

INSTITUTO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS
FACULDADE DE LETRAS — UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Cadernos de Geografia

OS TUFOS DE CONDEIXA — ESTUDO DE GEOMORFOLOGIA (*)

A ALFREDO FERNANDES MARTINS,

«Porque o essencial do ensino dos mestres não são as matérias, mas o método, a formulação dos problemas, a humildade perante o erro.»

RESUMO

Os *tufos calcários* tomam um lugar primordial no desenvolvimento do presente trabalho pela importância que assumem como eixo explicativo espaço-temporal (indicador morfoclimático e cronológico) da morfologia da região de Condeixa (arredores de Coimbra).

Para retirar significado morfológico da sua ocorrência percorremos caminhos entrecruzados tanto pela teoria genética dos tufos, como pela sua descrição na área. Não sendo um objectivo em si, os tufos interessaram-nos pela busca do que significam na paisagem e por aquilo em que podem fornecer dados e hipóteses de explicação da morfologia. Preocupámo-nos em subordinar os aspectos específicos pertinentes na região, quer no enquadramento geológico-estrutural, quer nas características litológicas, a uma interpretação que se orientou sob o signo maior da geomorfologia climática.

RÉSUMÉ

Les tufs calcaires occupent une place primordiale dans le développement de cette étude à cause de l'importance qu'ils assument en tant qu'axe explicatif spatio-temporel (indicateur morpho-climatique et chronologique) de la morphologie de la région de Condeixa (aux environs de Coimbra).

(*) Este artigo é a reposição quase integral do trabalho «Os tufos de Condeixa. Morfologia da área dos tufos de Condeixa», apresentado como dissertação de licenciatura em Geografia, em 1974, publicado então em policopiado.

O trabalho gráfico foi executado por Fernando Coroado, José Eduardo Gama Mendes e Vitor Torres Figueiredo.

Pour déduire une signification morphologique de leur occurrence, nous avons parcouru des chemins interlacés aussi bien par la théorie génétique des tufs que par leur description sur le lieu. Bien qu'ils n'aient pas été un objectif en eux-mêmes, les tufs nous ont intéressé par ce qu'ils signifient dans le paysage et par les données et hypothèses d'explication de la morphologie qu'ils peuvent fournir. Nous nous sommes souciés de subordonner les aspects spécifiques pertinents dans la région, aussi bien en ce qui concerne le cadre géologico-structurel qu'en ce qui concerne les caractéristiques lithologiques, à une interprétation qui s'orienta sous le signe majeur de la géomorphologie climatique.

SUMMARY

The calcareous tufs occupy an essential place in this present work's development because they assume a great importance as axes of space and time (morpho-climatical and chronological indicator) of Condeixa's region morphology (near Coimbra).

To deduce a morphological signification of their occurrence, we have gone by paths interlaced by the genetical theory of tufs and by their description in the area as well. The tufs were not an objective in themselves; however, we were interested by them because of their signification in the landscape and because of the informations and explaining hypotheses they may give about morphology. We tried to subordinate the specific aspects that were pertinent in the region — in their geological and structural frame and in their lithological characteristics — to an interpretation submitted to the major orientation of the climatic geomorphology.

1. INTRODUÇÃO

«L'attitude scientifique ne consiste pas à chercher la précision absolue, mais la plus grande précision relative»

ROGER BRUNET

Estendendo-se por uma pequena superfície situada na margem Norte da serra de Sicó e no limite Oeste da faixa oriental dos terrenos jurássicos ao Norte do Tejo, a área dos tufos e travertinos oferece uma problemática complexa e polifacetada a um morfologista que se detenha a estudá-la.

Uma paisagem singular de superfícies aplanadas¹, retalhadas por vales com vertentes em escadaria, envolvida, a Este, pelos relevos das formações jurássicas e, a Oeste, pelos das formações terciárias, desponta quer nas formas naturais quer nas de ocupação humana. É sobre o estudo da geomorfologia da área que se irá deter a nossa atenção ao longo das páginas que se seguirão, tendo em conta aquilo em que esta condicionou, não só como obstáculo, mas como potencial, a implantação do homem que com as suas técnicas, herdadas e recriadas, modificou as feições naturais da superfície e lhes deu um cunho de ocupação intensiva, a fazer viver uma prole de pequenas aldeias disseminadas pela área. Essa ocupação do espaço, em campos de culturas e renques de vegetação, torna difícil uma investigação geomorfológica, já que não são raras as situações de génese antrópica, ou em que as culturas e as obras humanas ocultam as estruturas naturais.

Se bem que nos interessem todas as formas actuais desenvolvidas na paisagem, são os tufos, porque raros, como entidade geológica e relativamente extensos e diversos na área, e porque forma petrográfica desenvolvida em condições de ambiente restritas, que desempenham no decorrer do nosso trabalho uma função de «leit-motiv».

Num trabalho de geomorfologia encarado como forma de estudo analítico e explicativo de uma paisagem a que se procura dar unidade, eles são o eixo de conjunto a que procurámos, neles e em função deles, introduzir uma coerência explicativa, quer sob o plano espacial, quer sob o temporal, se bem que as margens do tempo e do espaço se nos afigurem muitas vezes fluidas e imprecisas, o que nos leva a ficar umas vezes reticentes em relação a juízos e a levantar, noutras, apenas problemas e hipóteses.

E a sedução vem tanto no plano metodológico, na confrontação duma teoria com uma prática, como no epistemológico, numa exegese de prática-teórica na busca de rigor no discurso em geomorfologia, ao enfrentar um tema em que as formas de erosão e as formas de acumulação quaternária estão interdependentes e tomam uma amplitude paralela no conjunto da problemática. Da planificação do trabalho de campo e «laboratório» ao trabalho de redacção muitas ideias e esquemas nos tomaram o tempo, esmorecendo umas, firmando-se outras, corporizando-se a partir dos poucos recursos existentes. Foi preocupados com uma visão global da problemática morfológica da região dos tufos, pesando sobre cada capítulo num trabalho

¹ Também no mesmo sentido, na preocupação de não trair o termo dado por Choffat, utilizamos a palavra «planalto», para expressarmos um elemento topográfico plano isolado por vales, mas de pequenas dimensões, equivalendo a um dos sentidos do francês «plateau» usado por aquele no seu trabalho sobre os tufos de Condeixa (cf. bibliografia 1).

analítico o mais profundo que pudemos e soubemos, não sem ter em conta uma constante interacção conjuntural das partes do trabalho, que procurámos coordenar os factos¹ e as ideias que mesmo agora levadas ao papel já com carácter de definitiva redacção, nem por isso deixam de ser postas em causa perante novos factos que possam vir à discussão. É que procuramos ter sempre em mente que «dans les recherches physiques, la théorie et l'observation doivent marcher du même pas, la main dans la main, surtout lorsque le sujet est très compliqué, car alors le fil conducteur de la théorie est nécessaire pour diriger l'observation»².

O objecto da geomorfologia é a explicação das formas do relevo. «A explicação supõe um raciocínio que vai permitir retrazar a génese da forma estudada...»³, mas «por que formas se deve interessar» o geomorfólogo? Ele vê «essencialmente o que procura». «Interessa-se de facto pelas formas mais importantes em relação ao seu sistema de ideias e a própria linha da sua investigação não é inocente»⁴. Os poucos trabalhos dedicados aos tufos de Condeixa, directa ou indirectamente, são prova das considerações anteriores. Começaremos a referi-los por ordem cronológica, do mais antigo para o mais recente.

O trabalho mais antigo data de 1853 e é da autoria de A. Simões Costa, com o título «Grutas de Condeixa». Diz o autor: «A vila de Condeixa assenta num calcário concrecionado, dum amarelo sujo, numas partes brando e terroso, e noutras tão duro que se emprega em mós de moinho, bem conhecidas em todo o reino». Em nota a propósito deste «calcário concrecionado», Simões Costa refere a opinião de Carlos Ribeiro dizendo: «Sobre estes cretáceos e calcáreo de Venda do Cego (terrenos sub-cretáceos) é que assenta o calcáreo concrecionado de Condeixa, calcáreo d'água doce, travertino dos Italianos. Não assigna época precisa a esta formação, inclinando-se contudo a que seja anterior ao cataclismo que determinou a abertura do val do Mondego em Coimbra e todo o relevo actual da Beira».

Em 1895, Paul Choffat publicou um estudo sobre os tufos, «Notes sur les tufs de Condeixa...». Este trabalho, de uma dezena de páginas, refere-se aos tufos na sua relação com o mesozóico, sobre a paleontologia e a idade dos mesmos e tece algumas considerações morfológicas. Os «travertinos eram depositados por fontes provenientes do maciço jurássico situado a

1 «Les faits sont faits» — Gaston Bachelard — «Le nouvel esprit scientifique».

2 Playfair — citado por H. Baulig — «Essais de géomorphologie», p. 10.

3 Reynaud, A. — «Épistémologie de la géomorphologie», 1971, p. 15.

4 Idem, p. 17.

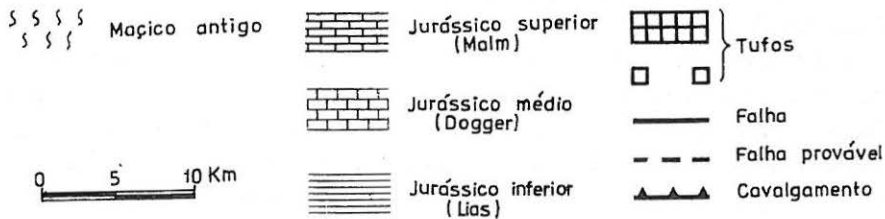
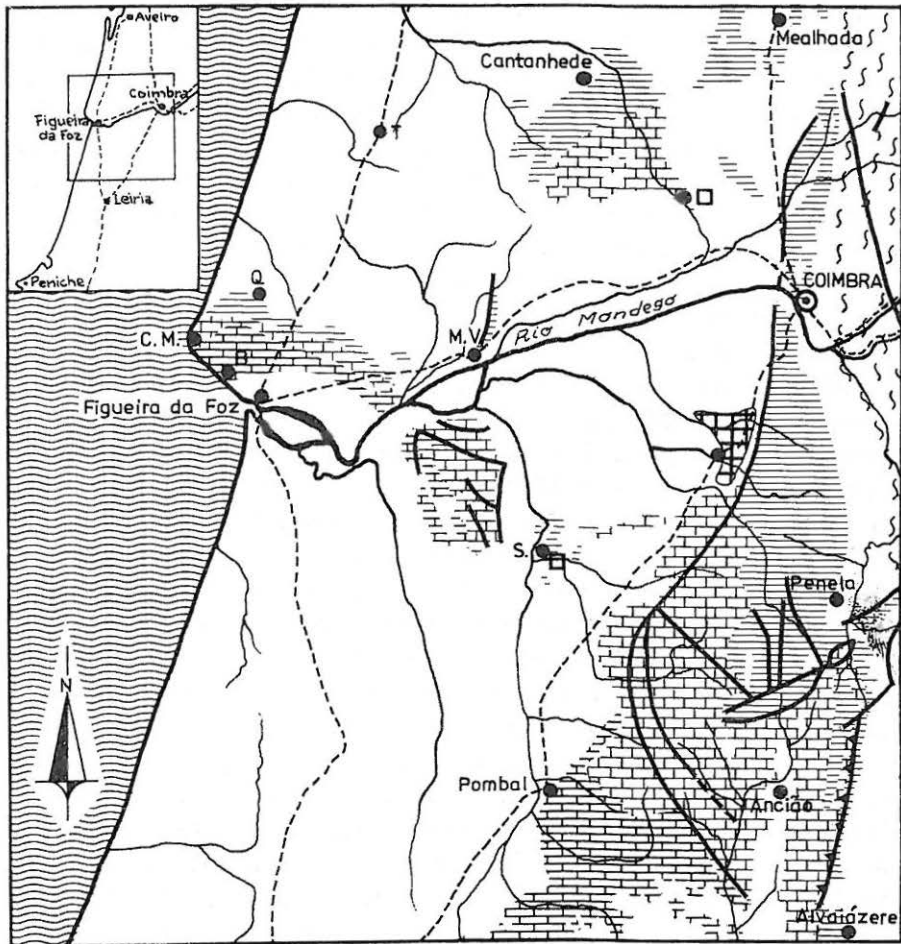


FIG. 1 — Situação estrutural dos tufos.

Este, fontes carregadas de ácido carbónico, e apresentando, talvez, uma termalidade mais elevada que a temperatura do lugar, como é o caso para as fontes de Arrifana». «Depois de ter depositado o planalto (plateau) de travertino Cernache-Condeixa, estas águas deveriam ter cavado leitos neste planalto, quer simplesmente porque a deposição tinha obstruído a sua passagem à superfície e que tivessem de abrir um caminho subterrâneo, quer porque tivessem perdido as propriedades que os tornavam incrustantes...». «É em seguida que começou a formação dos degraus de tufo nos flancos das ravinas, formação que localmente continua ainda hoje».

Em 1948, num estudo sobre «Les dépôts modernes du littoral portugais au nord de Leiria», Carlos Teixeira diz que «os níveis de tufos calcários de Condeixa-Cernache devem ser religados aos níveis de terraços da mesma altitude do vale do Mondego»¹. No ano seguinte, no seu 'Livret-Guide' do Congresso de Geografia de Lisboa, «Le Centre Litoral et le massif calcaire d'Estremadura», Fernandes Martins, traça, no seu jeito, as grandes linhas da paisagem, lançando algumas hipóteses. Começando por uma caracterização do relevo, a partir do alto do campo de aviação de Cernache, considera: «Si nous regardons maintenant vers le Sud sans tenir compte de reliefs calcaires ni des montagnes du massif ancien qui se dressent à nôtre gauche, nous remarquons la prédominance des éléments plats dans les formes topographiques fermant l'horizont, la surface pliocene, et, plus près de nous, les lambeaux des plateaux des tufs de Condeixa. La vision d'ensemble renforce l'idée que les formes actuelles dérivent d'une vaste plateforme, déchiquetée par l'érosion: du Pliocène jusqu'à nos jours, la variation du niveau de base a conditioné l'évolution morphologique de cette zone»². Mais adiante: «les tufs calcaires qui, en certains endroits, comme, par exemple, aux abords de Condeixa-a-Velha, deviennent des travertins servant à la fabrication des meules. Les tufs, formés aux dépens des dépôts faits par les eaux qui naissent sur la bordure du massif calcaire, apparaissent à des niveaux différents, le plus haut étant situé à une altitude de 90-100 m et formant de petits plateaux; en contre-bas il y a un gradin de tufs plus récents et, dans le fond des ravins et des vallées qui entaillent les deux niveaux supérieures, le dépôt continue à se former dans nos jours»³. Algumas páginas depois, refere-se ao «relief calcaire des derniers contre-forts de la serra de Sicó, légèrement karstifié» que «se profile à l'Est: des pentes raides descendant à la rencontre des plaines

¹ Teixeira, C. — «Les dépôts modernes du littoral...», 1948, p. 92.

² Martins, A. Fernandes — «Le centre litoral...», 1949, p. 60.

³ Idem, p. 61.



cultivées et des collines couvertes des pins qui à l'ouest mouvementent la topographie»¹.

Se, pelo próprio título do trabalho, pelo significado que assumem como eixo espaço-temporal do estudo, os tufos tomam um lugar de relevância e lhes cabe prioridade na ordem de exposição, abordados nos problemas de teoria e na descrição dos tufos de Condeixa, não deixa tal estudo de requerer outras ligações. Como não são um objectivo em si mas na busca do que significam na paisagem e daquilo em que podem fornecer dados e hipóteses de explicação das formas actuais, ressaltando as limitações de tempo, técnicas e de estudos de base com que deparamos, seguir-se-ão, adiante e encadeados, outros capítulos sobre a geologia e os materiais petrográficos e sobre a morfologia, nosso objectivo último.

2. OS TUFOS CALCÁRIOS

2.1. OS TUFOS CALCÁRIOS — ESTUDO GERAL

Incluídos no conjunto das rochas sedimentares carbonatadas pela sua gênese e composição, os tufos calcários apresentam-se em fácies variadas. A sua origem, essencialmente química, embora ocorrendo em condições diversas mais largamente condicionadas, contribui para a fraca extensão dos afloramentos, localização litológica e topograficamente limitada e distribuição peculiar oferecendo, por isso, quando existentes na paisagem, um elemento referenciador do ponto de vista morfológico.

Estas características, extensão, localização e distribuição limitadas, estão estreitamente ligadas à natureza petrográfica dos tufos, e o seu modo de formação relaciona-se com a natureza geológica da região onde ocorrem e com a morfologia e os ambientes climáticos contemporâneos da sua formação.

Os tufos podem, pelas razões expostas, servir de indicador morfoclimático e cronológico regional. Como dissemos anteriormente, os tufos de Condeixa, pelo significado morfológico que podem assumir, adquirem um lugar de eixo espaço-temporal no estudo em que nos empenhamos. É que o estudo dos tufos como objectivo único e isolado pouco poderia ir além de um trabalho de pequeno registo descritivo de morfologia. Se por outro lado abordados num outro sentido, ou seja, descrição petrográfica e distribuição geológica

¹ Idem, p. 64.

isolada do conjunto da paisagem onde ocorrem, conduzir-nos-ia a um desvirtuamento do nosso objectivo temático principal.

Motivados pelas considerações anteriormente feitas será oportuno um estudo geral sobre tufos e travertinos, antes de abordarmos o estudo dos tufos de Condeixa. Deverá ter-se em consideração as suas variadas formas e condições de ocorrência, a sua caracterização química e petrográfica, os seus modos de formação (estudando os mecanismos de dissolução e precipitação do CaCO_3 e relacionando-os com a natureza da área mãe carbonatada), os ambientes de deposição e os climas que favorecem a sua formação. Foram base desse estudo os elementos colhidos na bibliografia a que tivemos acesso, entre a pouca de que temos conhecimento, aos quais juntamos alguns dados de observação pessoal que jornadas de campo nos proporcionaram.

