem flúvio-glacial, e esta planície foi uma antiga bacia. E ainda ponto de dúvida se terminava aqui só o glaciar da Estrêla, ou a junção dos dois. A favor da pri-

meira hipótese está a existência duma pequena bacia no vale de Alforfa, 1 km. acima do balneário, a qual está separada da outra por um esporão de 100 metros de alto. O ribeiro de Alforfa corta este esporão um pouco antes da sua parte final, deixando assim isolada uma pequena elevação. Isto significa talvez que o glaciar do Alforfa terminava 1 km. acima do balneário de Unhais, e levava a sua descarga um pouco mais abaixo do fim do glaciar da Estrela, mais comprido que o de Alforfa.

A distribuição dos taludes do planalto da Torre, a que aíz nos referimos, tornava impossível que o gelo descesse pelo vale do Alvoco. Este facto actua juntamente com a desfavorável exposição SW, assim como a falta de picos na sua vizinhança. Este vale de Alvoco não corta a parte mais alta da serra, mas unicamente a sua encosta SW. Isto deve ter tornado muito reduzida a glaciação nesta região.

As superfícies polidas das rochas deixam supor que no ramo principal do vale, situado a NE, deve ter existido um glaciar suspenso, que descia até cerca de 1.000 m.

A glaciação no vale de Loriga deve pelo contrário ter sido imponente, pois para isso apresenta favoráveis condições orográficas, pertencendo-lhe na parte alta da serra quase toda a região que vai até à cota 1.800 m. Em quanto que o vale do Zêzere se compara ao vale de *Urseren*, o vale de Loriga compara-se ao *Oberhasli*.

De E, N e S desce-se da antiga superfície de erosão e para as origens do vale de Loriga, reconhecendo-se aí um fim de vale<sup>(1)</sup> pré-glacial.

As nascentes do ribeiro de Loriga seguem grandes valesiros cavados suavemente naquele nível C. O ramo principal do vale está cavado em nítidos e numerosos degraus cada vez

(1) *Talschlusz*, em fr. *vallée aveugle*.

mais acentuados, para baixo daquele nível C, e os vales laterais mais pequenos têm confluências em degraus (1). Nos diferentes degraus do flanco S ficam as lagoas já descritas a pág. 24. A maior parte dos degraus do vale principal são aprumados, verticais nalguns pontos e formados na rocha nua. As superfícies dos degraus são planos de aluvião, arrelvados, e representam antigas lagoas, que se dispunham em série como as pe'rolas de um colar. Os degraus são também barragens na maior parte. A semelhança das encostas êles contêm grandes blocos aborregados com o mesmo aspecto dos alpinos (veja pág. 19).

A montante (2) mostram-se enormes superfícies polidas e estriadas na direcção do vale, tam perfeitas que brilham com a luz do sol. Os arbustos *Erica arbórea* e *Juniperus nana* somente nalgumas fendas podem lançar raízes, ficando os blocos inteiramente escalvados. Em diversos pontos encontrem-se restos de desabamentos que cairam das encostas do vale. A lapa (3) que um só dêstes blocos forma abrigou já uma vez setenta pessoas que aí pernoitaram. São os seguintes os nomes e cotas dos degraus : Planície da Capela (1.750 m., o resto do fundo do vale pré-glacial). Covanda Lameira 1.700 m. Covanda dos Meios 1.750 m. Covanda Nave 1.500m. Covanda da Areia 1.430 m. Garganta de Loriga 1.430 m., a qual tem um perfil em forma de caixa talhado na rocha firme. E aqui que termina a parte superior do vale de Loriga. Fica situada entre o pico aprumado da Penha do Gato (1.768 m.) e a Penha dos Abutres (1.813 m.), os quais representam a extremidade ocidental da superfície C, numa face aprumada, com a qual termina para W a Serra da Estrêla. Vista de lá ela parece

(1) *Stufenmundungen*.

(2) *Luvseite*.

(3) *Hohlraum*.



Fot. 9. — A nave de Santo António com as moreias laterais do Alforfa e Loriga,  
tendo ao fundo os Cântaros ao lado o Espinhaço do Cão.  
(Fot. Dr. Vosseler, ver pág. 31).



Fot. 10. — Rochas polidas na parte superior do vale de Loriga entre Covanda Lameira (1700 m.)  
e Covanda dos meios (1550 m.). (Fot. de Lautensach.)



um buraco a meia altura desta parede aprumada. Para baixo segue-se uma escarpa de 400 m. de altura.

Na cota de 1.000 m. aumenta o aperto desta garganta para dar origem a uma espécie de bacia na cota de 800 m. Este degrau é uma consequência da diferença de resistência entre os granitos e os xistos. Segundo a minha opinião esta diferença é a causa da queda a W e SW da parte granítica da Estréla, em frente do macisso xistoso da serra do Açor (pág. 15).

O degrau abaixo da garganta fica porém ainda no granito, o qual só a W de Loriga, passa ao xisto. O degrau fica assim cerca de 3 quil. para E do contacto do xisto e granito. O corte da ribeira de Loriga na subida para a escarpa aprumada é acompanhado dos dois lados por uma imponente moreia (foto 11). Do lado esquerdo, a partir de 1.200 m. a vertente contém uma enorme sementeira de blocos. Uma grande moreira lateral se estende a partir da sua margem, superior a 1.000 m., na região chamada Boqueira. A margem interior e exterior desta moreia é formada por calçada de enormes blocos de granito de arestas desfeitas. As aberturas mostram que os blocos cinzentos, devido aos líquenes, têm uma delgada capa amarela de produtos de intempérie, e mergulham numa farinha amarela. A partir de 1.200 m. a moreia lateral direita tem o aspecto de uma parede.

A 1.100 m., na Terra da Raposa, esta parede tem 15 m. de altura. Neste ponto a moreia constroe um prolongamento do vale. Veem-se nela alguns biocos gigantescos com o dobro da altura da casa da antiga Quinta da Raposa. As duas moreias laterais aproximam-se uma da outra de forma a deixar bem evidente o fim do antigo glaciar de Loriga o qual fica situado um pouco acima da ponte por onde passa o caminho que, por cima do rio, vai de Loriga a Alvoco, 1 quil. acima do meio da aldeia.

Na extremidade do antigo glaciar existe um terraço de rochas, nivelado, que dá passagem do granito aos xistos. Sobre

êle assenta quase toda a aldeia de Loriga. Tanto a ribeira de Loriga como o afluente que vem da Penha do Gato abriram nêle uma passagem com uma profundidade de 100 m. que ainda se nota pelo vale abaixo, que em meandros segue através dos xistos, e que se vai progressivamente alargando. Não aparecem vestígios de depósitos fluvio-glaciais.

A glaciação na vertente NW da Serra da Estrela, na região do Rio Alva, é inteiramente diferente das vertentes estudadas até aqui.

Naquelas vertentes seguiam os vales dos glaciares que desciam do planalto, ao passo que na região do Alva as coisas são diferentes, como se vê no mapa n.º 2.