A bibliografia em que colhemos elementos relativos aos tufos convém, por razões metodológicas, ser distribuída segundo grupos para cuja divisão se tomou como critério a natureza das obras: obras de teoria geral, umas sobre geologia geral, outras sobre problemas de carsificação e morfologia dos calcários, e obras dedicadas a estudos regionais em que os tufos são objecto principal ou secundário, quer com carácter de pequenos estudos ou com a amplitude de estudos de grande fôlego e de problemática vasta.

Dentro dos estudos de teoria geral os manuais de geologia referem alguns elementos acerca dos tufos. Moret¹ faz as seguintes considerações: «*Les tufs* sont des incrustations irrégulières et spongieuses qui se produisent à l'émergence des sources calcaires et qui renferment de nombreux moulages de plantes et de coquilles. Certaines de ces sources sont bien connues de touristes, celle de Saint-Allyre, par exemple, près de Clermont-Ferrand. Les tufs sont fréquents au Quaternaire et à l'époque actuelle.

Lorsqu'une source calcaire s'épanche dans un bassin lacustre, le calcaire se précipite en une fine poudre cristalline qui se stratifie en couches régulières. La roche est ainsi plus compacte qu'un tuf et prend le nom de *travertin*. Beaucoup de calcaires lacustres sont des travertins; ils sont souvent de structure brechoïde (fausses brèches dues aux périodes d'assèchement ayant déterminé le craquellement du sédiment) et renferment aussi des silex. Ces formations sont très répandues au Tertiaire et le travertin de Sézanne, dans le bassin de Paris, est célèbre par la finesse de conservation de ses débris végétaux dont on a pu exécuter d'admirables moulages (fleurs et fruits)».

Fourmarier referindo-se à gênese dos tufos diz que «sob a acção da luz, alguns vegetais do tipo algas ou musgos provocam a decomposição do bicar-

¹ L. Moret — «Précis de Géologie», 1958, p. 213.

bonato de cálcio dissolvido na água. Os vegetais consomem o CO₂ em excesso e o carbonato precipita-se, encrustando o próprio vegetal ou qualquer objecto situado nas proximidades» ... edificando-se «depósitos por vezes consideráveis de tufo calcário ou travertino formando barragens que obstruem os cursos de água»¹. O mesmo autor, atribui-lhes ainda outra origem: a «agitação da água em contacto com corpos estranhos» que leva à «decomposição do bicarbonato de cálcio e provoca a precipitação do calcário»².

Auboin, Brousse et Lehman, no tomo I do Précis de Géologie, ao estudarem as rochas sedimentares referem-se aos tufos e travertinos, atribuindo-lhes dois tipos de mecanismos genéticos, um por influência da pressão, o outro da temperatura. «Atingindo o ar livre, as águas» (depois de uma circulação subterrânea sob pressão em que o poder de dissolução era grande) «põem-se em equilíbrio com a atmosfera e depositam então calcários. Assim se constituem os «travertinos» e depósitos incrustantes»³. Na mesma obra, observam os autores que «nos charcos de água com travertinos cresce geralmente uma abundante população de algas e, nos bordos, existe também uma rica flora criptogâmica. Todos estes vegetais absorvem anidrido carbónico pelo mecanismo da assimilação clorofilina e activam, desta maneira, a precipitação do calcário»⁴.

Aos mecanismos genéticos derivados da pressão, juntam o provocado pela «descompressão junto das rupturas de declive dos cursos de água» o que, segundo os autores, «basta para provocar um depósito de calcários que favorece ainda a alta turbulência das águas nestes lugares»⁵.

No que se refere à temperatura, observa-se nesta obra: «na natureza, as águas frias têm a possibilidade de dissolver grandes quantidades de calcário que depositam em seguida quando se aquecem ao atingir os «sopés e especialmente os lagos»⁶.

C. O. Rogers and Dumber⁷, A. Vatan⁸, Brinkman⁹ referem-se também resumidamente ao problema dos tufos.

¹ P. Fourmarier — «Principes de Géologie», 1950, p. 248.

² Idem, p. 249.

³ Auboin, Brousse et Lehman — «Précis de Géologie», tome I, 1968, p. 235.

⁴ Idem, p. 236.

⁵ Idem, p. 237.

⁶ Idem, p. 237.

⁷ C. Rogers and Dumber — «Principles of Stratigraphy», 1957.

⁸ André Vatan — «Manuel de Sedimentologie», 1968.

⁹ Brinkman — «Geologia General», 1964 — apresenta as mesmas razões que Auboin e outros, p. 25).

Jean Nicod¹ e Llopis Lladó², em obras de conjunto sobre a problemática das paisagens calcárias e da carsificação, referem-se com algum detalhe à origem, formação e modo de jazida dos tufos calcários e travertinos.

Jean Nicod, num estudo de morfologia regional na Baixa-Provença³, e Jean Demangeot, na sua obra sobre os Abruzos Adriáticos⁴, foram os autores que nos serviram de fonte principal para o estudo mais aprofundado sobre a problemática morfológica que uma área de tufos implicava na sua relação espacial e temporal.

Utilizámos ainda outros estudos regionais, além dos citados na introdução, onde são referidas ocorrências de tufos e travertinos: C. Romariz⁵, G. Zbyszewski⁶, Machado da Costa⁷, A. F. Soares⁸, Galopim de Carvalho e C. Romariz⁹, G. Soares de Carvalho¹⁰ e R. Soyer et A. Cailleux¹¹.

2.1.1. *Formas e modos de ocorrência*

A designação *tufos calcários*, embora controversa¹², é utilizada pela maioria dos autores associada à de *travertinos*, para designar «calcários de precipitação de origem e condições de deposição diferentes»¹³. Torna-se conveniente por isso, e como resultado dos vários tipos observados, considerar as seguintes categorias:

«Os *travertinos* regularmente estratificados e provenientes da precipitação numa bacia lacustre do calcário transportado pela água das fontes» (definição de L. Moret, 1958, p. 213).

1 Jean Nicod — «Pays et paysages du calcaire», 1972.

2 Llopis Lladó — «Manual de Hidrogeologia Carstica».

3 Jean Nicod — «Recherches morphologiques en Basse Provence», Thèse, 1967.

4 Jean Demangeot — «Geomorphologie des Abruzzes Adriatiques», 1965.

5 C. Romariz — «Estudo geológico e petrográfico da área tifónica de Soure», C.S.G.P., tomo XLIV, 1960, p. 95-97.

6 G. Zbyszewski — «Le Quaternaire au Portugal», B.S.G.P., tomo XIII, 1958.

7 Machado da Costa — «Ançã — Um lago quaternário», C.S.G.P., tomo XV, 1924.

8 A. Ferreira Soares — «As formações pós-jurássicas entre Coimbra e Montemor», R.F.C.U.C., 1968.

9 Galopim de Carvalho e Carlos Romariz — «Tufos calcários quaternários de Santiago do Cacém», *Finisterra*, 15, 1973, p. 112-114.

10 G. Soares de Carvalho — «Les époques d'éolisation du Pleistocène»..., P.M.L.M.G.U.C., n.º 33, 1952, p. 53-58.

11 R. Soyer et A. Cailleux — «Géologie de la Région Parisienne», 1964.

12 Auboin... prefere a designação de travertino, reservando o termo tufo exclusivamente para as rochas vulcânicas móveis de grão fino. Cf. Auboin, obra citada.

13 Jean Nicod — «Recherches morphologiques»..., p. 210.

*Os leitos de tufos com vegetais*¹ que invadiram os baixos fundos pantanosos. O seu aspecto é vacuolar e observa-se muitas vezes a passagem lateral e margas e argilas, com alternâncias constituindo estruturas varvares².

Os tufos de fontes — «incrustações irregulares e esponjosas que se produzem na emergência de fontes calcárias»³. Na maioria dos casos os depósitos constituem apenas massas mínimas. Mas nem sempre assim foi, e as grandes massas de tufos com vegetais preenchiem antigos vales, formando terraços sucessivos. A superfície do enchimento é muito plana⁴.

Os aluviões cimentados pelo tufo ou tufos conglomeráticos⁵ — frequentes em todos os níveis e muito significativos próximo de Conimbriga, na base dos tufos dos 100 m, e ainda nos níveis inferiores dos tufos de Condeixa⁶.

*As incrustações e as concreções zonadas*⁷ — formação frequente dos tufos em redor de núcleos de espessura variável podendo atingir dimensões apreciáveis, indo até a alguns decímetros de diâmetro.

2.1.2. *Fácies e estruturas nos tufos*

Este tipo de rochas carbonatadas de gênese essencialmente química ou bioquímica, compreende apesar disso uma variedade bastante vasta de tipos petrográficos, como se pode deduzir do estudo das formas e modos de ocorrência, feito atrás. Por isso, depois de termos dado, primeiramente, uma classificação a partir das condições de ocorrência, passaremos em revista alguns dos principais aspectos petrográficos dos tufos e das estruturas de deposição que encontramos ao longo do nosso trabalho.

Como as formas de ocorrência dos tufos são variadas e como dentro de cada bacia ou área de sedimentação, a que corresponde cada forma, os sedimentos não se distribuem da mesma maneira por toda a extensão, donde a existência de variações locais nos sedimentos, resultantes das condições físicas, químicas e biológicas peculiares a cada local. Estas características de com-

¹ Jean Nicod cita como exemplo a base dos tufos Marselha e os de Saint-Paul les Durance (R.M.). Na área do nosso estudo um afloramento em Casconha apresenta analogias.

² Pelos termos «VARVAS» designam-se correntemente formações depositadas em bacias lacustres ligadas aos domínios climáticos nivais. Utilizámo-lo na analogia de aspecto.

³ Moret, op. cit., p. 213.

⁴ Nicod — «Recherches morphologiques»..., p. 210.

⁵ G. Mennessier, citado por Nicod, op. cit., p. 210.

⁶ P. Choffat, op. cit.

⁷ Nicod, op. cit., p. 210.

posição e textura dos sedimentos, que se designam por fácies, quando associadas em formas compósitas formam conjuntos de maior importância. Estes agregados sedimentares, designados por estruturas, estão directamente ligados ao meio de deposição e são, em grande número dos casos, contemporâneos da deposição ¹.

As fácies e estruturas sedimentares poderão vir a dar elementos de informação importantes acerca dos meios de deposição dos tufos, quando associados em sequências verticais e laterais. Embora essencialmente de natureza química e, portanto, com uma grande percentagem de CaCO₃ de precipitação química, os tufos e os travertinos são constituídos por uma variedade de elementos detríticos. Os constituintes detríticos escalonam-se dentro duma escala granulométrica extensa, desde os calhaus de espessuras decimétricas às argilas, passando por várias espessuras de areias que podem ocorrer com diferentes aspectos de classificação e com grau de imaturidade em geral elevado. Assim, desde os tufos conglomeráticos aos sacaróides, dos tufos pouco coerentes de cimentação fraca aos travertinos duros e muito coerentes e com perfurações vermiformes, a tufos pouco compactos e com numerosas perfurações contendo fósseis, por vezes muito numerosos, de caules, folhas e moluscos, são diversas as ocorrências.

Estes aspectos, ligados aos tipos de fácies em que ocorrem, encontram-se por vezes associados em estruturas que são dependentes do meio de sedimentação. As estruturas mais importantes que ocorrem nos tufos são a estrutura entrecruzada, as formas de sequências varvares e estruturas concrecionadas, que tomam, não raro, tamanhos notáveis.

Adiante ao falarmos dos tufos de Condeixa retomar-se-á o assunto então duma forma mais descritiva.

2.1.3. *A formação dos tufos*

Os tufos, apesar de inclusos nas rochas carbonatadas e por isso essencialmente químicas, ocorrem com formas, estruturas e importância espacial bem diversa das rochas-tipo do grupo a que pertencem, os calcários, pelo que se torna de importância primordial empreender um estudo dos seus modos de formação.

Os diversos elementos tirados da ocorrência dos tufos conhecidos em várias regiões, especialmente na Europa mediterrânea, assim como a metodologia analítica do estudo do modo de formação das rochas sedimentares,

¹ Estruturas singenéticas ou primárias.

comumente praticada, permitem que consideremos o estudo da formação dos tufos segundo as seguintes rubricas:

1. Relações com a área-mãe carbonatada.
2. Relações com o mecanismo de precipitação dos carbonatos.
3. Relações com os ambientes de formação dos tufos.

2.1.3.1. *A área-mãe carbonatada*

Como os tufos são o resultado da precipitação química dos carbonatos transportados em solução por águas supersaturadas, por vezes associadas a elementos clásticos que cimentam, torna-se do maior interesse o estudo das suas relações com a área onde mobiliza, em solução, o carbonato de cálcio.

Com distribuição generalizada ao interior e às áreas marginais de afloramentos ou maciços calcários e melhor conhecidas nas regiões de clima mediterrâneo onde têm larga ocorrência, quer se trate de formações antigas como actualmente em formação, apresentando aquelas extensões e espessuras maiores, os tufos estão relacionados com uma rocha-mãe calcária.

J. Nicod e outros¹ restringem ainda mais a sua distribuição pela dependência litológica, admitindo que a rocha-mãe carbonatada seja de natureza dolomítica. «Os grandes mantos de tufos e travertinos da bacia de Marselha começam na parte terminal das ravinas que provêm da cadeia “de l'Étoile” de natureza dolomítica. No vale de Durance, os mantos de tufos de Saint-Paul e de Meyrargues encontram-se na parte terminal de “vallons” dos quais uma parte da bacia é formada por calcários dolomíticos»², sucedendo o mesmo noutros pontos que J. Nicod também refere.

Na região dos tufos que estudamos ocorrem também calcários dolomíticos e dolomias, a Este, no sector dos afloramentos jurássicos do Lias inferior³. Embora se levante o problema da sua ligação genética com os tufos, o facto da sua proximidade e à falta de outros, não nos chega como argumento definitivo⁴.

¹ Nicod, op. cit., p. 210. Fourmarier — «Principes de géologie», p. 248

² Nicod, idem.

³ Mouterde — «Coupe du Lias au Sud de Condeixa».

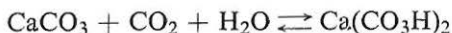
⁴ A que se deve a raridade dos tufos em Portugal na orla mesosóica? À ausência de ambientes de sedimentação? Ou à dependência de determinado tipo de rocha carbonatada? Das dolomias, como sugere Nicod?

2.1.3.2. *O mecanismo de precipitação dos carbonatos (Relação com as águas supersaturadas)*

Para a deposição do carbonato de cálcio é necessária a supersaturação das águas ricas em carbonatos. Este facto depende da temperatura, da pressão e do teor em CO₂, pelo que está ligado a condições climáticas, topográficas e de tipo de escorrência subaérea ou subterrânea. Por isso em determinadas circunstâncias, quando esses factores se conjugam e o determinam, as águas das ribeiras e das fontes das regiões calcárias são portadoras de carbonatos em solução atingindo, por vezes, teores elevados. Quando as águas são provenientes de regiões dolomitizadas os teores atingem valores importantes que J. Nicod¹ atribui à porosidade destas rochas. Afirma ainda que por vezes não só os teores são elevados, como as águas das fontes e dos cursos de água se encontram em estados de supersaturação.

— *O esquema de dissolução-precipitação do carbonato de cálcio*

O carbonato de cálcio, posto em solução sobresaturada pelas águas ou por estas precipitado em determinados locais, consoante o teor de CO₂ dissolvido nas águas, dissolve-se ou precipita segundo a reacção clássica reversível²:



Para que esta reacção se verifique são necessários vários factores que em conjunto determinam o sentido da reacção.

Interessados especialmente nos factores da reacção de precipitação, não deixaremos de referir conjuntamente os factores que condicionam a dissolução porque esta é condição inicial para a existência de carbonato em solução nas águas.

Entre os factores que actuam na reacção de dissolução-precipitação do carbonato de cálcio poderemos considerar de relevância o papel do clima (temperatura e quantidade de precipitação), da pressão e do teor em anidrido carbónico (CO₂).

¹ Nicod, op. cit., p. 210-213.

² Reacção reversível porque o bicarbonato de cálcio existe apenas em solução iónica quando em presença de um excedente de CO₂. Nicod — «Pays et paysages du calcaire», p. 17.

As condições do meio são favoráveis à dissolução quando da existência de águas frias e por isso mais ricas em CO_2 , donde mais agressivas. As pressões elevadas favorecem-na também, pelo que a profundidades maiores, quando de escorrência subterrânea, a dissolução é maior do que à superfície sob pressão normal ¹.

Pelo contrário, águas quentes, fraca queda de chuvas, situações de diminuição brusca de pressão ou perda de CO_2 , por vários factores que adiante pormenorizaremos, oferecem condições óptimas à precipitação dos carbonatos em solução.

2.1.3.3. *Ambientes de formação dos tufos* (Factores de precipitação do carbonato de cálcio)

Os factores de precipitação do carbonato de cálcio, apontados no parágrafo anterior, levam-nos, para explicar a formação dos tufos, a uma análise mais pormenorizada. Ao estudar a sua formação, teremos em conta o clima, o meio de deposição e a natureza das águas carbonatadas, nas suas relações com a perda ou enriquecimento de elementos, condicionados, ainda, por outros factores.

O facto de as deposições de tufo serem hoje significativas nas regiões de clima mediterrâneo, no caso em que as condições de topografia e geologia são favoráveis à sua formação, comparando-as com a amplitude das acumulações fósseis das mesmas regiões, somos levados a considerar o factor climático admitindo, assim, a sua formação em condições de clima bem diversas das actuais. Estas não são, pois, favoráveis à construção de grandes acumulações de tufos, como o provam os testemunhos vários sobre o problema.

Tendo em conta que o carbonato de cálcio encontra condições térmicas favoráveis à precipitação em climas quentes, ou em todo o caso, em climas não frios somos levados a admitir a explicação mais clássica, atribuindo a dominância ao factor climático, não sem ter em conta outros factores necessários, mas não suficientes.

Todos os autores, ou quase, estão de acordo quanto ao facto de os climas frios excluírem a formação dos travertinos. O aquecimento das águas favorece, pelo contrário, a formação de tufos, conforme as conclusões climáticas que as floras fósseis dos tufos estudados puderam dar. Tendo-se formado durante o Quaternário, cujas condições climáticas variaram fortemente de períodos glaciários a períodos interglaciários, cada qual com variações de

¹ Segundo B. Gèze, P. Birot e Nicod.

segunda ordem, mas significativas nos efeitos climáticos, os tufos parece poderem ser atribuídos aos períodos interglaciários. Esta atribuição, fundamentada nos indícios de climas quentes correspondentes a estes períodos, é, por outro lado, baseada na formulação teórica de que os períodos glaciários mesmo em latitudes de 35-40°N, se não mostravam propícios a essa deposição. Antes pelo contrário, ofereciam condições a uma forte dissolução, como o evidenciam alguns geomorfólogos em trabalhos já referidos ¹. A comparação com os climas da região mediterrânea actual permite confirmar que, pelo menos alguns dos interglaciários, eram mais quentes, e a pluviosidade deveria ser importante, se não em todo o período, pelo menos em parte. Numa região cársica, do Apenino Central, com pluviosidade elevada (precipitações da ordem dos 1 400 mm anuais) o carso muito desenvolvido alimenta fortes ressurgências. Estas águas, fortemente carregadas de carbonatos, precipitam tufos nas célebres cascatas de Tivoli. Durante o Quaternário, no mesmo local formaram-se acumulações mais importantes de travertinos nos baixios e bacias lacustres, atribuídas a períodos quentes a partir do estudo da flora ².

Uma outra explicação complementar da climática pode ser qualificada de *topográfica: os tipos de meio de deposição*.

O estudo das formas e modos de ocorrência, feito atrás, permite-nos considerar três tipos de meio de deposição, ligados à perda de CO₂:

— À saída das fontes do relevo calcário carsificado, provocada pela descompressão e agitação da água.

— A deposição ligada à ruptura do declive que provoca a perda de CO₂ por agitação das águas, ocorrendo quer nas vertentes com a formação de tufos em degraus, ou nos leitos dos rios e ribeiras nas quedas de água. Este tipo de deposição ocorre ainda hoje nas proximidades de Conímbriga, no vale do Rio dos Mouros.

— A deposição em meio lagunar, por acção de plantas que consomem o CO₂ e levam à precipitação do carbonato. Como exemplo deste caso apontamos os tufos de Marselha ³ e os tufos de Condeixa, especialmente o nível superior, assim como pequenos retalhos formados recentemente, no vale do Rio dos Mouros.

¹ Especialmente nas teses de J. Demangeot e J. Nicod e em «Pays et paysages du calcaire» deste último.

² Nicod — «Pays et paysages du calcaire», p. 108; Demangeot — «Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques».

³ Nicod — «Recherches morphologiques»..., p. 210-213.

Estes *meios tipo* principais podem vir associados. No entanto parece ser a deposição lacustre que assume maiores proporções e importância.

As águas ricas em carbonato de magnésio parecem ser, segundo J. Nicod¹, importantes do ponto de vista de propensão à precipitação. Este autor assinala o papel preponderante do carbonato de magnésio, devido ao facto de o carbonato de cálcio precipitar *em presença* do carbonato de magnésio, de solubilidade iónica mais elevada às temperaturas médias. Como consequência, a contribuição de uma água rica em $MgCO_3$ ou $CaMg(CO_3)_2$ a uma água calcária tem por efeito a precipitação de tufo. Este facto permite-nos considerar os tufos como tipo petrográfico geologicamente mais limitado, com fortes implicações na explicação morfológica das áreas onde ocorre. Para a deposição dos carbonatos dentro dos três tipos de meio descritos, contribuem ainda outros factores de importância não geral. Quer as águas agitadas pelo declive, caudal ou pressão de saída das fontes, quer a vegetação especialmente nos meios lacustres contribuem para a perda de CO_2 das águas. O papel da vegetação ainda não muito bem explicado, parece, no entanto, ligado ao consumo de CO_2 na actividade fisiológica. Por seu turno, a precipitação em águas agitadas por declives ou saída de fontes explica-se pela dissipação de CO_2 no ar.

2.2. OS TUFOS E TRAVERTINOS DE CONDEIXA

Na região próxima de Condeixa-a-Nova, entre o sector de topografia movimentada dos relevos calcários a Este e Sul e os relevos residuais de cimos aplanados, delineando a superfície pliocénica, para Norte e Oeste, distribui-se um conjunto de superfícies encimadas por travertinos e tufos calcários. Estes acompanham em escadaria as vertentes verdejantes dos cursos de água actuais, apresentando-se em altitudes e condições diversas. São os tufos calcários de Condeixa que passaremos a descrever.

Situados no limite ocidental dos terrenos jurássicos norte-orientais da orla mesozóica a Norte do Tejo, estendem-se por cerca de meia dezena de quilómetros desde Cernache até ao Rio dos Mouros a Sul de Condeixa-a-Velha, com a largura variável de dois a cinco quilómetros, atingindo o máximo entre Cernache e Melhora, na sua maior extensão para Oeste.

Os tufos calcários, com espessuras variáveis, desde bancadas espessas com cerca de 30 a 40 m a fracas espessuras com 1 a 2 m, cobrem, na maior

¹ Idem, pp. 210 e 217.

parte da sua extensão, um conjunto de formações gresosas pertencentes ao Cretácico e ao Terciário antigo. É reduzida a extensão que cobre as formações de calcários jurássicos, como veremos adiante.

Começaremos o estudo dos tufos de Condeixa descrevendo os níveis em que ocorrem, fazendo referência às características principais de cada um deles: altimetrias, distribuição, disposição, extensão e forma e ainda alguns dos principais aspectos petrográficos de cada.

2.2.1. *Os níveis*

Os tufos escalonam-se a várias altitudes a que se podem fazer corresponder um conjunto de níveis sucessivos susceptíveis de se correlacionarem entre si, embora nem sempre com grande evidência. No trabalho de separação e correlação dos níveis utilizámos os dados de campo no que se referiam à cartografia e diferenças petrográficas, e os resultantes da elaboração de cortes topográficos e análise do relevo, a partir das cartas topográficas de escala 1/25 000 e da fotografia aérea de escala aproximadamente idêntica.

As referências bibliográficas aos níveis são escassas e pouco precisas, baseando-se a maioria dos autores nas notas coligidas por Choffat, no seu trabalho sobre os tufos de Condeixa. Nesse trabalho P. Choffat diz: «Um exame rápido da área permite ver que estas bancadas de tufo se apresentam a altitudes e em condições variáveis. Formam os planaltos entre Cernache e Condeixa-a-Velha. O de Cernache tem de 90 a 100 m de altitude... Os planaltos de Condeixa e Condeixa-a-Velha têm de 100 a 110 m de altitude... É sobre estes planaltos que o tufo têm o seu maior desenvolvimento: forma nele um verdadeiro travertino posto a nu por ravinas de degraus abaixo do planalto e cobre mesmo, por vezes, o fundo dos vales que o recortam»¹.

Em resultado da nossa pesquisa somos levados a considerar três níveis distintos e a possibilidade de separar um quarto, inferior em altitude aos restantes. Teremos assim além do de maior extensão e significado, quer petrográfico quer morfológico, referido na citação anterior, uma sucessão de dois níveis de tufos, formando verdadeiros terraços de deposição na aceção morfológica do termo, que ladeiam os vales actuais encaixados abaixo da superfície dos 90-100 m. Dispõem-se sucessivamente às altitudes de 70 m, 50-55 m. Além destes, cremos poder acrescentar um nível inferior de 30-40 m, dada a ocorrência de retalhos de tufo a estas altitudes. Correspondente a este

¹ P. Choffat — «Notes sur les tufs»... p. 2.

nível, no sector dos vales das ribeiras de Casconha, Cernache e Eira Pedrinha, entre a Quinta da Melhora, Vila Pouca e Paúl, solos argilo-calcários com tufos cobrem o fundo dos vales¹, percorridos por pequenos cursos de água cujos traçados devem estar consideravelmente modificados pela acção humana, uma vez que a agricultura ocupa aqui todos os solos, desde o fundo dos vales, aos níveis aplanados e aos declives que os separam.

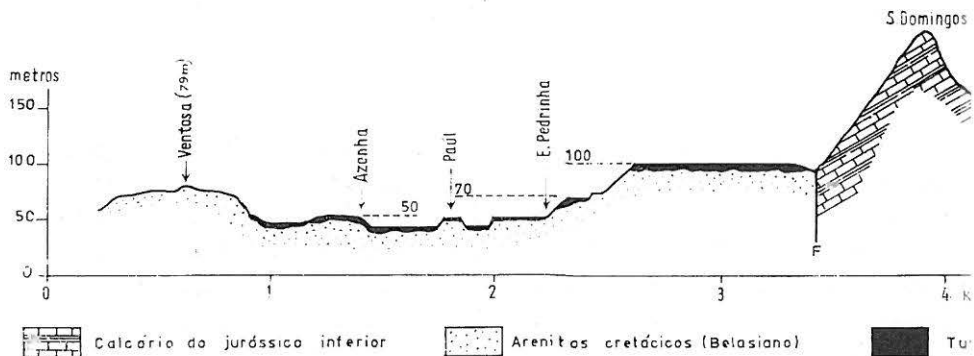


FIG. 3 — Níveis de tufos a ocidente da Serra de S. Domingos.

2.2.1.1. O nível 90-100 m

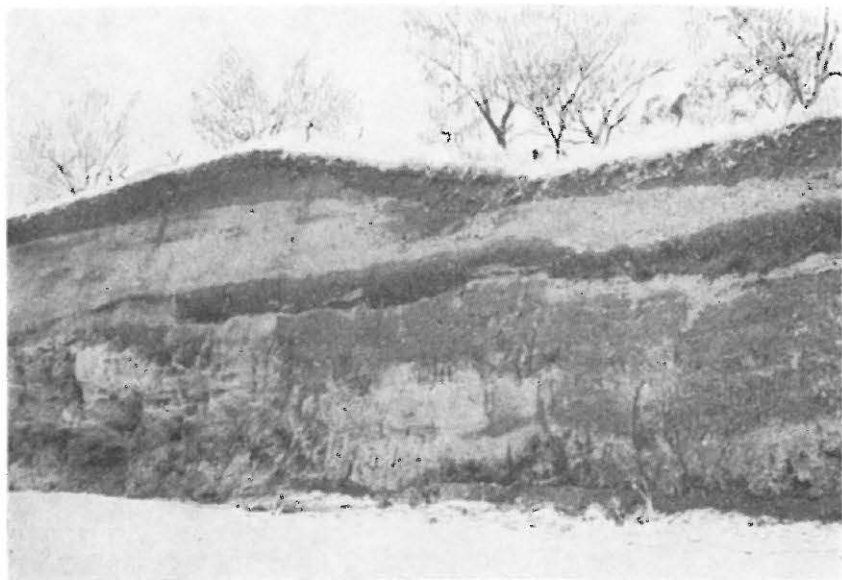
As bancadas de tufos que se estendem de Cernache a Condeixa-a-Velha, formando uma superfície de grande homometria que se situa a uma altitude à volta dos 100 m, são o elemento dos níveis de tufos de maior expressão em área e os que mais informações nos podem dar com vista ao estudo da morfologia. Por isso o espaço que lhes vamos dedicar toma larga vantagem sobre o dos outros níveis.

A partir da base dos relevos de S. Domingos-Avessada e Ponte estende-se para Oeste numa extensão média de 2,5 km, tendo cerca de 5 km, na sua maior dimensão. A superfície que nivela estes tufos é cortada em três planaltos: o de Cernache, o de Paço e o de Condeixa. As suas altitudes, como dissemos, situam-se quase sempre entre os 90 e os 100 m, salvo algumas excepções em que estes valores são ligeiramente superados. É o que se verifica próximo da capela de Cernache, junto ao troço novo da estrada nacional, onde atinge 110 m de altitude, assim como na estrada de Condeixa-Penela, próximo do ramal para Conímbriga, e nesta junto ao Museu, onde ronda os 110-115 m.²

¹ «Nas partes baixas os tufos continuam hoje a depositar-se». Cf. Choffat, op. cit.

² P. Choffat, op. cit.

Choffat insinua a importância deste nível no seguinte passo: «É sobre este planalto que o tufo tem o seu maior desenvolvimento; formando um verdadeiro travertino, posto à vista por ravinas...»¹. É, pois, neste que, além da maior extensão, a espessura alcança em alguns locais, valores iguais ou superiores a 30 metros. Ocorrem aqui também o maior número de variedades de fácies. A consistência dos tufos e travertinos permite a sua utilização para mós e materiais de construção².



FOR. 1 — *Aspecto dos tufos do nível dos 100 m, junto de Cernache.*

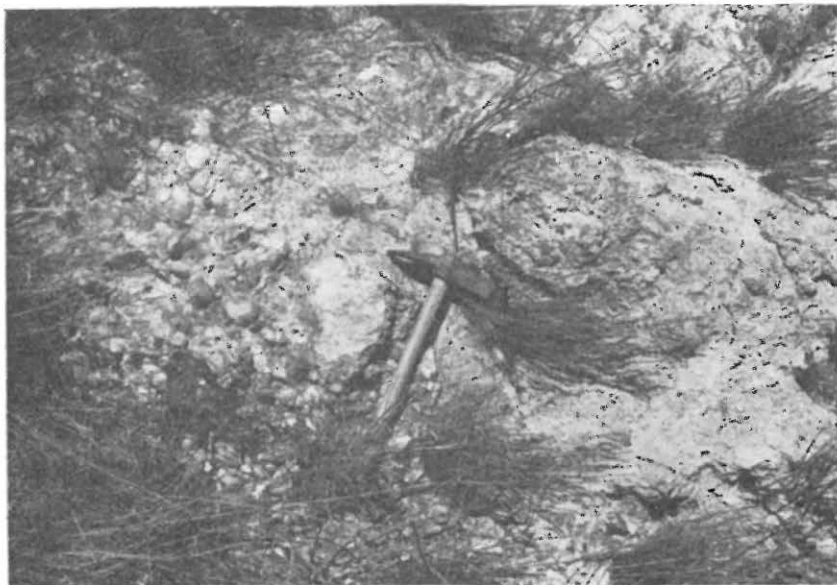
Esta superfície de 90-100 m actualmente apresenta uma forma alongada N-S, com a dimensão maior orientada NNE-SSW que parece adaptar-se à actual disposição do relevo conforme veremos mais adiante. As suas espessuras são variáveis, atingindo os valores máximos junto a Condeixa-a-Velha, onde rondam os 30 m. Muito próximo, um pouco a norte, junto da estrada de Condeixa a Alcabideque distribui-se um largo sector de fraca espessura com cerca de 1 a 2 m, aumentando para ocidente, atingindo

¹ Idem.

² Cf. Simões Costa, Paul Choffat e Fernandes Martins, referidos na Introdução.

em Condeixa-a-Nova 3-4 m. No planalto mais a norte, em Cernache, os valores da espessura máxima são de cerca de 15 m.

Este nível é constituído por uma variada série de fácies associadas em estruturas das quais se podem deduzir as condições de deposição. Assim, ocorrem tufos conglomeráticos, especialmente nas áreas marginais, estes por vezes com calhaus de calcário pouco rolados, de vários tipos de calibragem, tufos com arenitos com núcleos de concrecionamento, com ou sem



FOR. 2 — Bolsadas conglomeráticas da base do nível superior dos tufos, junto de Conimbriga.

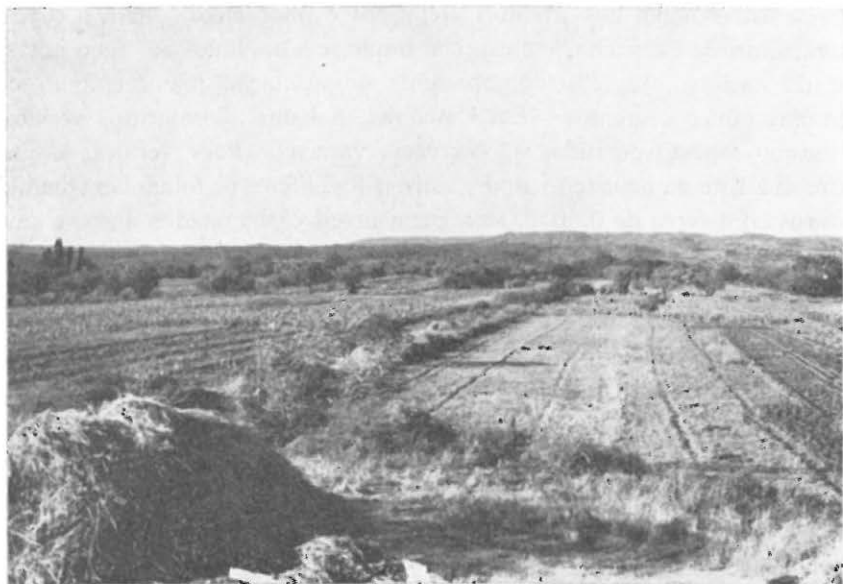
perfurações vermiformes, mais ou menos duros, travertino, tufo arenítico, e até, por vezes, bolsadas de argila e um tipo de tufo de constituição granulométrica muito fina, o tufo polvorento («tuf farigneux» de Choffat).