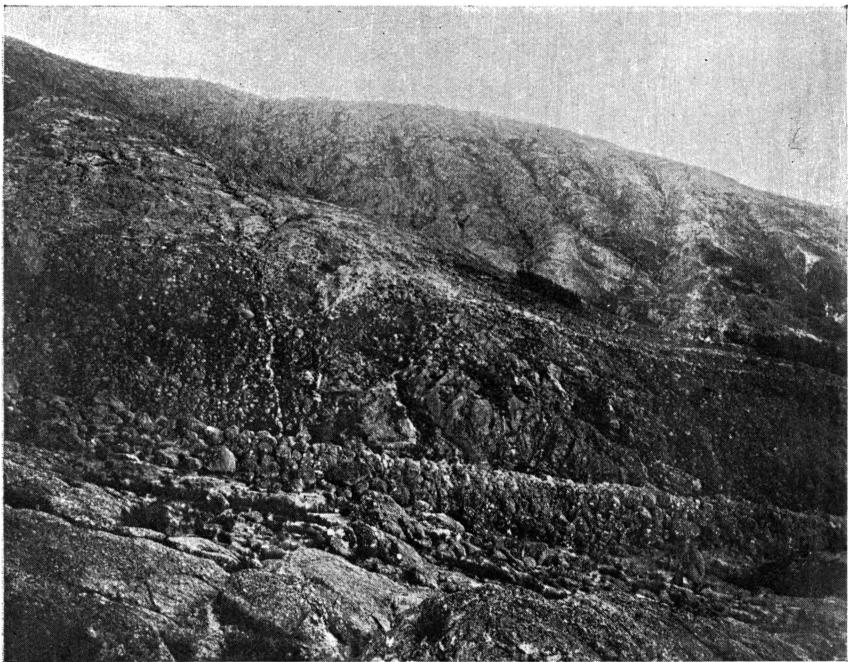
O vale do Covão Grande está encaixado entre montes que vão até à cota 1.862 m., e os do Covão do Urso atingem a cota de 1.720 m., no Curral do Martins. Resulta daqui que os glaciares destes vales se apresentam como línguas muito curtas nos modernos cortes da vertente NW, terminando respectivamente a 1.250 e 1.350 m.

Acima das extremidades superiores daqueles cortes ficam as origens dos vales do sistema do Alva (Vale do Conde, Covão do Urso, Covão do Vidoal e Covão Grande), cavados a cerca de 100 a 200 m. no sistema dos planaltos.

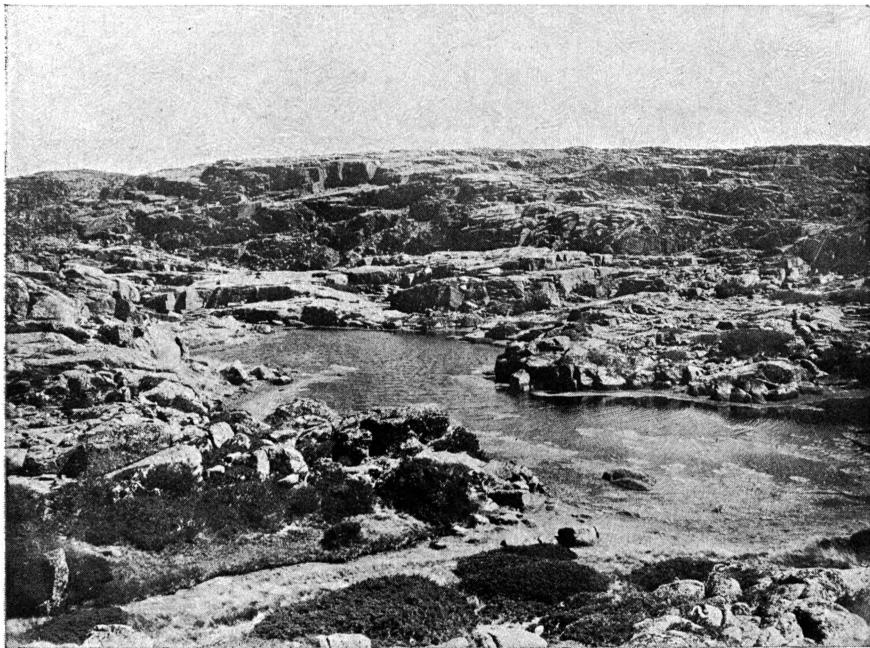
A espessura do glaciar excedia porém a altura deste corte ; o gêlo passava por cima das rochas que separam os vales e formava uma massa única que, vindo da altura da Pedreira (1.642 m.), se dividia para as duas línguas. O movimento do gêlo do fundo não seguia por toda a parte a actual direcção das vertentes. F. DE VASCONCELOS avaliou no Covão Grande, acima da Lagoa Comprida, a direcção das estrias no valor médio de N31° W, a direcção do Vale em N 88° W, constatando assim uma diferença de direcção de 57° (1). O gêlo do fundo

(1) *Traces d'actions glaciaires*, já cit., pág. 194.





Fot. 11 — As duas moreias laterais do glaciar do Loriga. Visto da vertente direita, a 1100 m.  
(Fot. de Lautensach, ver pág. 35).



Fot. 12. — A lagoa Escura com as alturas 1862-1965 m. ao fundo. (Fot. de Lautensach.)

do glaciar do Covão Grande era obrigado a subir obliquamente o flanco direito do vale, evidentemente porque o glaciar do Covão Grande foi mais fortemente alimentado do S (Rodeio Grande. P. 1862, P. 1855) do que do NE (Canariz 1.710 m.) de forma que a direcção da queda da superfície do glaciar desvia-se fortemente da do fundo do Covão.

Da encosta do planalto do Rodeio Grande desce-se para o Covão Grande por enormes socalcos de cabeços aborregados. Desaguam neste Covão, em degraus, alguns pequenos vales laterais. Num destes vales, enquadrada em tais blocos, está a Lagoa Escura (1.765 m.) com 12 m. de fundo (1), e não excedendo 100 m. na sua maior dimensão.

No flanco direito d'este Covão notam-se estes cabeços aborregados, com a característica forma alpina, pois que, subindo o glaciar, os despenhadeiros aprumados ficaram imperfeitos do lado da juzante(2).

Já na encosta N do Canariz eles voltam a aparecer com nitidez. O fundo do Covão Grande na sua parte oriental é uma planície de aluvião, pantanosa, e no seu terço ocidental estende-se a Lagoa Comprida (1.525 m. 1 quil. de comprimento e 14 m. de fundo), a maior de todas as lagoas da Serra da Estrela.

Tanto esta como a sua vizinha do Norte, a Lagoa da Fábas, que tem metade do comprimento daquela, são as únicas lagoas de vale até hoje conservadas, pois que ambas preencheram bacias rochosas colocadas acima dos degraus das barragens. As suas extremidades estão exactamente naqueles pontos onde os altos vales que as contêm, com forma alterada

(1) Devo ao Sr. A. MARQUES DA SILVA, o proprietário da Empreza Hidro-Electrica da Serra da Estrela, os dados sobre as profundidades das lagoas.

(2) *Leeseite.*

pelo gêlo, correm, em geral, numa vertente de taludes aprumados, como a do NW da serra, de forma que a divisão por vales desta última é aqui reduzida ao mínimo. A secção abaixo da Lagoa Comprida está coberta por rochas aborregadas, sem vegetação, como os que a fotografia 10 mostra(1).