O travertino é o tipo petrográfico com maior expressão nesta superfície. Apresenta-se, ora muito compacto, como calcário embora com perfurações vermiformes que o identificam, sendo antigamente utilizado na fabricação de mós, ora com «partes mais moles com oólitos atingindo 10 mm de diâmetro tendo geralmente grãos quartzosos como núcleo»¹, comocos preenchidos

¹ P. Choffat, op. cit., p. 4.

por argilas e areia fina. O travertino ocorre em quase toda a superfície, especialmente nos arredores de Condeixa-a-Velha, na área mais a Sul. Aqui toma uma espessura considerável cerca de 30 a 50 m ¹. No planalto de Paço, onde as espessuras são pouco consideráveis, e no sector Norte de Cernache-Casconha o próprio tufo, «in loco», serve de assento a construções.

Os tufos conglomeráticos aparecem, como dissemos, nas áreas marginais das bancadas de tufo dos 100 m. Estes conglomerados cimentados, apre-



For. 3 — A superfície dos 100 m — vista para Norte a partir da estrada Condeixa-Alcabideque.

sentam-se em canais de granulometria variada. Nos elementos clásticos tanto ocorrem quartzitos, calcários brancos do Dogger, calcários liássicos, com grandes calibres, como calhaus de tufo muito rolados de estrutura muitas vezes concrecionada.

O tufo arenítico apresenta-se pouco cimentado, vermiforme e com matriz argilosa, de coerência fraca, sendo frequente no contacto de base com os grés (Condeixa-a-Nova, Quinta de St.^o António, Cernache).

Os tufos polvorentos constituídos por elementos granulométricos muito

¹ P. Choffat, op. cit.

finos, não cimentados, predominam próximo de Condeixa-a-Velha e nos níveis inferiores.

Teremos em conta agora alguns afloramentos modelares distribuídos na área. Em Cernache o tufo assenta sobre o Liássico por um conglomerado de base com calhaus de quartzo, quartzito e calcário liássico cimentados, com níveis gresosos. Estes ocorrem em bolsadas tendo para cima menor frequência e menores calibres. O tufo neste sector apresenta-se frequentemente arenítico ou com módulos quartzosos a que parece não ser estranha a presença próxima dos arenitos cretácicos e pliocénicos. Para o topo do afloramento de Cernache, em especial o que se situa junto ao troço novo da estrada nacional, já referido, apresenta compactação maior embora com bolsadas pouco coerentes. Em Casconha, nalguns afloramentos verifica-se o mesmo aspecto de tufos de coerência variável. Pode verificar-se numa barreira a Este da povoação, onde, a níveisossilíferos de folhas bem limitados e duros com cerca de 0,50 m, se seguem níveis carbonatados duros e cavernosos com muitas perfurações e sem fósseis e um nível mais espesso até ao topo constituído por calhaus de tufo rolados e argilas. As barreiras da estrada nacional, no termo Sul de Cernache apresentam cortes modelares de sequências laterais e verticais nos tufos. O corte da estrada mostra uma parte inferior de travertino disposto em camadas pouco regulares separadas por um leito menos compacto e mais argiloso. A este grupo inferior segue-se uma sequência de níveis claros e avermelhados. Estes formam leitos pouco espessos e canais de secção lenticular. Aqueles formam camadas mais espessas, constituídas por depósitos de calhaus de tufos remobilizados. Estes calhaus são de pequenas dimensões e apresentam-se cimentados secundariamente ou embalados em materiais argilosos. As irregularidades de fundo de deposição são frequentes mas pouco vigorosas e a sedimentação varia de carbonatada a argilosa. Por isso, parece podemos atribuir-lhe uma génese lacustre.

Junto a Conímbriga, os tufos, que formam a superfície onde se implantam as ruínas da cidade romana apresentam-se com espessuras variáveis aumentando para Oeste. Nas bancadas que ladeiam o Rio dos Mouros aparecem com frequência conglomerados, especialmente nos níveis próximos da base. Estes conglomerados ocorrem em canais, por vezes com estrutura entrecruzada, e são constituídos por materiais heterométricos do tipo dos descritos páginas atrás, contendo calhaus de calcário, quer liássicos quer batonianos, assim como calhaus de quartzito estes mais rolados que os de calcário.

Encimando estes conglomerados, ou por vezes a par, dispõem-se níveis acentuadamente travertinizados com estruturas em leque ou concrecionadas,

apresentando num ou noutro local conglomerados com elementos mais finos que aqueles. Também na margem SW da plataforma de Condeixa-a-Velha, a Oeste da anterior, ocorrem, próximo da base dos tufos, conglomerados do tipo dos descritos, com diminuição do calibre dos materiais para o topo, onde aparecem com maior dominância travertinos.

Paul Choffat descreve no trabalho dedicado aos tufos de Condeixa um corte vertical que as condições de cobertura vegetal actual não nos permitiram uma revisão completa. Escreveu Choffat:

«O Rio dos Mouros passa a sul de Condeixa-a-Velha encaixando-se profundamente nos calcários do Jurássico médio e recebe a SW desta localidade

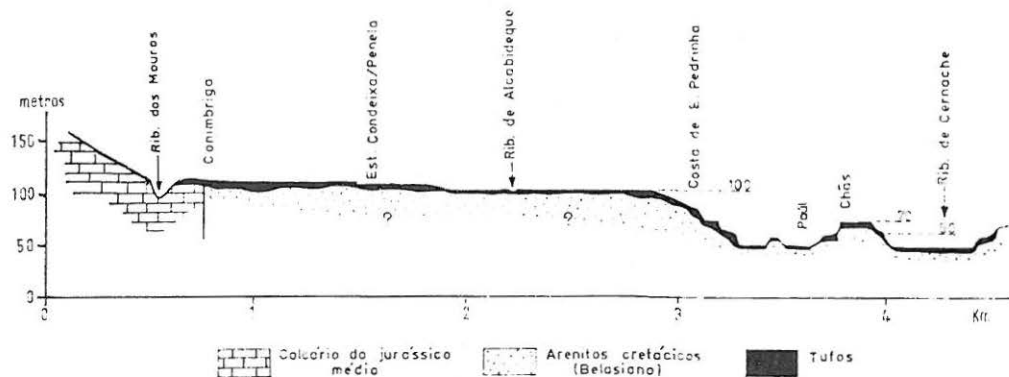


FIG. 4 — Os níveis de tufos em corte S-N, entre Coimbra e Ribeira de Cernache.

as águas dum outra ravina na qual se encontra a fonte de Condeixa. O corte é feito na junção destas duas ravinas.

C₁ — Os calcários do Jurássico médio são recobertos por um conjunto de margas muito arenosas, sendo constituídas algumas bancadas por grés finos, micáceos, enquanto outras contêm quartzitos de pequeno tamanho e calhaus grosseiros. As cores vermelhas dominam para a base, e há areias brancas para cima, depois margas rosadas. Os seus caracteres petrográficos podem levar a atribuí-los ao Cretácico do mesmo modo que ao Pliocénico; a sua ligação com a bancada seguinte torna a segunda hipótese mais provável, enquanto a presença do Cenomaniano um pouco mais a Norte levaria a considerá-las como cretácicas. A sua espessura varia de 10 a 15 m em pontos próximos.

C₂ — Calhaus dos quais alguns atingem o tamanho de cabeça, sendo uns de quartzito, outros de calcário, em geral misturados nos mesmos leitos; alguns dos calhaus calcários provêm do Dogger. São ligados por uma

areia avermelhada, quer móvel, quer fortemente cimentada. Na base encontra-se, localmente, um conglomerado calcário, duro, com numerosos pisólitos de ferro, tendo fornecido um molar de «*Elephas*». A espessura varia entre 5 e 6 metros.

C₃ — Tufo polvorento contendo areia e alguns calhaus rolados, tendo fornecido restos de *Hippopotamus* e de numerosos *Helix*, deformados, cuja concha está na maior parte dissolvida. Espessura: 3 m.

C₄ — Tufo em bancadas espessas, assentando por vezes directamente sobre a camada 2. Contem a diferentes alturas, lenticulas de calhaus rolados, mais grossos que o punho, e passa ao travertino compacto explorado para mós».

Próximo da estrada de Condeixa a Alcabideque, onde os tufos tomam menores espessuras, estes apresentam-se com coerência variável e muito gresosos, o que é muito frequente quando assentam sobre arenitos.

A Este de Paço, os tufos passam aos arenitos infrajacentes por uma areia fina bem classificada com matriz argilosa. Este facto poderá contribuir com alguns dados para a discussão morfológica do meio de deposição, assunto que retomaremos adiante.

2.2.1.2. O nível de 70 m

Os tufos deste nível ladeiam as ribeiras que entalham o nível dos 100 m, e apresentam uma expressão menor que aquele tomando, no entanto, extensões significativas num ou noutro ponto. Não forma um nível contínuo, apresentando-se em forma de terraços ou cobrindo o topo de superfícies em desnível com as dos 100 m.

Nos vales das ribeiras de Cernache, Casconha e Eira Pedrinha ocorrem tufos com altimetria próxima dos 70 m que se sobrepõem a outros mais abaixo. O mesmo sucede na ravina de Condeixa-a-Velha, junto à fonte da localidade. Nalguns pontos aparecem no fundo dos vales. A maior superfície distribui-se no topo interflúvio entre as ribeiras da Casconha e de Eira Pedrinha no sítio das Chãs. Esta superfície tem continuidade altimétrica com o nível de 70 m formado na margem por tufos. Na vertente da margem esquerda da ribeira de Eira Pedrinha, próximo do sítio de Alto do Poço, uma trincheira da estrada apresenta um bom corte.

Os retalhos de tufo do nível dos 70 m vêem-se assentar, na maioria das vezes, sobre os arenitos cretácicos. Nalguns pontos fazem-no por intermédio de uma areia fina, bem classificada e envolvida numa matriz argilosa de cor avermelhada. Esta inversão textural¹ pode ser devida ao meio de deposição

¹ Vulgar em meios lagunares. Cf. Folk — «Manual of Sedimentary Petrology».

numa área próxima de areias móveis ou devidas à erosão de antigos arenitos. G. S. Carvalho refere também um caso idêntico em Ançã¹. Verificámos o mesmo a Este de Paço, para o nível de 100 m, como referimos atrás.

Os tufos do nível 70 m, embora por vezes conglomeráticos, não apresentam os elementos e a variedade dos tufos dos 100 m. São por outro lado menos endurecidos, embora num ou noutro ponto, como, por exemplo, nas Chãs, se apresentem mais duros. Numa barreira próxima de Cernache, na estrada para Vila Pouca, o tufo apresenta-se constituído por materiais finos alternando com níveis de calhaus de pequenas dimensões, de 1 a 2 cm de dimensão maior nos de tamanho maior. Os calhaus são de tufo, muito rolados e alongados, embalados numa matriz argilo-calcária. Apresentam vestígios de detritos vegetais. A par das estruturas alternantes de elementos finos e grosseiros evidenciados pela erosão diferencial, ocorrem também estruturas em leque. Nos cortes do nível dos 70 m das barreiras da estrada nacional, assim como em outros locais aparecem níveis com constituintes sedimentares muito próximos daqueles.

2.2.1.3. *Os níveis inferiores dos tufos — níveis de 50-60 m e de 30-40 m*

São constituídos por afloramentos de pequena expressão espacial, situados entre as cotas 50 e 60 m e as cotas 35 e 40 m, nos fundos dos vales das ribeiras de Cernache, Casconha, Eira Pedrinha e do Rio dos Mouros.

O nível 50-60 m ocorre formando geralmente um terraço, estendendo-se de Barroca ao Avenal, a ocidente de Cernache, dum lado e doutro da ribeira de Cernache. Ocorre ainda próximo de Paúl, num pequeno relevo residual junto à estrada nacional, e nas proximidades de Aventosa, formando um terraço entre Barreira e Pedreira, na margem esquerda da ribeira de Eira Pedrinha. Junto desta povoação, o fundo do vale cultivado corresponde a este nível. Os afloramentos de tufo do nível que considerámos dos 35-40 m aparecem de Sobreiro à Quinta da Melhora, na ribeira de Pão-Quente ou de Cernache, e ainda no vale do Rio dos Mouros, junto de Ponte da Ega.

Os tufos dos níveis inferiores apresentam características muito semelhantes às dos do nível de 70 m. São relativamente compactos, muito argilosos, com grés ou pequenos calhaus de tufos e de calcários englobados. Distinguem-se algumas cavidades vermiformes. C. Romariz refere que, em Ponte da Ega, o tufo calcário apresenta quase sempre manchas de cor acastanhada,

¹ G. Soares de Carvalho — «Les époques d'éolisation...»

a que corresponde elevada compacidade. O mesmo autor admite que as manchas resultem de impregnações siliciosas¹.

Perto de Avenal e de Melhora, o tufo apresenta-se compacto, muito argiloso com dureza variável, por vezes com aspecto de travertino mas de menor dureza. Evidencia canais, por vezes muito areníticos ou argilosos, alguns com dimensões de 2 a 3 m de largura e cerca de 0,50 m de altura, como por exemplo nas proximidades de Avenal. Próximo da base dum afloramento do nível 50-60 m dos tufos, junto ao Paúl, surgem calhaus de terraço aglutinados por argila e carbonato de cálcio passando a tufo compacto, constituído por elementos mais finos, e a travertino.

2.2.2. *A paleontologia dos tufos*

Os tufos de Condeixa encerram numerosos elementos vegetais, na maioria difíceis de determinar, pelo seu estado de conservação. A quase completa ausência de estudos dedicados à paleontologia dos tufos de Condeixa leva-nos a recorrer ao parágrafo dedicado ao assunto por P. Choffat no trabalho citado.

Os fósseis foram colhidos por P. Choffat perto de Eira Pedrinha; os fósseis-flora, classificados por Júlio Henriques apresentavam: *Vitis vinifera*, *Rubus casius*, *Olea europea*, *Laurus nobilis*, *Quercus pedunculata*, ou *lusitânica*? *Alnus glutinosa*, *Smilax mauritanica*, *Scolopendrium officinale*. Nos fósseis-fauna, classificados por A. Girard, apareciam: *Lymnaea auricularia*, L.; *Bythinia tentaculata*, L.; *Rumina decollata*, *Helix barbula*, Charp.; e *Helix nemoralis*, L.; com predomínio para os *Helix*, especialmente nos tufos gresosos. Choffat refere ainda que todas estas espécies existem actualmente na região. Também em Condeixa-a-Velha, aqui referidos estratigraficamente, Choffat revela a existência dum fóssil de *Elephas* (molar) num nível conglomerático e um de *Hippopotamus* com numerosos *Helix* englobados num nível de tufo polvorento superior àquele.

2.2.3. *A idade dos tufos*

A datação dos tufos a partir da paleontologia torna-se impossível contando com os dados apresentados. Dos fósseis animais só os fósseis de *Elephas* e de *Hippopotamus* permitem uma referenciação quanto ao possível início da formação dos tufos pois ocorrem na base dos do nível superior. Estes supõem-se os mais antigos com base numa cronologia altimétrica.

¹ C. Romariz — «Estudo geológico e petrográfico da área tifónica de Soure», p. 96.

Qualquer dos dois fósseis mamíferos citados pertencem a uma fauna quente. No entanto, qualquer juízo a partir da sua ocorrência sem outras correlações é apenas hipotético. Pode, todavia, afirmar-se, a partir destes dados juntando os da estratigrafia, que o nível superior de tufos é posterior ao Pliocénico ou quando muito finipliocénico. Este facto leva a atribuí-lhe, portanto, uma cronologia ante-glaciar. A partir duma cronologia fundada num critério altimétrico poderemos considerar o nível superior o mais antigo e os restantes sucessivamente mais recentes. O estabelecimento duma cronologia absoluta, torna-se também assim impossível, podendo no entanto atribuir-se a formação dos tufos a períodos quentes.

Dos fósseis vegetais pouco se pode deduzir além da caracterização do ambiente de deposição, conjuntamente com alguns dos fósseis animais. O seu estudo em associações fossilíferas e a análise polínica que poderia informar acerca do ambiente vegetal existente não foram feitas ainda.

Poderemos considerar o início da deposição dos tufos posterior à época pliocénica. Nesta época depositaram-se, nos arredores de Condeixa, as bancadas de cascalhos mais ou menos argilosos, mais ou menos cimentados a que sucederam depósitos de travertinos, na base dos quais se encontram ainda as areias e os calhaus rolados nos depósitos pliocénicos¹. Depois de se ter formado o nível superior, o mais extenso, este foi dividido em planaltos, formando-se subsequentemente os níveis inferiores, cada vez mais recentes quanto menores altimetrias apresentarem os seus topos.

3. A ESTRUTURA GEOLÓGICA E OS MATERIAIS PETROGRÁFICOS

Depois de nos determos, no capítulo anterior, na apresentação geral dos tufos, porque elementos fundamentais do sistema de explicação morfológica, passamos ao estudo da estrutura geológica e dos materiais petrográficos que se situam na área dos tufos e a envolvem, para melhor compreender a sua ocorrência e a das formas que se geraram na área. Obedeceremos para isso a um itinerário lógico-explicativo de escala progressivamente reduzida.

Começaremos por uma visão geral da estratigrafia e da tectónica, fazendo depois referência a aspectos geológicos de menor escala, e por último ao estudo mais detalhado dos materiais petrográficos, já que estes é que são a «matéria-prima» dos «artífices modeladores» que são os sistemas morfogenéticos.

¹ P. Choffat, op. cit., p. 9.

3.1. ANÁLISE ESTRUTURAL GLOBAL

A estrutura geológica, como um dos elementos de explicação das formas de relevo terrestre, intervem de duas maneiras conjugadas. Em primeiro lugar, pela disposição original das camadas, ligadas à cronologia dos depósitos, à estratigrafia e, pelas deformações que afectaram as camadas, a tectónica. Em segundo lugar, pela distribuição diferenciada das fácies em cada unidade estrutural que regula a acção da erosão diferencial.

3.1.1. *A estratigrafia e a tectónica*

A área dos tufos de Condeixa situa-se, do ponto de vista geológico, na Orla Meso-ceno-antropozóica ocidental, próxima do seu contacto com o Maciço Antigo, no limite da faixa oriental dos terrenos jurássicos a norte do Tejo, abrangendo algumas formações cretácicas e passando, a ocidente, às formações oligo-miocénicas e pliocénicas (fig. n.º 5). Em virtude da posição estrutural da área dos tufos, na proximidade do contacto Maciço-Orla e da fraca espessura da sedimentação secundária local infrajacente, admite-se uma relativa proximidade do Maciço Antigo, segundo a vertical. A resposta tectónica de tais formações, pelas características enunciadas de bacia epicontinental, às quais se juntam as fácies sedimentares das formações em causa, teria de acusar a influência estrutural do Maciço Antigo e da forma específica de fracturação, como resposta tectónica, para mais na margem do alinhamento da cordilheira central ibérica, no seu prolongamento na Orla. Manifestações tectónicas em forma de dobra larga e tectónica de fracturas verticais, a par de cavalgamentos, desenvolvidos pela compressão de blocos num ou noutro local, são as formas tectónicas que as formações da área evidenciam.

Uma linha anticlinal das formações jurássico-cretácicas e os relevos do Rabaçal e da serra do Circo, ramo norte da serra de Sicó — um «horst» de formações mesozóicas — onde aquele alinhamento tem início, envolvem a região, a sul. O alinhamento anticlinal, iniciado a Oeste da serra de Sicó e que termina, com direcção SE-NW, no Cabo Mondego-Serra da Boa Viagem¹, inicia-se com uma direcção ENE-WSW, pelo anticlinal de Cabeça Gorda, designação atribuída por Choffat a partir da toponímia local. Esta direcção é modificada em Soure, ponto de inflexão, tomando o rumo SE-NW. Neste ponto de inflexão, desenvolve-se uma tectónica diapírica dando origem à topografia do vale diapírico de Soure. A tectónica por fracturas que afecta

¹ Ou, como lhe chama Choffat, Serra de Buarcos.

a serra de Sicó estende-se para Norte e Leste. Evidenciam-se o cruzamento de um sistema de fracturas submeridianas, que produziu a fossa de afundimento Zambujal-Alfajar, no prolongamento dos acidentes paralelos que a Norte afectam o Cretácico e o Liássico, e um sistema transversal, dito da Lousã, por Mouterde¹, determinando conjuntamente um mosaico de compartimentos e uma série de variações de espessuras aparentes nas formações do jurássico afectadas². Uma das falhas submeridianas toma grande importância, porque separa o Cretácico do Jurássico, na base Oeste dos relevos S. Domingos-Avessada-Ponte, estendendo-se, para Sul, por Furadouro, até Tapeus, possivelmente, e, para Norte, até Coimbra.

3.1.2. *A estratigrafia e sua distribuição*

Se para um estudo de morfologia interessam sobretudo os materiais petrográficos, o facto de eles corresponderem, a grande escala³, à estratigrafia, leva-nos a dedicar algumas páginas à sequência estratigráfica, apontando algumas notas de pormenor, a partir de outros trabalhos que se refiram à área ou a locais relativamente próximos⁴.

A correspondência estratigráfica, sob os pontos de vista litológico e cronológico, pode fazer-se em linhas gerais apontando um primeiro grupo mais antigo, constituído por alternância de margas, calcários margosos, calcários dolomíticos em bancadas de espessura variável, que se continua por um grupo mais monótono, na constituição e espessuras, de calcários oolíticos. A este conjunto acentuadamente carbonatado, segue-se um conjunto predominantemente arenítico, que apresenta no topo algumas variantes arenítico-carbonatadas. Por último, aparece o mais recente e distribuído espacialmente, para Oeste daqueles. É um conjunto arenito-conglomerático, por vezes grosseiro, com grandes variações de calibre.

¹ Mouterde, Rosset et Rocha — «Existence d'une tectonique tangentielle...», C.S.G., tomo IV, p. 101-102.

² Idem — «Quando a série secundária sofreu a compressão E-W as massas plásticas do liássico médio e superior foram esmagadas entre as massas rígidas que as enquadravam, o que explica as variações aparentes de espessura».

³ Entenda-se escala taxonómica. Cf. Olivier Dolfus — «L'Espace Géographique», QS-J, Paris, P.U.F. e J. Tricart — «Principes et Méthodes de la Géomorphologie», Masson, Paris, 1965.

⁴ Cf. C. Teixeira, Zbyszewski, Choffat, Romariz, Soares de Carvalho, etc., op. cit.

Assim, teremos estratigraficamente representados na área próxima dos tufos:

3.1.2.1. *Formações jurássicas*

O primeiro conjunto predominantemente carbonatado, com calcários, calcários dolomíticos e margas, é constituído pelas formações do jurássico, representadas pelo Jurássico superior e médio. Cobrem a parte Sul e Leste da área, pertencendo à mancha oriental dos terrenos jurássicos a norte do Tejo.

O Jurássico inferior, ou Liássico, abrange uma vasta área que cobre de Norte a Sul a parte oriental da região, prolongando-se para Leste, até ao contacto com o Triássico, já fora do nosso estudo. É limitado a Oeste por uma linha de contacto submeridiana que passa a Este de Antanol, por Cernache, na base ocidental das serras de S. Domingos-Avessada e Ponte. Faz a Ocidente contacto com as formações pós-jurássicas e prolonga-se para Sul com variações de direcção em contacto com as formações do Jurássico médio, no sector norte da serra de Sicó. Ocorre também no núcleo do anticlinal de Cabeça Gorda a SW onde contacta com as formações suprajacentes. Ocorrem quase todos os níveis da série liássica, constituídos por calcários dolomíticos, margas, calcários margosos, em níveis muito variados em espessuras, bem caracterizados pelas fácies e fósseis.

O Liássico começa representado por níveis alternantes calco-margosos e dolomíticos, a Este e Sudeste, e que se continuam no Liássico médio por uma litologia mais monótona de calcários margosos e margas apresentando, nas camadas do topo, calcários margosos compactos que se evidenciam na topografia originando falésias e saliências rochosas.

O Liássico médio e superior está representado na parte ocidental destas formações. As serras de S. Domingos, Avessada e Ponte, a Oeste. Pega e Maria Pares, a Sul, são constituídas por estes calcários margosos mais ou menos compactos.

O Jurássico médio ou Dogger, ocorre na parte sul da região fazendo parte dos relevos do sector Norte da serra de Sicó (Cruto e Circo) e estendendo-se para Oeste, formando com o Liássico o núcleo do anticlinal de Cabeça Gorda (Dogger de Couce, segundo C. Romariz)¹. Este conjunto de afloramentos jurássicos estende-se, para Sul, pela serra de Sicó, até ao Maciço Calcário Estremenho². É constituído por calcários de fácies mista, bioclásticos, calcários

¹ C. Romariz — «Estudo geológico e petrográfico da área tifónica de Soure», C.S.G. de Portugal, tomo XLIV, 1960.

² A. Fernandes Martins — «Maciço Calcário Estremenho», Coimbra, 1949.

micríticos e calcários brancos oolíticos formando um grupo carbonatado mais puro e menos variado. Em geral, as camadas têm uma disposição tabular sub-horizontal ou fracamente inclinada, recortadas por falhas, podendo localmente dobrar-se ¹. Apresenta-se dobrado, por vezes intensamente deformado, no anticlinal de Cabeça Gorda, especialmente, próximo de Soure ².

3.1.2.2. *Formações cretácicas*

O segundo grupo corresponde à série cretácica, predominantemente gresosa nesta região. Os arenitos apresentam-se mal consolidados. A níveis mais altos estratigraficamente aparecem fácies carbonatadas e gresosas consolidadas. Segundo Choffat, «a banda cretácica é formada por arenitos e cascalhos mais ou menos argilosos recobertos pelos calcários cenomanianos muito fossilíferos, apresentando na maior parte a cor acinzentada do Cenomaniano dos arredores de Coimbra. Estes calcários mergulham para Oeste e são recobertos pelo Plioceno...» ³.

As formações cretácicas assentam sobre as formações jurássicas progressivamente mais antigas para Norte, com discordância e com lacuna estratigráfica entre o topo do Jurássico médio e o Apciano-Albiano. Este contacto é por vezes feito por falhas, como na base ocidental dos relevos de S. Domingos a Ponte, e junto a Condeixa-a-Velha, onde contacta com o Jurássico.

Baseados no uso geral dos geólogos podemos dividir esta série em dois grupos a que corresponde uma diferente e desigual importância na sua representação espacial. Retomando o passo citado de Paul Choffat teremos: o Cretácio inferior e o Cretácio superior.

O Cretácio inferior é essencialmente arenítico. A partir dos trabalhos deste autor, que os paralelizou com o seu Belasiano, é, por vezes, designado por «grés do Belasiano», correspondendo aproximadamente ao Apciano-Albiano. Formados, como atrás se disse, por sedimentos mal consolidados, constituídos essencialmente por areias médias e grosseiras, quartzosas, por vezes, com alguns leitos de cascalheiras. As camadas arenosas apresentam tonalidades claras, brancas e cinzentas, algumas vezes avermelhadas ou arroxeadas sendo também constituídas por elementos quartzosos e por argila. Nalguns locais aparecem bancadas ou lenticulas de areias subconsolidadas de grão fino ⁴.

1 Ruget et Perrot — «Études stratigraphiques...», B.S.G. de Portugal, Thèse.

2 C. Romariz, op. cit.

3 P. Choffat — «Notes sur les tufs de Condeixa...».

4 P. Choffat, idem; C. Romariz, idem.

O Cretácico superior é representado pelos níveis Cenomaniano-Turoniano com calcários apinhoados fossilíferos e arenitos finos consolidados ou não. De fraca extensão, tem, aliás, importância para a interpretação estrutural e morfológica da região. Aparece nalguns locais coroados elevações de arenitos do Cretácico inferior e, noutros, sobrepostos, por tufos, lado a lado com formações do Cretácico médio e do Jurássico.

A área de afloramentos cretácicos, que, como se disse, é representada fundamentalmente pelos «grés do Belasiano», estende-se desde um pouco a Norte de Cernache até próximo do Rio dos Mouros, de uma ravina, junto de Condeixa-a-Velha, onde contacta com os calcários do Jurássico médio; para Oeste perde-se sob as formações de tufo e terciárias e a Este é limitada pela falha aproximadamente Norte-Sul que faz o limite dos relevos de Avesada-Ponte, já referidos atrás. Com cerca de dois quilómetros de largura perto de Condeixa e, apenas, uma a duas centenas de metros de largura a norte de Cernache, os «grés do Belasiano» são cobertos, numa vasta superfície, pelos níveis de tufo. Aflora aqui e além, podendo-se observar nas vertentes dos vales das ribeiras da Casconha e de Eira Pedrinha e em vertentes de fraco declive, próximo da povoação de Valada a este de Condeixa-a-Nova. Os afloramentos do Cenomaniano-Turoniano ocorrem em dois grupos de manchas. Um a Norte de Cernache, desde a ribeira a Sul de Venda de Cego até aquela povoação, e, pouco extenso e alongado, segundo uma linha Norte-Sul. O outro, maior, estende-se desde um pouco a Sul de Condeixa-a-Nova até Soure, com direcção ENE-WSW aproximadamente. Este último faz parte do flanco Norte do anticlinal da Cabeça Gorda, interrompido por vales com depósitos aluviais (Rio dos Mouros). Associada a esta última mancha um pequeno afloramento a Este, junto de Atadoa, com direcção e pendor idênticos aos do afloramento maior (N 70° E-10° NW) ¹. Uma outra banda que parece pertencer ao Cretácico superior, formada por arenitos, ocorre sob os tufos na vertente da margem esquerda da ribeira de Casconha. Esta determinação, a verificar-se, implica a existência duma fossa tectónica localizada entre Cernache e as proximidades de Paúl. No entanto, pela sua disposição, o tufo parece posterior à deformação e ao arrasamento dos arenitos do Cretácico inferior e superior, então a par ².

¹ Este afloramento está sobreposto por tufo.

² Esta interpretação requer, apesar de tudo, um estudo mais pormenorizado.

3.1.2.3. As formações cenozóicas

Ao último conjunto gresoso, mais ou menos grosseiro, correspondem as formações terciárias gresosas e cascalhentas, com expressão regional signifi-

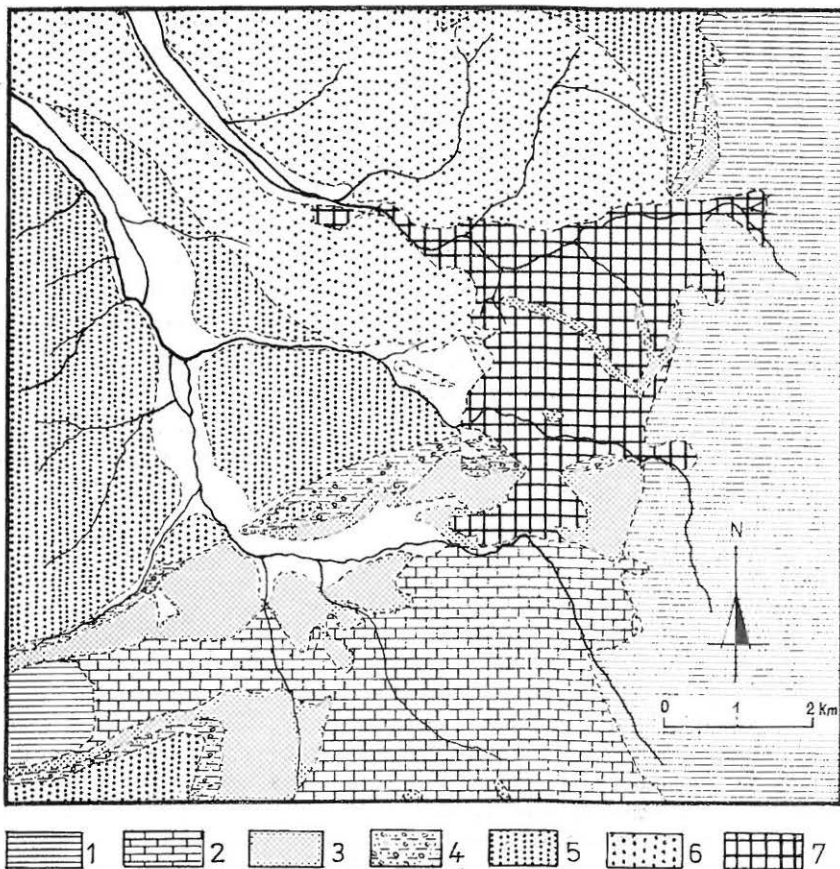


FIG. 5 — Esboço Geológico segundo P. Choffat.

1 — Liássico; 2 — Dogger; 3 — «Belasiano»; 4 — Cenomaniano e Turoniano; 5 — Oligo-miocénico; 6 — Pliocénico; 7 — Tufos e travertinos.

ficativa, agrupadas cronologicamente num conjunto provavelmente Oligo-miocénico e num outro Pliocénico.

O Terciário, a Oeste do Cretácico, estende-se até ao Mondego, assentando naquelas formações, como, também, em alguns pontos sobre o Jurás-

sico. São formações ainda não estudadas em detalhe, na área. Embora se situem já fora do objectivo principal do estudo, interessando no entanto pelo significado geomorfológico que assumem, especialmente a Ocidente, teremos de as referir apoiados em trabalhos de geólogos (P. Choffat, C. Romariz e C. Teixeira) que a elas fazem referências ¹.

Conforme os autores citados, duas séries arenítico-conglomeráticas fazem parte das formações terciárias: o terciário antigo e o pliocénico.

— O maciço arenítico que se sobrepõe ao Turoniano, que Choffat designa por «terciaire ancien» e C. Romariz e C. Teixeira referem como Complexo da Sanguineira ². Por estes autores é-lhes atribuída a idade provável de Oligo-miocénico ³, visto que assenta em discordância nas camadas também gresosas possivelmente turonianas. Formando a maior parte do maciço compreendido entre o anticlinal de Soure e o Mondego cujos cumes principais são Relva-Redonda, Outeiro-Redondo, Sanguineira ⁴, Onofre Branco ⁵, Picote ⁶ e plataforma do Espírito Santo ⁷ é constituído por depósitos detríticos englobando materiais de calibre variado, evidenciando carácter continental.

— O Pliocénico formado por arenitos mais ou menos argilosos, «tendo por vezes uma composição idêntica à dos arenitos cretácicos de carácter continental» ⁸, sobrepõe-se aos arenitos de Complexo de Sanguineira cobrindo nalguns locais largas extensões.

¹ P. Choffat, idem; C. Romariz, idem.

² A designação de Complexo de Sanguineira foi criada por C. Teixeira para a extensa formação areno-gresoso-conglomerática que se estende para Sul de Coimbra até à região de Leiria. Cf. C. Romariz, idem, p. 44.

Choffat refere o seguinte: «il passe a Sanguineira qui tire sans doute son nom de la couleur de la roche...» — «Recueil de monographies stratigraphiques...», 1900.

³ Poderá, pois, tratar-se de formações correspondentes ao Oligo-Miocénico. É, de resto, a opinião mais corrente: C. Teixeira, G. Zbyszewski e P. Choffat. Cf. C. Romariz, idem, p. 44.

Choffat, idem, p. 251 — «l'âge de ces grès est incertaine et je les ai designé dans la carte de 1899 par le monogramme *O.M.*, indiquant qu'ils peuvent appartenir soit à l'Oligocène soit au Miocène».

⁴ C. Romariz, p. 44.

⁵ P. Choffat, pág. 262.

⁶ Choffat, Carta Geológica, 1/100 000.

⁷ G. S. Carvalho — «Les dépôts de terraces...», 1949.

⁸ P. Choffat — «Notes sur les tufs de Condeixa...», 1895.

3.1.2.4. O Quaternário

As formações quaternárias de espessura reduzida apresentam na área de Condeixa três tipos de depósitos com diversa representação: tufos e travertinos, depósitos aluviais e depósitos de vertente.

Tufos e travertinos — O Quaternário de maior representação e que foram objecto do capítulo anterior.