Na Altura da Pedreira, a 1.640 m., assenta a moreia direita do glaciar do Covão Grande. Passa no pico do Coxaril (1.414 m.) e desce aprumada até ao vale de erosão que vem da Lagoa Comprida, em Caniça. A encosta interior da moreia lateral está coberta com uma sementeira de blocos quase atingindo a Lagoa das Fabas. Sobre a parte aprumada do vale que fica acima desta lagoa encontra-se a 1.600 m. uma antiga bacia circular, hoje aterrada, chamada Lagoa Séca, a qual está cercada por uma moreia estadial.

Seguindo daqui pela linha de separação das águas entre o Covão do Vidoal e o Covão do Urso encontra-se abaixo da escada de rochas aborregadas do Canariz uma última lagoa quase Circular, com 300 m. de diâmetro, chamada Lagoa Redonda. Cota 1.550 m. e 10 m. de fundo. Ela fica também situada sobre uma barragem com 100 m. de alto, e que abaixo conduz ao extenso plano do Covão do Urso.

Vê-se um pouco mais abaixo, e um pouco acima de um vale lateral que vem da esquerda, um salto na rocha. No ponto de união do Covão do Urso com o Vale do Conde, na cota 1.400 m., o vale mostra um alargamento em forma de bacia, fechado por um cabeço rochoso arredondado. Daí para baixo começa o vale serrado pelo ribeiro. A moreia lateral que desce das Penhas Douradas, pico 1.615 m., ao N do Vale do Conde (foto 3) é tam semelhante à moreia direita do glaciar do Covão Grande que se confundem. Já a descrevemos ao princípio (pág. 20) tendo assim completado o circuito com-

(1) Má fotografias- destas rochas em *Formes de désagrégation etc.*, já cit., Fleury, Est. IV, 14 e as do Covão em Vasconcelos Est. II e III.

pleto da antiga glaciação da Serra da Estrela. Vamos ainda insistir sobre o Vale Zêzere-Alforfa.

## V

Passemos agora uma vista de conjunto ao aspecto fisiográfico da Serra da Estrela, por meio da carta 2, onde procuro representar as superfícies diluviais do gelo, por meio de isóipsas com a equidistância de 50 m. Na representação do planalto e da encosta NW torna-se necessária a representação por esta grande distância das curvas hipsográficas. Em quanto que nos vales se pode determinar o limite superior dos glaciares por meio das moreias laterais marcadas sobre a carta, e com grande precisão, naquelas regiões faltam-nos marcas para a determinação da espessura dos gelos. A hipótese admitida de uma espessura entre 9 e 59 m. para o pico mais alto (1.997 m.) contém de-certo a verdade. As isóipsas estão marcadas de forma que a sua direcção é perpendicular à direcção das estrias das rochas, em quanto não há base segura para a existência de superfície de desgaste, e em segundo lugar tomando em conta a forma da superfície das terras. Naturalmente esta reconstrução vai, como a de cada fragmento, com incertezas a cada passo, e ainda vão marcados na carta alguns pontos de interrogação. Um dia virá em que se chegará a um conhecimento mais perfeito destes factos; podemos pore'm estabelecer sem dúvidas os traços gerais da glaciação desta serra.

A comparação da extensão dos glaciares da Estrela, como foram descritos até aqui, permite-nos mostrar a importância dos glaciares quaternários.

Esta extensão atinge na direcção Zêzere-Alforfa o máximo valor, 17 quil., com unicamente 12 quil. na direcção perpendicular. Tomando as medidas a partir do centro do planalto obtemos para os diferentes glaciares o seguinte quadro:

Glaciares	Ponto mais alto da zona de alimentação	Fim da língua	Comprimento
Glaciar do Zêzere	Torre 1.991 m.	Vargem do Castro 600 m.	13 quil.
Glaciar do Alforfa	Torre 1.991 m.	Balneário de Unhais ou 1 quil. acima. 700 ou 750 m.	9 ou 8 quil.
Glaciar de Loriga	Torre 1.991 m.	1 quil. acima da aldeia de Loriga, 750 m.	7 quil.
Glaciar da Estréla	P. 1.894 ao S da Torre	Balneário de Unhais, 700 metros.	2 quil.
Glaciação do Covão Grande	P. 1.862 a E Rodeio Grande	Um pouco abaixo da união do C. Grande e do C. do Vidoal, cerca de 1.250 m.	5 1/2 quil.
Glaciação do Covão do Urso	Curral do Martins 1.720 m.	1 quil. abaixo da união do Vale do Conde e Covão do Urso a cerca de 1.350 m.	4 1/2 quil.
Glaciar suspenso do Vale do Alvoco	Torre 1.991 m.	3 quil. a E de Alvoco, cerca de 1.000 m.	3 quil.

Mostra o mapa n.º 2 a alta importância do Vale comum do Zêzere e Alforfa para o estudo da glaciação. E nele que aparecem as duas maiores línguas glaciares, e que mais baixas descem, sendo mais notável o glaciar do Zêzere. A razão disso parece-me estar no seguinte : mostram as observações feitas no observatório Meteorológico da Serra da Estréla, situado a 1.388 m., um pouco ao N do Sanatório de Manteigas,

que em todo o semestre do inverno dominam os ventos tempestuosos entre W e NW. Na segunda década de Dezembro de 1914, por exemplo, houve uma velocidade média do vento de 59,50 quil./h contra 21,76 quil./h na cidade da Guarda, situada a 1.039 m. na parte NE da serra. A frequência do vento de W foi na serra, neste período, 23%, e a do vento de WNW 47%, enquanto que na Guarda 10% e 3% respectivamente. Estes ventos tempestuosos devem arrastar para o lado oriental grande quantidade de neve caída do lado ocidental.

De facto a espessura da neve no lado oriental é tam grande que em muitos anos permanece nas partes mais fundas dos cântaros a mancha de neve, e é provável que a mesma relação tenha existido no período glaciário. Uma parte, e não pequena, do gêlo que correu no vale Zêzere-Alforfa deve ter caído na encosta ocidental.

Na extensão do glaciar do Zêzere sucede que o fundo, desde Albergaria até às Caldas, mergulha lentamente, de forma que a sua face superior, sobre toda esta extensão, está muito perto do limite climático das neves, e sofre por isso uma pequena ablação, oferecendo além isso aos gelos arremeçados uma crista paralela na extensão de 6 quil. e sendo ainda alimentado por muitos afluentes.

A encosta NW teria uma menor glaciação, porque, como já foi indicado, uma parte da neve da sua área de alimentação teria sido roubada, resultando daqui que uma extensa área é atacada pela fusão junto do limite das neves. O glaciar de Loriga estando pelo contrário cercado pelos dois lados pelas cristas de 1.800 m. pôde ainda produzir uma língua de 4 quil., embora fosse arrastada alguma neve da sua parte mais oriental. Uma parte desta perda foi talvez restituída ao seu flanco N pelo vento NW.

Notam-se os mesmos fenómenos na distribuição da glaciação na região da península que para oriente se segue, isto é,

para W da Serra de Gredos, no macisso de Trampal-Calvitero. Para a bacia de Bejar, a NW, dirige-se uma parte dos glaciares suspensos, curtos, e que terminam a 1.540 m.; o lado oriental pelo contrário mostra dois glaciares de 3 quil. cada, que atingem a cota de 1.300 m. J. CARANDEL atribui esta desigualdade à reflexão da grande bacia de Bejar (1), explicação pouco clara. O. SCHMIEDER pelo contrário, a quem se deve o primeiro estudo sobre a glaciação da Serra dos Gredos atribui também este facto à ação do vento NW (2).