Depósitos aluviais — Com estes depósitos relacionam-se também alguns dos anteriores e outros de natureza detrítica e lodosa. Distribuem-se pelos vales actuais especialmente nos de altitudes abaixo de 50 m.

Depósitos de vertente — De formação mais ou menos recente ocorrem em quase todas as vertentes dos relevos da área ou entulhando ravinas, ora como cobertura mais ou menos contínua, ora como cones de dejectão e depósitos de escorregamento.

3.2. OS MATERIAIS PETROGRÁFICOS

Embora tenham já sido tratados todos os tipos litológicos existentes na área do estudo, torna-se conveniente sistematizá-los e referir algumas das suas relações com a morfologia, quer nas formas de erosão quer nas de acumulação.

A uma primeira análise (Fig. 5), evidenciam-se dois tipos litológicos principais. Um, predominantemente químico — o grupo carbonatado. Outro, predominantemente clástico e de fácies variadas: o grupo arenítico-conglomerático.

O grupo carbonatado compreende todas as formações calcárias jurásicas e cretácicas, tratadas atrás e, ainda, os depósitos de tufos, estudados no capítulo anterior. Expressa-se regionalmente por toda a faixa sul-oriental da área em estudo.

A Este opõe-se o grupo arenítico, representado largamente no centro-oeste e Norte da região, por materiais clásticos que vão desde os arenitos finos a cascalheiras. Estes materiais litológicos têm um comportamento morfológico diverso do do grupo carbonatado, sob qualquer situação climática e, correspondem, por outro lado, a condições de meios de sedimentação distintas, embora próximas, por vezes.

O grupo das rochas carbonatadas presentes na região do nosso estudo oferece uma variedade de diferentes tipos petrográficos que leva a um comportamento morfológico diferenciado.

A série alternante calco-margosa, apresentando ainda calcários dolomíticos, evidencia, pela maior porosidade ou impermeabilidade local, um

comportamento morfológico variado, mas sem grandes rupturas de declive, exceptuando os devidos à génese tectónica. Por outro lado, os calcários dolomíticos, ao que parece com fraca expressão na área, apresentam-se com aspecto mais ruiforme e de desagregação mais fácil que os calcários puros e mesmo os margosos.

Em contraste com estes, os calcários do Jurássico médio, sublitográficos, permeáveis em grande e dispostos em camadas espessas e muito diaclasados, sem intercalações margosas, como aqueles, oferecem condições diferentes à acção de dissolução das águas de infiltração. Este facto levou-nos-á, posteriormente, a uma diferenciação da área dos calcários.

A estes tipos há ainda a juntar os tufos calcários e travertinos, de formação recente, que estamos a estudar. São de precipitação química, como vimos, e são os mais susceptíveis de dissolução e, consequentemente, de carsificação. Apresentam, por isso, uma micro-carsificação profunda (pequenas lapas) e pormenorizada. Nos pontos altos das vertentes e nos topos de planaltos, na ausência de grande quantidade de água que os dissolva, aparecem formando proeminências nas vertentes ou superfícies modelarmente planas.

Em alguns pontos aparecem brechas calcárias consolidadas e fortemente cimentadas. Podem observar-se alguns destes casos na área das formações calcárias, junto da garganta da ribeira de Alcabideque, na base da Serra da Avessada, e junto à povoação de Poço. «Nos calcários como nas rochas cristalinas a fracturação tem frequentemente por complemento a formação de brechas de esmagamento de origem tectónica. Estes esmagamentos favorecem a circulação das águas e fenómenos de dissolução. Muitas vezes numa rede cársica, passa-se bruscamente da fissura estreita, ligada ao plano de fractura, a alargamentos de vários metros, sem alterações de facies de rochas. Geralmente, está-se em presença duma antiga zona de esmagamento em que a dissolução dos calcários se processou em melhores condições que nos sectores vizinhos. O inverso pode também produzir-se numa área de esmagamento em que chegam águas já carregadas de carbonato. Pode então formar-se um depósito de calcite que solda entre si diversos elementos da brecha tectónica. A rocha consolidada, assim constituída, é mais resistente que os calcários originais»¹. Acresce ainda que os calcários oferecem condições à carsificação que «se desenvolve em função de uma estrutura quebradiça cujas múltiplas fracturas, referenciáveis à superfície facilitaram a infiltração das águas»².

¹ H. Enjalbert — «Géographie générale», Encyclopédie de la Pléiade, p. 317.

² Idem, p. 312.

Contudo, se bem que plausível esta explicação, propomos uma outra para essas brechas. A sua formação, nesta segunda hipótese, seria devida à consolidação por cimentação carbonatada de depósitos de vertente de tipo periglaciário. Os argumentos de tipo paleoclimático que aduzimos para a formação dos tufos poderiam estender-se também a estas brechas.

Os arenitos, permeáveis como são, salvo os que evidenciam grande teor de argila, possuem uma escorrência superficial fraca. Por vezes cavam-se neles ravinhas que tomam proporções elevadas, aquando de fortes precipitações, coadjuvadas por uma fraca cobertura vegetal. Os declives podem, por vezes, quando o teor em argila é fraco ou a consolidação é grande, tomar valores elevados. Nos topos formam-se, então, relevos quase tabulares. Os vales são largos devido ao recuo das vertentes. Apresentam variedades de comportamento morfológico maior devido aos diferentes constituintes clásticos que os formam (calhaus, cascalhos, areias, argilas) e ao modo como se associam. Nestas formações formam-se pequenas elevações cujos cimos com altitudes idênticas seriam o testemunho duma superfície antiga.

Quando os arenitos são encimados por uma rocha mais resistente à acção mecânica da escorrência, apresentam vertentes com declive elevado, como acontece próximo de Eira Pedrinha e a Sul de Condeixa-a-Nova, cujo cimo é formado por tufo.

QUADRO N.º 1

ESTRATIGRAFIA		MATERIAIS PETROGRÁFICOS
Quaternário	Superior	— Aluviões
	Médio	— Tufos e depósitos de vertente
	Inferior	— Tufos e depósitos de vertente — Tufos e travertinos — Conglomerados
Terciário	Pliocénico	— Arenitos e conglomerados
	Oligo-Miocénico	— Arenitos e conglomerados do Complexo de Sanguineira
Secundário	Cretácio	{ Cenomaniano-Turoniano — Calcários e arenitos finos
		{ Aptiano-Albiano — Conglomerados e arenitos
	Jurássico	{ Dogger — Calcários
{ Liássico — Calcários dolomíticos, calcários margosos e margas		

4. ESTUDO MORFOLÓGICO

4.1. AS GRANDES UNIDADES DO RELEVO

O observador convenientemente situado (seja, por exemplo, nas alturas do aeródromo de Cernache), facilmente é levado a discriminar, no acidentado da paisagem em estudo, duas grandes unidades de relevo envolvendo a área, sensivelmente aplanada, onde ocorrem as superfícies de tufos regionalmente conhecidos pelo nome de «pedra de Condeixa». O mesmo se faz patente pela simples leitura da carta, onde o aspecto da topografia, as relações de altimetria, a configuração das curvas de nível e a sua disposição, densidade e orientação põem em evidência a singularidade dos dois referidos conjuntos morfológicos. A representação da área toma um carácter ainda mais expressivo quando correlacionada com a noção de escala taxonómica, segundo a ordem de grandezas proposta por J. Tricart e A. Cailleux¹. Para o efeito analisámos uma carta à escala numérica de 1/50 000, correspondente a determinada escala taxonómica de 5.^a ordem² (Fig. 2). As diferenças evidenciadas, traduzem uma variedade de formas resultantes quer da estrutura geológica³, quer do comportamento morfológico dos materiais litológicos implicados, quer da sequência climática que afectou a área.

A história geológica recente reflecte-se nas manifestações tectónicas duma margem de continente que sofreu abaixamentos e levantamentos e nas incidências das fases climáticas pós-pleiocénicas em relação com o avanço e o recuo das glaciações quaternárias e suas manifestações periféricas, nas regiões sul-europeias: — todo um articulado de processos geomorfológicos jogando o seu equilíbrio com essas modificações, e suas sequelas na vegetação, no solo e no modelado.

As duas unidades definidas, em que os critérios altimétrico e de modelado se sobrepõem à estrutura, obedecem à seguinte distribuição:

- A Este e Sul as formas dos terrenos jurássicos de altimetria superior a 120 m.
 - A Oeste e Noroeste as formas dos terrenos areníticos oligo-mio-pleiocénicos com altimetria inferior, na generalidade, a 150 m.
- Detenhamo-nos sobre essas formas.

¹ «A dimensão dos objectos em geomorfologia (factos e fenómenos) intervem não só na sua classificação mas na escolha dos métodos de estudo e até nas ligações de causalidade». J. Tricart, op. cit., p. 85.

² Escala taxonómica de 5.^a ordem — unidades de alguns quilómetros de dimensão linear e de alguns quilómetros quadrados de superfície (aproximadamente). J. Tricart, idem, p. 85.

³ Referimos já no capítulo III as suas diferenças de resultados.

4.1.1. *A topografia movimentada dos terrenos jurássicos*

O sector Este e Sul dos níveis de tufos acima descritos apresenta uma topografia movimentada de cerros e vales ora muito incisos ora abertos e em caleira larga. São evidentes degraus a várias altitudes, de onde resulta uma complexidade acentuada nos perfis das vertentes. A alguns destes degraus pode atribuir-se uma explicação estrutural.

Os vales apresentam frequentemente tramos rectilíneos em direcções variadas, com paralelismo entre si em grande número de casos, como se verá mais adiante.

Este sector não possui, no entanto, homogeneidade de relevo, particularidade que nos decide a considerar uma subdivisão do sector cujo carácter específico consiste principalmente no comportamento morfológico das fácies e associações de fácies das formações que constituem a estrutura desta unidade. É a diferença entre os calcários margosos e dolomíticos com estratificação alternante ora em leitos finos como em bancadas pouco espessas que juntamente com a sua posição (do ponto de vista de tectónica regional) condicionou as formas, levando a algumas diferenciações acentuadas.

Mas uma característica comum é a orientação da rede de fracturas e a sua correlação com os tramos rectilíneos da rede hidrográfica e o alinhamento das depressões e elevações, embora com efeitos diversos no tipo e dimensões. O problema da rede hidrográfica, das suas direcções dominantes e das suas correlações com o relevo e a estrutura será retomado adiante em função de dados que entretanto nos cabe primeiro registar e discutir.

4.1.1.1. *As formas nos calcários liássicos*

As formas desenvolvidas nos calcários liássicos situados a nascente da superfície maior dos tufos (nível 90-100 m.), com a qual contacta pela linha de relevos S. Domingos (210 m) — Avesada (193 m) — Ponte (215 m) apresentam uma topografia irregular com relevos orientados e retalhados «geometricamente» por vales secos, com frequência em grandes troços rectilíneos e perfil transversal em caleira larga, embora localmente formando um ou outro vale em V.

Este sector desenvolvido nos terrenos calcários liássicos ergue-se acima dos 120 m, alcançando valores próximos dos 300 m (Pega 319 m). Os topos dos relevos apresentam-se aplanados e correspondem-se por conjuntos, ilustrando talvez o que teriam sido testemunhos de superfícies antigas.

A orientação dominante nos relevos e depressões é aproximadamente N-S. Na parte marginal Oeste do sector e entre os relevos orientados distribuem-se

de Norte a Sul, um conjunto de três «conchas» abertas para Oeste, em Cernache, Vila Nova e Alcabideque, nos quais ocorrem surgências cársicas (Olho Meirinho, próximo de Cernache, e Alcabideque). Os fundos destas «conchas» apresentam altitudes entre 110 e 130 m e parecem estar em perfeita continuidade altimétrica com a superfície superior dos tufo (90-100 m). Estas conchas encontram-se alinhadas numa depressão de origem tectónica que passa a Este de S. Domingos — Ponte, desde Outeiro Negro (205 m) a Pega (319 m), com orientação Norte-Sul, sensivelmente. Esta depressão tectónica prolonga para Norte a que se alinha na mesma direcção pelas baixas do Zambujal, e que foi referida no capítulo III. Para Este destas depressões corre uma outra linha de cimos; de Norte a Sul: Alto da Perdigoa, Fetais, Costeiras (221 m), Outeiro (255 m), Outeiro Visoeiro (252 m) e outros ainda que se continuam para Sul.

4.1.1.2. *A margem norte da Serra de Sicó — ou a topografia dos calcários do Dogger*

Situando-nos apenas na parte terminal do sector Norte da serra do Sicó faremos menção de algumas características que diferenciam sob o ponto de vista do relevo o sector Sul do sector Leste. Também aqui o conjunto do relevo se manifesta fracturado e retalhado em blocos. A rede hidrográfica e outras depressões obedecem à orientação das fracturas. No entanto, opõe-se ao sector anterior pela ocorrência de altitudes maiores: Circo (370 m), Cruto (350 m), Alconere (302 m), de declives acentuados e da presença de formas cársicas mais numerosas e evidentes (algares, dolinas, lapas, etc.). Estas diferenças são, como dissemos, explicadas, em parte, pela diferença litológica entre os dois sectores calcários e, por outro lado, pela tectónica, visto este sector pertencer à área setentrional da serra de Sicó, presumível relevo em «horst»¹. A apoiar esta interpretação referimos o facto de próximo de Janeanes, já neste sector, ocorrerem ainda formações liássicas. No entanto, e dada a dominância dos calcários do Dogger e a fraca representação dos do Liássico, além das diferentes características litológicas com diferentes comportamentos morfológicos, se não tectónicos, optámos por fazer a caracterização em sectores tomando por base de classificação a nomenclatura geológica.

A extensão que consideramos, as vertentes setentrionais da serra de Sicó até ao Rio dos Mouros, apresenta declives acentuados de perfil complexo com relevância para formas côncavas e os fundos dos vales orientados segundo

¹ «Horst», como o caracteriza P. Choffat.

direcções de fracturas, com dolinas alinhadas, uma ou outra vez abertas para jusante. Os vales secos dominam, assim como as formas de carsificação do tipo lapiez, lapas (Arrifana, Madrinhal) e algares. A circulação subterrânea é muito importante, dando lugar designadamente às três surgências de Arrifana, e à fonte de Condeixa-a-Velha, todas elas de forte caudal e de carácter permanente.

4.1.1.3. *O alinhamento anticlinal Cabeça Gorda — Soure*

Fazendo a Sul o limite altimétrico duma depressão abaixo dos 100 m, este anticlinal, constituído por formações que vão do Jurássico ao Oligo-miocénico (complexo da Sanguineira) apresenta nesta área um eixo com direcção NE-SW¹. Os pontos mais altos tomam valores muito inferiores aos do sector Norte da serra de Sicó, rondando os 150 m — Cabeça Gorda (154 m), Couce (143 m), Rebolia (142 m).

Este anticlinal, próximo de Soure, apresenta uma tectónica diapírica, com notórias incidências morfológicas².

A rede hidrográfica orienta-se segundo o eixo anticlinal com grande evidência de tramos rectilíneos.

4.1.2. *As formas de relevo no sector compreendido entre os tufos e o Mondego*

Estendendo-se para Oeste, desenvolve-se um conjunto de formas topográficas constituído por colinas baixas e vales largos, com cursos de água subaéreos quase todo o ano, mas de fraca densidade, excepto nos pontos baixos. Os vales apresentam depósitos aluviais formando plainos, quando as suas dimensões aumentam. Evidenciam drenagem difícil, pelo fraco declive e pela impermeabilidade crescente, dando origem aqui e além, a paúis e outros alagadiços.

Este relevo talhado em formações gresosas recentes, apresenta uma altimetria geral muito inferior à dos sectores a Leste. As altitudes são aqui inferiores a 130 metros, e predominam as inferiores a 100 m. As maiores altitudes são evidenciadas pela linha de relevos de Relva Redonda (107 m), Outeiro Redondo (127 m e 129 m) e Alto da Serra (123 m), os primeiros a Oeste e os segundos a Noroeste. Só excepcionalmente estas elevações se

¹ Cf. capítulo anterior.

² Cf. C. Romariz — «Estudo geológico e petrográfico da área tifónica de Soure».

erguem acima dos 130 m, como ocorre a Norte, em Saco de Café (onde está o aeródromo de Cernache) e que faz parte da continuação da plataforma do Espírito Santo ¹.

Os alinhamentos de colinas Sul-Norte, Relva Redonda a Outeiro Redondo, e Este-Oeste, Alto da Serra e Cunhas, estes a Norte e aqueles a Oeste, desenham os relevos limite ocidentais da depressão aberta para Noroeste, abaixo dos 100 m. Esta tem uma forma elíptica com o eixo maior alinhado de Nordeste a Sudoeste e aberta para o vale do Mondego segundo o eixo menor.

A rede hidrográfica que nela se desenha toma uma configuração adaptada à depressão, dominando os afluentes da margem Norte para o curso setentrional — Ribeira de Cernache, e os da margem Sul para o curso meridional da depressão — Rio dos Mouros. Estes dois cursos como que desenham figuras simétricas segundo um plano de simetria Noroeste-Sudeste e quase se unem na passagem pelo alinhamento dos maiores relevos, a Noroeste, alargando-se depois de novo.

A densidade da rede hidrográfica dificilmente permite diferenciar a drenagem nos arenitos da dos calcários. É antes o tipo de rede, nestes mais irregular nas direcções dos vales que naqueles, apesar de apresentarem também, na sua maioria direcções de tramos paralelos que desenham uma rede subortogonal, porventura determinados também pela estrutura geológica.

Envolvidos por estes dois conjuntos morfo-estruturais, os tufos situam-se no limiar comum. Escalonados a vários níveis, estendem-se, como dissemos, numa extensão máxima de 7 km, segundo a direcção Norte-Sul, e 5 a 6 km na direcção Este-Oeste. Pela sua posição e disposição tomam uma função de ligação explicativa da morfologia recente.