Há uma certa analogia entre os glaciares da Serra da Estréla e o tipo dos glaciares noruegueses cuja formação é o glaciar de Fjeld. RICHTER descreve-o da seguinte maneira (3):

«Uma calote de gelo sobre uma base um pouco abobadada como região de alimentação, um largo pé de gelo (4), que muitas vezes pende como uma cobertura nos vales vizinhos, mas a maior parte das vezes se estende sobre as próprias alturas de Fjeld, como região de fusão».

Os nossos glaciares da Estréla distinguem-se destes principalmente pela formação de uma extensa língua, há porém em geral a calote de gelo. Este facto traz porém consigo a grande dificuldade de determinação do *limite das neves nos tempos glaciários*. E. RICHTER determina o limite climático das neves do glaciar noruegês de Fjeld, procurando o limite sobre os glaciares e sobre as elevações rochosas que lhe ficam muito perto, processo só aplicável nos glaciares re-

(1) «La Topografía glaciar del Macizo del Trampol-Calviler» (Bejar). *Bol. Inst. Geol. Espana*, 3.ª série, t. v, Madrid, 1924, pág. 73-96 especialmente 95.

(2) *Die Sierra de Gredos. Mitt. Georg. Ges München X*, 1915, H. 1, pág. 34 d. sep.

(3) *Die Gletscher Norwegens. Geogr. Zeitschr. II*, 1896, pág. 316.

(4) *Eisfusz* forma de glaciar só própria das regiões árticas.

recentes (1). Também rejeitamos quase todos os métodos usados nos Alpes para a determinação do limite das neves, porque eles supõem uma limitação natural para os glaciares isolados por meio de um círculo de cristas (2).

Podíamos, segundo BRUCKNER (3), determinar a altitude média d'este limite na Estréla procurando na fig. 2 a isóipsa que divide a área total glaciada na relação 3: 1. E porém muito duvidoso se a relação usada por BRUCKNER, nos Alpes, entre a área de alimentação e a de consumo que é 3 : 1, seja aplicável aos nossos glaciares. E. RICHTER no glaciar de Jotunheim tem a ideia que as duas partes do glaciar: a produtiva e a consumidora, têm a mesma área (4).

Fica pois para nós unicamente o método usado várias vezes por PENCK e BRUCKNER relativo à altitude da base das moreias laterais (5). Nos dois lados da Nave de Santo António, voltada para oriente, esta fica a 1.620 m. (pág. 26, 31). Na encosta NW ela atinge 1.650 m., e esta é a encosta de onde bate o vento das precepitações. Devemos atribuir ao já citado transporte das neves pelos ventos tempestuosos, o facto dela nos dar mais 30 m. para limite das neves. O mesmo sucede no Trampal Calvitero. CARANDEL dá para limite das neves nos glaciares expostos a NW 1.850 m., e 1700 m. para os glaciares dos vales diridos para E.

A. PENCK tomado por base o trabalho de VASCONCELOS pôs, em 1894, a questão de saber que altura teria o limite climático das neves de um glaciar que terminava na Margem do Castro e avaliou esta altura em 1.350 a 1.300 m. (6). Na falta

(1) Já cit., pág. Sop, etc.

(2) *Kammumrahmung*.

(3) *Die Hohen Tauern und ihre Eisbedeckung. Zeitschr. D. u. O. Alpenvereins*, 1886.

(4) Já cit., pág. 318.

(5) *Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig*, 1909, pág. 170, 198, 411.

(6) *Klima Spaniens*, já cit., pág. 135.

de outros trabalhos sobre esta serra, foram aqueles os números usados até hoje na literatura(1).

Está agora posto de parte que as moreias laterais situadas na Nave de Santo António possam corresponder a uma posição de repouso, a qual termina acima da Vargem do Castro. O valor dado por PENCK era assim 220 a 270 m. mais baixo.

Parece-me que o motivo é êle supor o contorno do vale do Zêzere muito baixo, isto é, em 1.700 m., e que o circuito de cristas, como há pouco se mostrou, não é aplicável ao nosso caso.

Quanto ao facto do limite das neves persistentes dos tempos glaciários, na vertente oriental dos Cântaros, ser fixado em 1.620 m. deve-se notar que a montanha atinge a E do vale Zêzere-Alforfa em frente aos Cântaros, no Curral do Vento, a cota 1.655 m. e até 1.702 tn. nos Poios Brancos, e 1.756 m. em Pederice, oferecendo também extensos planaltos que representam um excelente campo de fornecimento de neves.

A-pesar-disso não encontrei aí vestígio algum de movimento de gelos.

Estes altos estão cobertos com uma forte camada de areia granítica e mostram típicas ruínas de castelos de rochas. O Curral do Vento forma uma planície coroada por um dêsses cabeços ; e os Poios Brancos mostram uma cadeia dêles com 2 quil. de comprimento. *Isto mostra que esta elevação teve quando muito massas imóveis de nevado (2), neves ou gelos,* conforme vai indicado na carta n.<sup>o</sup> 2. A extensa faixa de blocos que em linha recta se estende até à Nave de Santo António<sup>12</sup>

(1) Em B. H. OBERMAIER, *Eiszeitl. Vergl. Spaniens*, já cit., pág. 161. *Los glaciares cuaternarios de la Sierra de Guadarrama*, já cit., pág. 87. *Dados para la Climatologia etc.*, já cit., pág. 406.

(2) *Firn*, em francês *névé*, em espanhol *neviza*. Encontramos esta tradução em *Elementos de Geologia*, por GONÇALVES GUIMARÃES, Coimbra, 1895, pág. 168.

(foto 8) considero-a eu uma pseudo-moreia, uma fila de blocos que provêm das ruínas de castelos e escorregaram até à base sobre um gelo sem movimento (pág. 22). Ao passo que a principal crista ao N dos Barros Vermelhos, culminando a 1.720 m. ainda forneceu gelo móvel; a parte de Pederice a Poios Brancos, a-pesar-de se elevar até 1.766 m. não o forneceu. Resulta daqui que o limite climático das neves daqueles tempos, sobe nesta parte da montanha mais alto que na outra. Este traço da fisionomia dos tempos glaciários tem o seu paralelo ainda no clima actual.

A Serra da Estrela forma um escudo entre a região oceânica NW de Portugal, por um lado, e a região continental de SE por outro.

Vêem-se muitas vezes na primeira parte névoas, nuvens ou precipitações, chegando aos Cântaros e à estação meteorológica da Estréla enquanto que continua a brilhar o sol em toda a terra oriental, sendo bastante nítida a separação destas duas regiões. A estação da Estréla marca a maior quantidade de chuva medida na península: de 1902 a 1909 deu uma média de 2.517 mm. Nos mesmos anos a estação meteorológica de S. Fiel (1) situada na parte oriental deu uma média de precipitações igual a 810 mm., ou seja menos de  $\frac{4}{3}$  da primeira estação.