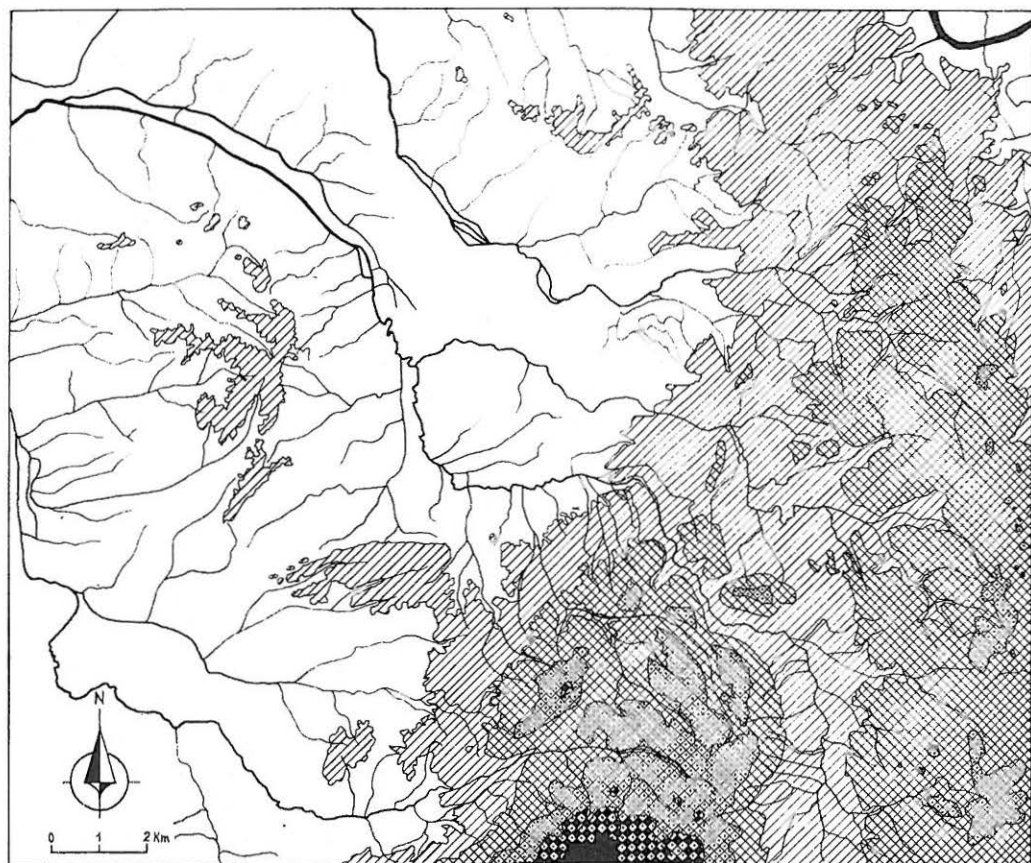
A descrição dos tufos e a discussão teórica da sua formação, feitas em 2., serão retomadas adiante para um estudo interpretativo da morfologia. Antes dessa discussão importa fazer um outro estudo de conjunto: o estudo da rede hidrográfica.

4.2. A REDE HIDROGRÁFICA

Considerando a génese e a cronologia dos tufos bem como a existência actual, tanto na sua área de ocorrência como nas áreas fronteiras, de formas também dependentes da evolução, disposição, densidade e regime da rede hidrográfica, impõe-se que aqui seja feito um esforço hermenêutico de todo

¹ G. Soares de Carvalho — «A Geologia do Baixo Mondego», Coimbra, 1951.

o conjunto, atendendo às mútuas incidências dos seus tramos. Para o propósito, demos preferência a uma escala taxonómica de 5.^a ordem (na base duma escala numérica 1:100 000) que é suficiente e está conforme com o



de 0 a 100 de 100 a 200 de 200 a 300 de 300 a 400 de 400 a 500 acima de 500

FIG. 6 — Relevo e rede hidrográfica.

As classes de altitudes são dadas em metros.

objectivo geral de determinar a relação do conjunto da rede com o relevo e a estrutura (Fig. 6). Mas, como é de supor, a rede hidrográfica evidencia, por vezes, pormenores não sensíveis àquela escala. Nessa eventualidade, serão refeitos alguns dados em que as grandezas tomam valores hectométricos

ou ainda menores, correlativos a escalas de 6.^a e até 7.^a ordem, do citado critério de J. Tricart ¹.

A área do nosso estudo é drenada, sub-aereamente, por dois cursos afluentes da margem sul do Rio Mondego e sub-afluentes respectivos. O estudo da configuração desta rede hidrográfica permite definir dependências cuja motivação se pode reverter ora para um relevo pré-existente, ora para dados estruturais e manifestações secundárias das diferenças litológicas. Algumas destas expressões particulares da morfologia local foram já referidas anteriormente, quando procedemos à caracterização por sectores da área envolvente dos tufos, segundo um critério, onde a diferença litológica teve um lugar relevante.

A rede drena duas bacias hidrográficas que, consideradas em conjunto, formam grosseiramente um espaço elíptico que abre em leque sobre o Mondego e cujo eixo maior cai de Sudeste para Noroeste. Dentro, no sector arenítico-conglomerático situado a Oeste, inscreve-se uma pequena área abaixo dos 110-120 m circundada por elevações acima daquele valor altimétrico. Estas elevações fecham quase totalmente a depressão, excepto a Noroeste, onde se abatem, quase simetricamente, segundo o eixo menor da forma desenhada. Esta também elíptica e bem evidenciada pelo relevo, desenvolve o seu eixo maior segundo uma direcção perpendicular à da drenagem.

A depressão apresenta um alongamento idêntico ao dos tufos do nível superior e encontra-se, pelo menos, a Leste, dependente da tectónica regional expressa, designadamente, pela falha da base ocidental da sucessão de relevos S. Domingos — Avessada — Ponte. Por outro lado, tomando em conta a disposição para Leste de linhas de cimos, tais como Outeiro Redondo — Relva Redonda — Alto da Serra — Cunhas e outras com orientações idênticas mas de menor altitude (a Sul de Condeixa-a-Nova e Cabeça de Vaca, próximo de Cernache), linhas que parecem desenhar o que teria sido o limite ocidental da bacia de deposição dos tufos do nível 90-100 m, a depressão maior afigura-se como a extensão, para Oeste, de uma menor, motivada pela evolução da rede hidrográfica. A orientação convergente para uma outra bacia, a Leste, de grande número de tramos dos cursos actuais (alguns deles secos) é, porventura, outro argumento a favor de tal hipótese.

Tanto a rede hidrográfica do Rio dos Mouros, como a da ribeira de Cernache são claramente assimétricas, apresentando-se em cada um destes cursos muito maior a frequência de afluentes num dos seus lados. Assim, o Rio dos Mouros recebe a maioria dos seus afluentes pela margem Sul,

¹ J. Tricart — «Principes et Méthodes...», p. 85-87.

enquanto para a ribeira de Cernache se inserem, predominantemente, pela sua margem Norte. No entanto, nas respectivas margens opostas, cada um deles acolhe um afluente de apreciável caudal — a ribeira de Alcabideque, quanto ao primeiro, e a ribeira de Pão Quente (rib.^a de Casconha e rib.^a de Eira Pedrinha), por relação ao último.

Conjugando as assimetrias particulares de cada uma das redes resulta uma disposição mutuamente simétrica, bem patente na carta, o que juntamente com a convergência de dois cursos, a Noroeste da bacia, formando um estrangulamento desta, e divergindo em seguida, permita esboçar uma geometrização complementar e grosseiramente regular (e simétrica também), das redes e das bacias em que se inserem. A interpretação destes traçados posta em concordância com outros argumentos e, designadamente, certas analogias patentes na área de deposição dos tufos que adiante teremos ocasião de referir, permite-nos adiantar já, pelo menos em relação aos tufos de nível superior, a plausível hipótese da génese lacustre da sua formação.

Embora pressupondo a sua implantação em função dum relevo pré-existente, a rede hidrográfica não é decerto alheia à dependência estrutural. Quando observados à escala convencional, os tramos da sua inserção manifestam a constância de certas direcções dominantes, a frequência de orientações paralelas, o império da estrutura. Este é ainda mais expressivo, nos sectores calcários, onde, além dos alinhamentos dominantes é dado reconhecer variações ortogonais ou subortogonais no reticulado dos vales afluentes¹. Registem-se as direcções aproximadamente Norte-Sul e Este-Oeste, Noroeste-Sudeste e Nordeste-Sudoeste. É flagrante a dependência estrutural da área quando conferida pelo anticlinal esventrado de Soure², de que oportunamente demos notícia, a cuja tectónica estão associadas manifestações diapíricas.

4.3. A MORFOLOGIA DA ÁREA DOS TUFOS³

A área em que ocorrem os tufos apresenta superfícies escalonadas entre os 30 e os 40 m., aproximadamente. Como se referiu, a cada um destes níveis altimétricos e aos intermédios corresponderam períodos de precipitação diferenciados no tempo. Este facto leva-nos, depois de fazermos um esboço

¹ J. Tricart et A. Cailleux — «Traité de Géomorphologie — le modelé des chaines plissées», p. 228.

² C. Romariz, op. cit.

³ Escala 1:25 000.

descritivo de sistematização e distribuição das formas existentes na área dos tufos, a um estudo interpretativo da morfogénese destes. Porque são os tufos, como já tivemos ocasião de sugerir (1. e 2.), que maiores informações nos proporcionam para essa interpretação morfológica espaço-temporal.

4.3.1. *As formas na área de deposição dos tufos*

Como registamos (em 2.2.), os tufos do nível 90-100 m. distribuem-se em planaltos¹, e os dos níveis inferiores àquele, em degraus, de menor extensão mas tomando, por vezes, expressão espacial considerável.

Apresentam-se, uns e outros, cortados por vales, por vezes, profundos e com vertentes abruptas, qualquer que seja a rocha infrajacente. Estes vales rasgam o nível de 90-100 m que provavelmente corresponde a uma superfície de deposição contínua, evidenciada pela platitude e continuidade altimétrica dos três planaltos que resultam da inserção da rede hidrográfica. Evidenciada ainda por argumentos petrográficos ligados à génese e meio de deposição deste nível, conforme o que adiante discutiremos.

Dentro das formas ligadas à rede hidrográfica actual, além, repetimos, da divisão em planaltos e da formação dos níveis-terraço inferiores, levando a uma disposição em degraus, convem determo-nos nas formas dos vales, considerando, por um lado, os vales que entalham os tufos e quebram a continuidade do nível superior e, por outro, o problema suscitado por um curso de água que corre sobre o nível 90-100 m sem o entalhar. No primeiro dos cursos consideramos os vales das ribeiras de Eira Pedrinha e Casconha, quanto ao outro problema, é posto pela ribeira de Alcabideque². Acrescente-se a estes dois elementos constantes da rede hidrográfica e da sua expressão morfológica o problema posto pela existência do canhão do Rio dos Mouros, no limite Sul da extensão da superfície 90-100 m, que estudaremos antes do problema da ribeira de Alcabideque.

4.3.1.1. *Os vales de Eira Pedrinha e Casconha*

Nos vales que separam os referidos planaltos, o tufo aparece à mesma altura, coroando as vertentes. Estas vertentes apresentam-se dissimétricas. Apresentam de um lado, na margem direita da ribeira de Casconha e margem esquerda da ribeira de Eira Pedrinha, uma cobertura de tufo em sucessivos degraus de pequenas dimensões. Por outro, nas vertentes das margens respectivamente opostas àquelas, uma pequena banda de tufo no topo de

¹ Cf. cap. 2.

² Ou ribeira de Bruscos.

uma vertente, com forte declive, formada nos arenitos cretácicos. Tal é o que se verifica nos vales da ribeira de Eira Pedrinha, próximo desta povoação e na ribeira de Casconha, junto de Paço, entre esta localidade e Cernache.

Considerando o conjunto das vertentes dos dois vales, a dissimetria isolada das respectivas vertentes faz-se simétrica por relação a um plano de simetria orientado, aproximadamente, segundo Este-Oeste, e passando junto a Orelhudo. Este facto, além de contribuir para uma explicação da génese dos vales dos níveis inferiores e da sua cronologia relativa, serve de dado para o esclarecimento da direcção que tomaram os cursos de água, cujas águas carregadas de carbonato de cálcio levaram à formação do nível superior, em tempos do início do Quaternário e em tempos posteriores.

A cronologia relativa, atribuindo aos níveis inferiores uma idade mais recente, foi invocada já por Paul Choffat, fundamentando-se na dissimetria de vertentes. O coroaamento de tufo, no planalto onde se situa Paço, completamente destacado do resto da superfície e não evidenciando, actualmente, escorrência que o possa justificar, leva-o a considerar a formação dos tufos como anterior à formação dos vales. Em certa época existiria um só planalto contínuo desde Cernache a Condeixa-a-Velha. De facto, a hipótese é tanto mais plausível quando verificamos que as vertentes de menor declive e com deposição de tufo até ao fundo dos vales se apresentam nestes a Norte, como na ribeira de Casconha, e a Sul, como na ribeira de Eira Pedrinha. Tal facto estaria em correlação com a escorrência de águas carbonatadas, oriundas das áreas-mãe calcárias, em épocas de maiores pluviosidades e de condições térmicas diferentes que as oferecidas pelo clima actual.

A área de deposição dos tufos do nível superior, segundo a distribuição das espessuras por nós avaliadas em alguns pontos, parece ser bastante irregular. Reconhecemos três sectores onde os tufos do nível superior apresentam espessuras maiores: nas proximidades de Cernache e Casconha, entre Condeixa e Eira Pedrinha e, mais espessas de todas, nas proximidades de Condeixa-a-Velha. Só por estes locais não nos é dado reconstituir a bacia de deposição. Parece-nos, no entanto, uma vez que as maiores espessuras têm uma variação zonada alternantes Norte-Sul, que se pode definir uma área de sedimentação com fundos irregulares, sendo as maiores profundidades orientadas aproximadamente Este-Oeste. Revertendo estes dados à interpretação sobre a simetria da dissimetria das vertentes dos vales, de Eira-Pedrinha e de Casconha, podemos admitir que as direcções dos cursos de água responsáveis pela alimentação das bacias de deposição dos tufos eram sensivelmente idênticas às actuais, com excepção do curso do Rio dos Mouros, de um vale seco vizinho, que se desenvolve cerca da mata de Abofada e de parte do curso da ribeira de Alcabideque.

4.3.1.2. *O canhão do Rio dos Mouros*

Junto a Conímbriga, do lado Sul, desenvolve-se um vale encaixado nos calcários do Batoniano — o canhão do Rio dos Mouros (Fot. n.º 4). Este, além de ser uma forma relacionada com a carsificação do sector, pelo que



FOT. 4 — *Canhão do Rio dos Mouros.*

usaremos o termo *canhão* no sentido de canhão cársico, é, pela sua relação com o depósito de tufos dos 90-100 m, um relevante indicador morfológico. A garganta estreita e profunda, cerca de 30 a 40 m no percurso estudado, de paredes quase verticais, está entalhada nas bancadas dos calcários do Dogger, os quais são encimados por tufos, que dominam quase só na mar-

gem norte. Apenas um pequeno retalho na margem sul. Com uma extensão de cerca de dois mil metros, o canhão enceta-se na base da vertente NE de Alconere, por um meandro encaixado¹, depois de passar dos calcários liásicos aos batonianos. Primeiramente com direcção geral NNW-SSE, toma junto de Conímbriga um rumo WSW-ENE, para depois de cerca de



FOT. 5 — O nível superior dos tufos junto a Condeixa-a-Velha.

três centenas de metros se orientar aproximadamente segundo Este-Oeste. O talvegue apresenta, para além destas três orientações gerais, pequenos troços paralelos entre si e às direcções dos afluentes. Estes, com direcção Nor-noroeste-Sul-sudeste, possivelmente ligados a fracturas, terminam em vales suspensos (Fot. n.º 5) que se despenham no canhão segundo declives que atingem dezenas de metros de queda vertical ou quase, e que, na sua maioria, actualmente, se apresentam secos. Só uma queda pluviométrica anómala trará a escorrência ao seu leito, já que as águas resultantes das precipitações

¹ De motivação estrutural.

habituais são na quase totalidade infiltradas. Os respectivos vales são preenchidos por solos de argila avermelhada, onde se pratica uma agricultura de sequeiro.

O vale do Rio dos Mouros, quase todo o ano seco, facto evidenciado pela toponímia popular ¹, apresenta-se torrencial durante pouco tempo, por altura de fortes precipitações. As suas águas acumulam-se, principalmente, no sector dos calcários margosos, nas proximidades de Fonte Coberta e a montante desta povoação. O facto de provir do sector dos calcários liássicos leva-nos a considerá-lo um curso alógeno, relativamente aos calcários batonianos que atravessa por um canhão, considerando a diferença que se estabelece quanto à permeabilidade entre os calcários sublitográficos, onde a circulação subterrânea toma maior importância e aqueles, mais margosos, especialmente na depressão submeridiana do Zambujal em que esta circulação toma uma importância com menor significado.

Mas, a maior relevância atribuída ao canhão do Rio dos Mouros, como se disse, resulta da sua relação com os tufos e travertinos. O acontecimento destes, junto com a existência de uma cobertura conglomerática de natureza quartzosa, na mata de Abofada, que se sobrepõe aos arenitos cretácicos e aos calcários jurássicos, levanta a discussão da cronologia e da expressão morfológica. Vimos já, quando ensaiámos a caracterização dos tufos do nível superior (em 2.2.), que este continha, nas suas áreas marginais, bolsadas conglomeráticas com calhaus de quartzo e quartzito, de calcário quer liássico quer batoniano. A origem dos materiais era próxima pelo que a sua mobilização não oferece problemas de maior. Mesmo o rolamento dos quartzos e quartzitos só pode ser atribuído a processos anteriores à deposição dos depósitos conglomeráticos mais antigos, donde parecem ter sido posteriormente remobilizados. No entanto, a configuração actual da topografia com a problemática do vale do Rio dos Mouros não permite explicar a deposição destas bolsadas conglomeráticas, nem a dos tufos e travertinos que assentam nos calcários batonianos e, para Norte, nos arenitos cretácicos.