A principal estação do Sanatório de Manteigas desde a sua instalação (1882) ainda não notou um mês de Julho ou Agosto inteiramente livre de precipitações. Esta oposição deve ter existido também, embora em menor escala, nos tempos glaciários. Ela explica a diferença de intensidade de glaciação a que atráz nos referimos.

Não encontrei na Serra da Estréla vestígios de dois períodos de glaciares. Abaixo dos pontos indicados na carta 2, como<sup>1</sup>

(1) 4 quil. a oriente da margem das cartas 1 e 2.

extremos de glaciares, aparecem modernas ravinas de erosão, nas quais dificilmente se poderiam conservar depósitos de um período glaciário mais antigo. Um estudo metódico das pequenas bacias intercaladas na montanha abaixo de Unhais daria talvez bons resultados. Fica já fora do meu intuito uma precisa demonstração de um maior âmbito dos antigos glaciares da Estrela, fundada sobre as velhas moreias e terraços de acumulação de fragmentos.

O bom estado de conservação que apresentam os fenómenos por mim indicados na carta 2 mostram que se trata dos glaciares da maxima extensão do período Wurmiense. Têm sido encontrados na península importantes vestígios de duas glaciações diferentes: na Serra de Guadarrama (1) nos Picos da Europa (2), nos Pireneus orientais (3) e nas próximas regiões espanholas (4). Não duvido por isso que também a Serra da Estrela tenha tido outra glaciação.

Depois de termos fixado em 1.620 a 1.650 m. o limite climático das neves do período Wurmiense levanta-se agora a questão: *qual é a sua depressão abaixo do actual limite?*

H. OBERMAIER e a sua escola admitem para toda a península o valor de 1.200 m. medido nos Alpes. No decurso dos últimos quinze anos tem-se porém mostrado que o valor da depressão varia com o clima. F. MACHATSCHÉK (5) foi o pri-<sup>12345</sup>

(1) H. OBERMAYER Y J. CARANDELL, *Guadarrama—Monografía*, já cit., pág. 63 e seg. e carta.

(2) H. OBERMAYER, *Estudio de los glaciares de los Picos de Europa. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Geol.* 9 Madrid, 1914, pág. 25, 34, 39 e seg.

(3) F. NUSZBAUM, *Das Riesenkonglomerat von Prades in den Ostlichen Pyrenäen. Eclogae geol. Helv.*, 1926 e outros.

(4) W. PFLANZER, *Talantwickelung und Eiszeitklima im nordöstlichen Spanien. Abh. Senckenb. Natur. Ges.* 39. Bd H. 2. Frankfurt, a. n. 1926.

(5) *Die Depression der Eiszeitlichen Schneegrefe. Zeitschf. Gleitscherk.* v. m., 1913-1914, pág. 104-128.

meiro que o mostrou por indução. O mesmo se vê nas trabalhosas curvas dos limites das neves construídas por F. KLU-  
TES(1). Nos climas secos aquela depressão é mais pequena  
que nos húmidos; nos húmidos trópicos menor que nas hú-  
midas zonas médias. Deve pois ser determinado para cada  
caso isolado.

Para o interior da península o valor de 1.200 m. é certa-  
mente muito exagerado.

Visto que a Serra da Estréla não tem actualmente glacia-  
res, pode-se perguntar que altura deveria ela ter para atingir  
o limite climático das neves, ou no sentido de H. Louis (2),  
a que altura está, sobre ela, esse limite das neves. A res-  
posta é uma simples extrapolação, querer no sentido vertical  
querer no horizontal. Segui para isso três caminhos diferentes.

1 —Nos Pireneus ocidentais o limite actual das neves está  
nas cercanias do Pico de Anie em cerca de 2.500m.(3); nos  
Picos da Europa PENCK(4) supõe-o um pouco abaixo de 2.600  
m., enquanto OBERMAYER(5) o supõe um pouco acima da má-  
xima altura do pico (2.672 m.). Tomemos o valor 2.650 m.  
Os arredores da Serra da Estréla são no inverno um pouco  
menos quente que os dos Picos. No centro de Portugal o ve-  
rão porém é mais quente que nás Astúrias. Em Oviedo a  
temperatura de Agosto reduzida ao nível do mar é 18,9° em'  
quanto o Observatório da Estréla dá 24,6°. Na própria Torre

(1) «Die Bedeutung der Depression der Schneegrenze für eiszeitliche  
Probleme». *Zeitschr. f. Gletscherk.* xvi, 1928, pág. 70-93.

(2) «Die Verbreitung von Glacialformen im Wetsen der Vereinigten  
Staaten». *Zeitschr. f. Geomorph.* II, 1927, pág. 225.

(3) A. PENCK, «Alte und neue Gletscher der Pyrenäen», *keitschr. D,*  
*u. O. A.-V.* xv, 1884, pág. 451.

(4) «Die Picos da Europa und das Kantabrische Gebirge. *Geogr. Zei-*  
*tschr.* III, 1897, pág. 278.

(5) *Picos de Europa. Monographie* já cit., pág. 10 e seg. em *Eiszeitl*  
*Vergl. Spaniens*, pág. 162, dá OBEMAYER O limite 2.600 a 2.700 m.

nota-se às vezes uma temperatura surpreendente. A Expedição Científica à Serra da Estréla mediu, com o seu observatório volante, na cota de 1.850 m., como média diária entre 6 e 18 de Agosto de 1881, nada menos que  $18,6^{\circ}$ <sup>(1)</sup>, o que daria uma temperatura reduzida de  $29,7^{\circ}$ . Note-se porém que a expedição teve lugar num verão anormal. Com esta elevada temperatura está ligada a grande pobreza de nuvens, enquanto que os Picos estão muitas vezes cobertos com elas. Os Picos ficam situados na província do clima oceânico oeste europeu, enquanto a Serra da Estréla na província subeuropeia-sub-tropical. Se por um lado estas condições tendem a elevar o limite das neves sobre a Serra da Estréla, por outro lado a grande quantidade de precipitações do inverno, com a forma de neve, tende a baixá-la. Quanto à riqueza em neves podemos aproximar os Picos da Europa da Serra da Estrélla. Dos 2.517 mm. de precipitações da Estréla cabem 1.809 (72%) ao inverno, e podemos supor que esta percentagem cai como neve. Parece-me porém que a acção do calor no verão excede a acção da riqueza das neves de inverno, e sou poi isso levado a atribuir ao limite climático das neves da Serra da Estréla um valor um pouco mais alto que o dos Picos da Europa, ou seja o valor 2.760 m.

2. — A agulha de 2.877 m. do Pico do Midi nos Pirenéus Centrais tem uma estação meteorológica que nos permite determinar muito precisamente as variações de temperatura no limite das neves que fica 50 m. mais baixo. A temperatura média anual é  $-1,6^{\circ}$  e a do mês mais quente é  $6,7^{\circ}$ . Por meio do gradiante de temperatura que se deduz das médias das estações da Guarda e da Estréla calcula-se que sobre a Serra da Estréla a 2.750 m. há uma temperatura média anual

(1) A. C. DA SILVA, *Relatório da Secção de Meteorologia Exp. Scient. à Serra da Estréla*, já cit., pág. 13.

de — 1,6°, e na altura de 2.800 m. atinge-se a temperatura média do mês mais quente, igual a 6,7°.

Podemos assim colocar em 2.755 m. o limite climático das neves. Pode-se porém objectar que o pico do Midi está já numa província climática diferente.

Teríamos por isso de fazer a comparação com o mesmo tipo do clima, o qual se encontra na metade N. da Serra Nevada, da Califórnia.

Com os valores da Estação Summit (3g 1/2° N., 2.140 m.) calcula Koppen (1) como sendo — 1° a temperatura média anual do limite local das neves, que ele fixa em 3.400 m. A temperatura média do mês mais quente calcula-a 8,5°. São valores mais altos que os do Pico do Midi, correspondendo à maior riqueza de neves da encosta W da Serra Nevada. Daqui se deduzem para a Estréla os valores 2.530 m. e 2.660 m. Estes números da Califórnia têm porém o defeito duma grande extração, e eles dariam para a Estréla valores mínimos porque no inverno a riqueza das neves é maior na Nevada que na Estréla. Os valores tirados do Pico do Midi parecem-me pelo contrário muito altos. Tomo por isso como limite climático das neves da Serra da Estréla a cota entre 2.600 e 2.775 m.

3. — A cobertura de neve da Serra da Estréla começa em média na cota 800 m. Em Sabugueiro (2.000 m.) dura em geral 2 meses, no Observatório Meteorológico (1.400) 5 meses e no planalto da torre (1.900 m.) 8 1/2 meses (do meio de Outubro ao fim de Junho) segundo me informou o Sr. Antero Prata Manso, o observador da Estréla.

Se marcármos como abcissas as cotas e como ordenadas os meses de duração do manto de neve, forma-se uma curva convexa para cima, que mostra que duração da neve cresce mais depressa em baixo que em cima. Continuando com a

(1) *Die Lufttemperatur an der Schneegrenze Pet. Mitt.*, 1920. Pág. 79.

mesma para a direita temos a abcissa correspondente aos 12 meses um pouco acima de 2.700 m. Nesta cota apareceria assim a neve permanente na Serra da Estrela.

Certamente que cada um destes métodos tem em si grandes

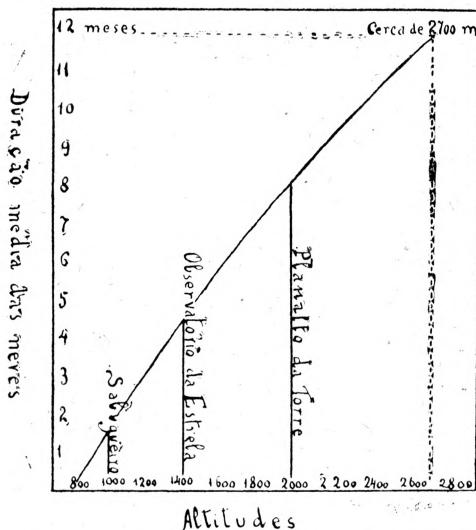


Fig. 1 — A duração média da cobertura de neves da Serra de Estréla, representada em função da cota.

incertezas. Porém uns reforçam os outros. *Podemos assentar como certo que a superfície do limite climático da neve na Serra da Estréla está entre 2.700 e 2.800 m. O valor 2.750 deve ser o mais próximo da verdade. A depressão do limite wurmiense é assim avaliada em 1.100 m.* Para os Picos da Europa calculou OBERMAIER(1) o limite das neves da época wurmiense na exposição do N em 1.400 a 1.500 m., dando assim uma depressão de 1.150 a 1.250m.

No estudo do domínio dos glaciares da Serra encontrámos alguns sinais de recuo dos glaciares, com a forma de moreias

(1) Pág. 32 dos *Picos, Monographia*.

estadias que se dispõem em 3 grupos: 1.<sup>º</sup> no Apertado do vale do Zêzere a 1.100 m.; outra a 1.100 m. no meio do vale do Alforfa; outra a 1.300 na parte superior do vale da Estrêla; outra antes da Lagoa Sêca a 1.600 m. 2.<sup>º</sup> No Covão das Vacas, por cima da Nave da Areia, a 1.500 m. 3.<sup>º</sup> No planalto central ao N. do Terroeiro a 1.800 m. O 1.<sup>º</sup> grupo determina um limite das neves de cerca de 1.700 m., o 2.<sup>º</sup> de cerca de 1.800 m. e o 3.<sup>º</sup> de precisamente 1.900 m. A primeira fase encontra-se na Serra da Guadarrama onde pertence a uma altura do limite das neves de 2.130 m., sómente 80 m. acima da máxima extensão dos glaciares wurmienses (1). A mesma fase deve existir nas moreias de Bulnes, na região dos Picos (2) assim como nas moreias de recuo no vale de Pinar, na Serra de Gredos(3). Também na Serra de Guadarrama se encontra a segunda fase. OBERMAIER dá-lhe um limite das neves que está 170 m. acima do limite da fase wurmiense Seria porém êrro querer igualar estas duas fases à alpina de Buhl e Gschnitz como fêz OBERMAIER.

Estes exigem limites das neves que estão acima do limite wurmiense, cerca de 25% a 50% da depressão geral. A-pesar-da depressão total na serra da Guadarrama ser sem dúvida mais pequena que 1.200 m., aqueles 170 m., não podem certamente representar a metade daquele valor. Na verdade o limite wurmiense está ainda 350 abaixo do pico, ainda afastado da superfície do limite das neves.

A fase de Buhl é unicamente representada pela mais alta moreia de retrocesso da Estrêla com a sua altura de limite das neves igual a 1.900 m., 280 m.(=25% de 1.100) acima

(1) *Guadarrama, Monographia*, já cit., pág. 68.

(2) *Picos da Europa, Monographia*, já cit., pág 29, 35.

(3) H. OBERMAIER, *Contribucion al estudio del glaciacionismo cuaternario de la Sierra de Gredos. Trab. Mus. nac. Cienc. nat. Ser. geol.*, 14. Madrid, 1916, pág. 36.

do limite wurmiense das neves. Uma verdadeira fase de Gschätz devia representar a importante moreia terminal na base da Pena Velha nos Picos de Europa. Todas as três fases da Estréla se encontram por último na Serra de Urbion(1). A superior com uma altura do limite das neves 250 m., acima do tempo wurmiense, e é também aí a fase de Buhl. As duas fases da península fazem-nos lembrar que K. Troll também notou nos Prè-Alpes alemães e na região do Drave uma prè fase de Buhl a qual ele chamou fase de Ammersee (α) (2).

Estas comparações sobre as fases de recuo na península tem ainda um ponto de visto comparativo, que agora aplicamos a uma questão da glaciação. *E muito provável, quase certo mesmo, que a montanha mais alta de Portugal era ao mesmo tempo a única que nos tempos glaciários estava protegida por um manto de gelo.* A metade S do país que começa na base da Serra da Estréla não podia ter sido região de glaciares, pois que para o S aumenta o período de secura e de calor, e cada vez mais, e decrece a quantidade total de precepitações, e unicamente as serras vizinhas da Guardunha (1.223 m.) e S. Mamede (1.025 m.) excedem 1000 m. Pelo contrário, ao N. do Douro há condições mais favoráveis para uma glaciação.

Há muitas montanhas ainda em terra portuguesa acima de 1.400 e até 1500 m. com bastantes precepitações, embora não atinjam as da Serra da Estréla (Porto 1291 m., Montalegre 1.126 m.) com uma forte concentração durante o inverno. A folha 1 da carta topográfica de 1:100.000 levou-me a ir à

(1) J. CARANDEL y J. G. DE LLARENA, *El glaciacionismo cuaternario en los montes Ibéricos. Trab. Mus. Nac. Sienc. Nat. Ser. geol.* Madrid, 1918.

(2) K. TROLL, *Die BuckzugStadien der Würmeiszeit im nördlichen Vorland der Alpen. Mitt Geogr. Ges. München XVIII*, 1925. Pág. 281-292.

encosta NW do Pico (1.255 m.) numa parte da Serra de Suajo, no Sul do Minho, em procura dum circo glacial.

Encontrei lá porém um profundo vale afunilado, de origem fluvial, e um segundo mais antigo, à esquerda, abaixo do Pico 1181. Também na Serra do Marão, na separação de Entre-Douro e Minho e Trás-os-Montes, não encontrei vestígio glaciário algum. O seu cume estratificado, voltado para ENE oferece unicamente ravinhas de regatos. Nem mesmo as alturas da Borrageira (1.431 m.) na Serra do Gerez ou na do Larouco (1.538 m.) que tem entre 1.400 e 1.500 m. um vasto planalto, mostram o menor indício da glaciação.

Nada mais há no N. de Portugal que exceda 1.400 m. E. Fleury fala duma maneira clara das formações glaciares que observou na vertente meridional (!) do Gerez e no N. da Província de Trás-os-Montes (1). Tudo me leva a crer que se enganou. As pesquisas realizadas no N. de Espanha, vizinhanças de Portugal, estão inteiramente de acordo com os meus resultados. O glaciar de Tera que desce na direcção SE de Moncalvo (2.048 m.) e de Pena Trevinca (2.130m.) deixou moreias terminais a 990 e a 1.050 m. que entulharam o lago de Castanheda (2), e deixam supor um limite de altura de neves de cerca de 1.600 m. Devo ao Sr. P. Vosseler de Basileia valiosos dados sobre as montanhas desta região. Para W de Moncalvo sai também um glaciar que deixou uma dupla parede de moreia terminal, e permite calcular o limite das neves em 1.650 e 1.760 m. Encontra-se um terceiro nas nascentes do Rio Tuela; os seus limites das neves estão a 1.600 e 1.750 m.

O monte Mugo a-pesar-da sua altura de 1.738 não tem sinal algum de glaciação. Para o N. da Penha Trevinca desce

(1) *Sur les anciennes glaciations, etc.*, já cit., pág. 599.

(2) **W. HALBFASO**, *Der Gastanedasee, der grösste Suszwassersee Spaniens und seine Umgebung*. Pet. Milt., 1913, II, pág. 306, 312.

o glaciar de Banha cujas moreias terminais dão um limite das neves desde 1.650 a 1.700 e 1.750 m.(1). Os ramos mais orientais desta região de glaciares eram, segundo P. VOSSELER, a Penha Negra ao S. de Truchillas com limite das neves em 1.800 e 1.850 m. de altura, assim como o de Teleno (1.700 m.).

Inclino-me a tomar o menor dos dois números como o limite wurmiense, das neves e considerar o segundo como uma fase de retrocesso, e esta hipótese é-me confirmada pelo DR. VOSSELER. Tanto o grupo inferior como o superior destas moreias mostram estarem completamente frescas. Desta maneira é confirmada a harmonia climática dos fenómenos glaciários que já em 1882 J. PARTSCH tinha notado na Europa central (2). A *superficie do limite wurmiense das neves, de harmonia com as actuais condições climáticas da Serra da Estréla (1.620 a 1.650 m.) quase nada baixa daqui para o N.* Nas já consideradas Segundera e Cabrera está igualmente a 1.600-1.650 m. de altitude. Para o interior do N. de Leon, mais seco, eleva se muito este limite (Mugo- Penha Negra, Teleno). Sobe ainda à maior altura na Meseta de Castela-a-Velha, nas serras tão pobres de precepitações como a da Demandaria, de Urbion e Moncayo. J. CARANDEL e J. G. LLARENDA avaliam-no aqui em 1.950 m. 1.880 m. e 1.930 m. (3).

Ao N. de  $42\frac{1}{2}^{\circ}$  de latitude, nas montanhas Cantábricas, mergulha o limite climático das neves wurmienses daqueles 1.600 m. do limite português para 1.400 a 1.500m. dos Picos da Europa (pág. 47) e para 1.300 m. nos Pireneus ocidentais. Abaixo de  $42\frac{1}{2}^{\circ}$  N não há nas montanhas da península ocidental, o verão quente e seco. Montalegre (1.027) tem

(1) Veja F. ARAGÓN, *Lagos de la region Leonesa. Trab. Mus. nac. Cienc. nat. Ser. geol. 5* Madrid, 1913.

(2) *Die Gletscher der Vorzeit in der Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands. Breslau, 1882.*

(3) *Montes Ibéricos-Monographia.* Pág. 56 e seg.

ainda uma média de Agosto reduzida a  $23,7^{\circ}$  e uma média dos máximos de Agosto, igualmente reduzida a  $37,7^{\circ}$ . Em Julho e Agosto caem unicamente 3,6 % das precepitações anuais.

Em Orense (144 m.) os números correspondentes são  $22,5^{\circ}$ ,  $39,5^{\circ}$  e 4%, pelo contrário para Santiago de Compostela (270 m.)  $20,8^{\circ}$   $35,0^{\circ}$  6,5%, assim como para a Corunha (27 m.)  $18,9^{\circ}$   $28,7^{\circ}$  e 6,5%<sup>(1)</sup>. O limite entre os dois tipos de climas decorre assim entre Orense e Santiago.

Assim como o limite wurmiense das neves sobe da Serra de Segundera e Cabrera, abaixo de  $42^{\circ}$  N, para o seco interior da Península, sobe ele também entre  $40^{\circ}$  e  $41^{\circ}$  do principal maciço da Estrela para a Serra da Guadarrama E o que resulta do que vai dito adiante.

*A Serra da Estréla forma assim um pilar de canto na metade N da Península Ibérica, para a glaciação Wurmiense.*

A superfície do limite wurmiense sobe, a partir daqtri para E, com o aumento da temperatura do verão e da sua secura, e fica horizontal para o N. enquanto os meses de verão são secos e quentes. A região da Serra Segundera e Cabrera forma um segundo pilar. A partir daqui eleva-se aquela superfície precisamente como para o S e E; para o N baixa ela fortemente no domínio do clima oceânico do oeste europeu. *A sua situação encontra-se por toda a parte em harmonia com as condições do clima de então.*

(1) Os valores das precepitações são de W. SEMMELHACK, *Beitrage zur Klimatographie von Nordspanien und Portugal 1 Teile. Die Niederschlagsverhältnisse*, Archiv. D. Seewarte, 1910, n.º 2. Os valores das temperaturas devo eu a uma amável nota do Sr. DR. SEMMELHACK. Todos os valores se referem ao período 1861-1900.

	Máxima altura	Limite das neves Wurmienses	Exposição
Serra da Estréla . . . . .	1.991 m.	1.620 a 1.650 m.	NW — E
Serra das Mesas. . . . .	1.234 m.	sem glaciar	-
Serra da Gata e Serra da Penha de França . . . . .	1.735 m.	sem glaciar	-
Serra de Gredos	Trampal Calvitero . . . . .	2.408 m. 1.700 m.	NW (1) E
	Barquillo . . . . .	Ca. 2.300 m.	N (2)
	Pico de Gredos . . . . .	2.592 m.	N (3)
Serrota . . . . .	2.295 m.	um pouco menos de 1.900 m.	NE e SE (2)
Serra do Guadarrama . . . . .	2.406 m.	2.050-2.100 m.	E e S (4)

## VI

Resta ainda passar uma revisão sobre a morfologia da região glaciada da Serra da Estréla. Não há dúvida que as grandes linhas da topografia da Estréla são devidas à acção sub-aérea, pois que elas se repetem no N. de Portugal, nou-

(1) J. GARANDEL, *La topografía glaciar del Macizo del Trampal-Calvitero*, pág. 95.

(2) O SCHMIEDER, *Die Sierra de Gredos*, pág. 30, 38, etc.

(3) *Picos de Gredos, Monographia*, pág. 39.

(4) *Guadarrama, Monographia*, pág. 68.

tras regiões graníticas não glaciadas, como as serras da Gralheira, do Gerez, do Caramulo e do Montemuro. Isto induziu em erro o topógrafo que desenhou a folha 14 da carta de 1:100.000, que não era de todo inábil, o qual considerou não fluviais os traços do relêvo da Estréla.

O sistema de planaltos existente na Serra dos Cântaros, em forma de andares, é devido ao transporte sub-aéreo, e o mesmo se dá nas serras atrás enumeradas. E também de origem fluvial o profundo vale rectilíneo Zêzere-Alforfa, pois que abaixo de Manteigas e Unhais tem a forma típica de vale em V apertado em garganta. Unicamente em Unhais existe acima da colina de transição uma planície de aluvião quase horizontal que denuncia uma bacia baixa e pequena. São frequentes em Portugal (pág. 16) tais vales rectilíneos profundamente cavados que seguem zonas de fractura tectônica. O planalto da Torre que se segue imediatamente a W do dito vale não podia ser formado sem a acção dos recortes dos regatos torrenciais. Do mesmo modo os regatos torrenciais do vale das Caldas do Gerez cavaram o maciço da Borrageira. Estes sulcos fluviais relativamente modernos devem ser atribuídos à elevação das montanhas.

Ela foi atacada na aprumada encosta SE até à sua parte central. Já o mesmo não sucede com vales pouco profundos da encosta NW, na zona dos glaciares.

Eles já existiam antes da última elevação da serra. Então a erosão renovada por esta, consumiu-os a partir da encosta NW, pouco a pouco. A W já está quase terminada esta destruição. Só na região das nascentes de Loriga há ainda restos dos vales pouco profundos, cavados no planalto. Aqui a acção fluvial exige um novo momento: Um rápido transporte do manto xistoso da serra granítica que começa em Loriga, o qual abaixa aqui a base de erosão 650 m., a 6 1/2 km. de distância à Torre, em linha recta. A glaciação encontrou assim na Serra da Estréla um relêvo de transporte sub-aéreo forte-

mente organizado a E e W e fraco a NW, ao qual tinha de se adaptar na sua fisiografia.

As transformações que este relêvo experimentou por esta última acção são todavia bastante estranhas para o olho habituado. Ela guarneceu as margens dos vales desde a base oriental do planalto da Torre, com enormes moreias laterais e deu uma base para uma acumulação quase plana na Nave de S.<sup>to</sup> António. Afastou do seu domínio as ruínas de castelos as quais quase só unicamente se podem formar e progredir nos raros lugares sem movimento de gelos, como no planalto dos Poios Brancos, do Curral da Nave e em Pedreira (pág. 44 e segts.), mas também nas cercanias da Penha de Abutres e Penha do Gato. Ela deu ao alto da serra tão estranhas e características rochas arrebanhadas, as quais são formadas numa série de tipos diferentes, e semeou os seus campos de enormes blocos erráticos (pág. 21). Criou o imponente vale com a forma de cale do Zêzere. Este é de origem glacial a-pesar-da sua cobertura de moreias do fundo, amontoados de blocos pela base da encosta e restos de desabamentos (pág. 27). A glaciação falta em todos os restantes vales portugueses que são desta tectónica, e acaba em Manteigas exactamente acima da margem da glaciação, wurmiense. A acção do gelo na formação da cale é mais uma acção de alargar do que de afundar. Contrariamente não mostra a existência de vales suspensos, do lado esquerdo do dito vale. Estas confluências encontram-se condicionadas pela existência da diferente resistência, nas vertentes do vale das Caldas do Gerez. Porém o perfil largo e em forma de cale do Zêzere mostra seguramente uma acção glaciária. E isto falta no vale das Caldas. O vale de Loriga mostra que uma parte da altura dos vales suspensos se deve atribuir ao aprofundamento do vale principal, pois que os seus valeiros laterais desaguam por altos degraus, e porque aqui falta uma condição para o maior aprofunda-

mento do vale principal, que é a menor dureza das rochas. A glaciação estendeu-se também àqueles funis torrenciais da encosta oriental do planalto até ao vale circular do Covão das Vacas, dos Cântaros e do vale da Estréla, e deu-lhe uma barra em degraus. Em detalhe, a existência desta barra glacial numa rocha sem dúvida homogénea da Serra da Estréla é menos clara do que nas outras montanhas glaciadas. Algumas delas, mas não todas, especialmente no vale de Loriga, compreendem-se como degraus de confluência. Outras pequenas bacias fechadas por meio destas barras são bacias terminais de línguas de glaciares estadiais. A principal glaciação deixou atrás de si extensas bacias de línguas no Covão do Urso, acima de Loriga, e junto do Balneário de Unhais, e deu por último a esta serra o seu rico ornamento de lagoas. Estas lagoas estão em bacias de rochas e pertencem a três tipos. As mais pequenas são pequenas excavações entre as frentes das rochas aborregadas, muitas vezes sem uma constante admissão e saída de águas, donde resulta o seu regime variável.

O segundo grupo está em bacias rochosas redondas, situadas em degraus, e o terceiro são lagoas alongadas nos altos vales. A êste grupo pertencem a Lagoa Comprida e a Lagoa das Fabas. Ambas elas se encontram exactamente nos pontos onde os vales suavemente inclinados, acabam nas aprumadas encostas do NW da serra, e por isso saem divergindo aquelas correntes que seguem os altos vales. Os degraus assim separados pertencem à categoria de degraus difluentes.

São êstes os traços morfológicos que a Serra da Estréla deve à sua glaciação, bem claros e característicos, mas porém *unicamente alterações num relêvo deformas sub-aéreas*. Êste resultado final está formulado já por PENCK há 47 anos em «os Alpes no período glaciário» «glaciação nos Alpes Alemanães» com as seguintes palavras: Se queremos comparar a

acção erosiva que a água exerceu com a que exerceu o gelo, devemos atribuir à água a formação dos vales, e ao gelo, pelo contrário, um pequeno alargamento dos mesmos, assim como a formação de bacias locais.

#### E R R A T A

Na pág. 25 e seguintes deve lêr-se *circo alongado* e não *vale circular* para a tradução de *Talzirkus*,