A configuração topográfica da área, com altitudes decrescentes para Norte, a direcção dos vales que, nas proximidades de Conímbriga, afluem na margem esquerda daquele rio, junto com as características petrográficas de depósito lagunar, os conglomerados e os tufos, levar-nos-ia, admitindo a inexistência do vale do Rio dos Mouros, a considerar a hipótese de estarmos perante a área marginal de uma bacia de sedimentação lagunar. Os depósitos grosseiros seriam carreados e depositados em períodos de escorrência maior e de menor cobertura vegetal.

¹ «Caraglio» seco.

Os tufos, pelo contrário, depositando-se em ambientes mais calmos, corresponderiam a uma cobertura vegetal abundante, hipótese reforçada pelas características carbonatadas da sedimentação, ou, então, a uma ausência prolongada de precipitações capazes de garantir escorrências torrenciais.

Ora, a hipótese da inexistência do canhão de Rio de Mouros, durante a deposição do tufo, é tão plausível que somos levados a tomá-lo como um facto quando retomamos o problema da disposição simétrica da dupla dissimetria dos vales de Casconha e de Eira Pedrinha. Portanto, o canhão do

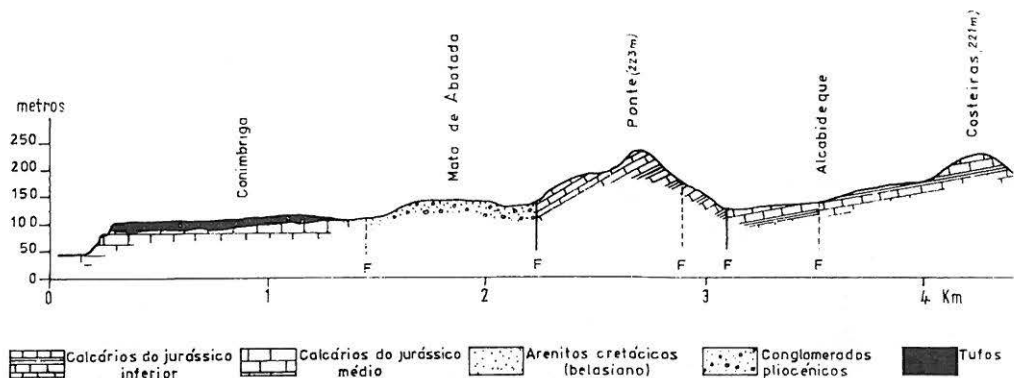


FIG. 7 — Corte entre Conímbriga e Costeiras. (Orientação aprox. W-E).

Rio dos Mouros ter-se-á formado posteriormente à deposição do nível superior. Assim motivados, cabe procurar, como se exige, a cronologia e a explicação da sua formação.

Os especialistas do carso puseram em evidência a excepcional agressividade das águas frias, muito carregadas de CO_2 de origem atmosférica ¹. Esta relação entre águas frias e dissolução, foi tratada atrás (em 2.1.). Devido a tal agressividade processa-se uma forte corrosão superficial e uma dissolução subterrânea mais poderosa ainda ².

Encontramos as águas frias procuradas para a formação duma carsificação activa, na vigência, durante o Quaternário, de climas alternadamente quentes e frios, respectivamente correspondentes aos períodos interglaciários e glaciários. Revela-se a manifestação das três glaciações, provavelmente as três últimas (Mindel, Riss e Würm) na Europa mediterrânea, em lugares

1 J. Nicod e J. Demangeot, por exemplo, põem-no em evidência nas suas obras.

2 J. Demangeot — «Géomorphologie des Abruzzes adriatiques», p. 176-179.

de altitude elevada, e nos seus efeitos marginais pelas áreas próximas, domínio e áreas periglaciárias. Parece, pois, que a inserção e cavamento do vale do Rio dos Mouros está ligada a climas frios de pluviosidade importante, posteriores à disposição do tufo do nível superior. Embora tenhamos a asserção como muito provável, adiantaremos algumas reservas, pois nem sempre os canhões se formam em climas frios¹.

4.3.1.3. *A ribeira de Alcabideque*

A existência de um curso de água permanente, a ribeira de Alcabideque, alimentado por duas surgências cársticas (fonte de Alcabideque e Nascente



FOR. 6 — A «concha» de Alcabideque.

do Ramo), que não entalha os tufos e percorre o seu nível superior numa extensão de cerca de dois mil e quinhentos metros, sobre uma espessura de tufo reduzida, leva-nos a considerar a eventualidade da sua formação recente e portanto posterior aos vales incisos nos tufos já considerados. Será que o

¹ J. Nicod — «Pays et paysages du calcaire» — «os canhões nem sempre se formam em climas frios».

seu actual curso, a partir de Atadoa, corresponde a um desvio, por captura, do curso primitivo que antes se continuaria pelo vale da Eira-Pedrinha? Ou será que as surgências de Alcabideque, que o alimentam, serão de existência mais recente? Ou teriam estas uma localização diferente?

4.3.1.4. *As conchas de Cernache, Vila Nova e Alcabideque*

Assim posto o problema leva-nos a procurar a sua explicação fora da área de deposição dos tufos. Que significado têm as unidades morfológicas, que denominamos conchas de Cernache, Vila Nova e Alcabideque, que se alinham na depressão a Este dos relevos tectónicos de S. Domingos — Avesada — Ponte e que apresentam um enchimento de fundo, de tipo aluvial, mas onde não encontramos tufos? As conchas localizam-se junto de surgências próximo de Cernache, em Vila Nova e Alcabideque. São depressões com forma aproximadamente circular, cujo diâmetro varia entre cerca de duas e oito centenas de metros. Apresentam fundo plano, com altitudes em continuidade com o nível dos 100 m (podendo atingir 115-120 m). A sua forma parece poder explicar-se por uma conjugação de dois factores. Por um lado, os diferentes comportamentos dos andares da série jurássica, especialmente entre os calcários margosos do Toarciano e os calcários mais compactos do Aaleniano, secundados pelo pendor estratigráfico para Oeste, criam as formas côncavas das vertentes a ocidente. Por outro lado a complicada fracturação da área do limite ocidental dos terrenos jurássicos, oferece condições à configuração destas formas. Poderemos atribuir-lhes, por conseguinte, uma génese semelhante à dos *poljes*? Os acidentes tectónicos atravessam-nas em duas direcções gerais dominantes. Segundo a direcção aproximadamente W-E, apresentam-se falhas divergentes a partir dos relevos de S. Domingos, Avesada e Ponte. Segundo a direcção meridiana ocorrem fracturações de pequenos relectos, paralelas à falha do limite ocidental dos terrenos jurássicos.

As fracturações transversais são responsáveis pela abertura destas conchas para Oeste. A depressão de Alcabideque, designadamente, abre-se para Ocidente, por uma estreita garganta, aproveitando uma falha nos calcários do liássico, muito inclinados para Oeste. A Sul desta garganta, parece existir uma outra, com idêntica orientação, mas com o fundo a uma altitude superior. No seu enfiamento, Este-Oeste, a Leste, a ribeira de Bruscos, muda subitamente de rumo, em ângulo recto, passando a correr segundo uma direcção N-S, depois de formar várias ansas. Os tramos deste vale parecem orientados por fracturas, pois as suas direcções coincidem com as orientações conhecidas das fracturas existentes.

Os dados colhidos só nos permitem propor problemas. É, no entanto, de admitir uma modificação recente da rede hidrográfica, posteriormente à deposição dos tufos de nível superior, pois estes aparecem-nos, em Cernache, a um nível de 120 m¹, com um lado do afloramento alinhado segundo a falha que passa a ocidente e na base dos relevos de S. Domingos e Ponte e se prolonga para Norte e Sul.

Porventura não seria o vale seco, que a sul de Ponte se dirige para Condeixa-a-Velha, nitidamente controlado pela estrutura, noutras condições de escorrência, uma continuação da ribeira de Bruscos? E encontrando-se próximo de Bruscos, na parte montante desta ribeira, locais de deposição de

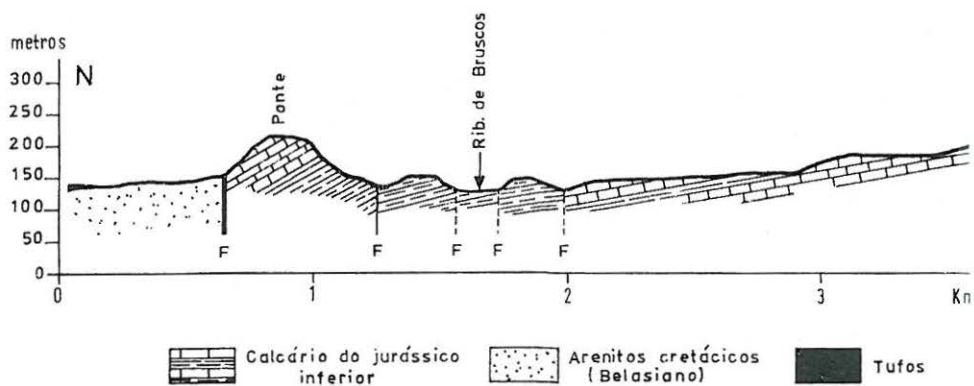


FIG. 8 — Corte esquemático da depressão de Alcabideque.

tufos, não estaria então identificado o curso responsável, no todo ou em parte, pela deposição dos tufos próximos de Condeixa-a-Velha? A verificar-se isto, estaria de acordo com a correlação, esboçada como hipótese no capítulo 2, entre a deposição de tufos e as águas com calcário magnesiano, oriundos de áreas de calcários dolomíticos.

4.3.1.5. Aspectos de carsificação dos tufos

Os tufos de Condeixa, especialmente o nível 90-100 m, quando ocorrem em travertino, apresentam algumas formas de carsificação, por vezes de tamanho considerável, e abundantes formas decimétricas. Susceptíveis de rápida

¹ P. Choffat — «Notes sur les tufs de Condeixa...»

carsificação não admira que nalguns sectores se desenvolvam lapas, variados abrigos sob rocha e fenómenos de abatimento de tectos, como acontece em Conímbriga.

Duas das lapas abertas nos tufos calcários situam-se próximo de Eira Pedrinha, respectivamente com 6 e 12 m de maior alongamento tendo feito outrora parte de uma única gruta¹. Uma outra com alongamento de



FOR. 7 — *Carsificação dos tufos — abrigo sob rocha junto a Conímbriga.*

24 m e 2 a 3 m de altura abre-se na escarpa do canhão do Rio dos Mouros, onde aliás se desenvolvem outras de menor tamanho.

Por todas as bordaduras dos afloramentos dos tufos de 90-100 m, especialmente nas vertentes da ravina de Condeixa-a-Velha e na margem direita do Rio dos Mouros, ocorrem abrigos sob rocha, resultantes dos fenómenos de erosão diferencial e carsificação, apresentando, não raro, formações lito-químicas e micro-carsificações, variadas na forma e complexas nos elementos.

¹ A. F. Soares e N. Conde — «Contribuição para o estudo das grutas da província da Beira Litoral», Coimbra, 1956.

Estes factos, especialmente os abrigos, permitem considerar a hipótese da existência de períodos frios e secos durante o encaixe dos cursos de água referidos o que parece em concordância com outros elementos da discussão empreendida.

4.3.2. *O significado morfológico dos tufos — é as consequências dos sistemas morfoгенéticos quaternários*¹

Na sua relação de conjunto, as características atrás apontadas, para os tufos do nível superior, desde a constituição química e petrográfica às formas neles modeladas, permitem-nos usar os tufos como elemento de caracterização morfológica regional e ainda como referenciador cronológico relativo, quer para as formas de deposição, quer para as de erosão. A partir delas poderemos datar alguns vales ou a retomada do escavamento de outros, outrora entulhados pela deposição dos tufos. Poderemos ainda caracterizar como epigénica, relativamente à superfície superior dos tufos, a inserção dos vales de Eira Pedrinha, Casconha, Cernache e Rio dos Mouros, além de caracterizarmos a génese das formas de que fazem parte.

Os níveis inferiores, além de relacionados com uma incisão dos cursos de água nos níveis imediatamente superiores, ligam-se também, como acontece com os do nível 90-100 m, a um meio de deposição calmo e de clima quente ou pelo menos não frio. O seu material constituinte é essencialmente de remobilização dos tufos superiores, cimentado em condições de meio e climas propícios. A existência de uma configuração topográfica de fecho de bacia, ou pelo menos de retenção de águas, criando condições de drenagem difícil, é quase uma constante na proximidade jusante dos níveis inferiores de 50 e 40 m. Como exemplo, referem-se os tufos de Ponte da Ega e de Melhora e ainda os de Paúl e Barreira. Posteriormente à deposição dos materiais

¹ A cronologia dos tufos e sua relação com outros lugares: A deposição dos tufos de Condeixa começou numa época posterior à sedimentação pliocénica ou na sua fase final como se pode deduzir das considerações feitas no capítulo 3, com base na relação estratigráfica e nos fósseis (*Hippopotamus* e *Elephas*). Comparados com outros locais onde ocorrem tufos que possibilitam a datação, essa cronologia pode ser admitida. Alguns desses depósitos de tufo, situados a uma latitude aproximada de Condeixa e em clima actual próximo, se bem que mais seco, evidenciam analogias paleontológicas e sedimentológicas, como no caso da Conque d'Aquila, no trabalho de Demangeot referente aos Abruzzos e próximo de Marselha, em Cabasse, no estudo de J. Nicod sobre a Baixa-Provença. Em ambos, os níveis mais antigos são atribuídos ao Quaternário antigo (Vilafranquiano), o que nos leva a equiparar a cronologia para os de Condeixa. Ou as diferenças climáticas seriam então mais acentuadas invalidando a analogia?

e sua consolidação é que teve lugar a formação dos terraços de tufo, no sentido morfológico do termo. Como dissemos atrás, as fases erosivas e de dissolução dos calcários estariam pendentes de climas frios, enquanto os climas quaternários mais quentes seriam responsáveis pela precipitação do carbonato e sua cimentação. É num posterior período erosivo que se constroem os terraços de tufo.



FOR. 8 — *Estrutura de pormenor nos tufos junto a Conimbriga.*

As formações de tufos, as formas que estes apresentam e outras evidenciadas nas áreas próximas ou nas formações infrajacentes àqueles são uma consequência da interacção de dois factores principais em presença. Por um lado, o substracto geológico, com as heranças morfológicas. Por outro, a conjuntura climática mais dinâmica e mutável que a primeira.

A cada clima quente, interglaciário, correspondente à formação dos tufos, segue-se um clima frio, responsável pela dissolução dos carbonatos e desmantelamento dos relevos. No primeiro predominava uma acção química superficial e de menor intensidade, tomando importância a precipitação do carbonato, sendo o último predominantemente erosivo e de grande poder de dissolução.

Concluir dos dados que colhemos e interpretámos mais outros elementos, que não estes relativos aos sistemas morfogenéticos passados, seria uma dedução senão inconsequente, pelo menos perigosa.

Resta-nos, antes de terminar, reforçar a viabilidade das nossas conclusões com o apoio de um quadro de correlação entre os tufos e os períodos quaternários (Quadro n.º 2).

QUADRO N.º 2

Quaternário antigo	Tufos 90-100 m (Travertinos)
Glaciação de Mindel	Formação do planalto 90-100 — começo do ravinamento (erosão)
Interglaciár M/R (Mindel-Riss)	Precipitação dos carbonatos (tufos 70 m)
Glaciação Riss	Formação dos níveis de 70 m (erosão)
Interglaciár R/W	Precipitação dos carbonatos (tufos 50 m)
Glaciação Würm	Formação dos níveis de 50 m (erosão)
Pós-Würm	Precipitação dos 40 m

5. SÍNTESE MORFOLÓGICA

Diversos problemas nos surgiram ao longo do trabalho que empreendemos. Pudemos contudo, chegar a algumas conclusões. Propomo-nos, conjugando essas conclusões com hipóteses e problemas, articular um esboço final da morfologia regional em forma duma síntese morfológica.

As formas evidenciadas nos sectores envolventes dos tufos, as formações de tufos e as formas neles inscritas, são uma consequência da interacção do abstracto geológico, das condições morfológicas herdadas e das conjunturas climáticas sucessivas que afectaram a área, em especial durante os tempos pós-pleiocénicos.

A presença de tufos, dispostos em degraus e ligados a uma topografia de elementos planos, com uma posição de eixo de explicação de sectores morfológicamente diferenciados, levantam uma sucessão de problemas morfológicos interligados, tanto na sua área de deposição como nas envolventes.

A consciência disso é patente na orientação e no modo como articulámos os problemas ao longo do trabalho.

As sequências climáticas pós-pliocénicas, com alternâncias de períodos quentes e frios, húmidos e secos, relacionados com a deposição e erosão dos tufos e condicionadores dela, afectaram conjuntamente os outros sectores, cuja morfologia surge, por consequência, como dependente dessas variações.

Associadas às sequências climáticas, a configuração do relevo e a topografia propícia a uma drenagem mal organizada, dificultada pela própria deposição, são outros dos factores, como vimos anteriormente. Estes, longe de se oporem, são complementares para a explicação das variações de sistemas morfogenéticos e de fases de deposição e erosão. Na primeira metade dos interglaciários ou fim dos cataglaciários, correspondente a fases de escavamento, teriam lugar a deposição de travertinos «topográficos» ou de quedas de água e a formação de terraços de tufo e travertinos, enquanto na segunda metade dos interglaciários a que corresponde o princípio dos anaglaciários, ter-se-iam formado depósitos de travertinos «climáticos». O apogeu glaciário, com águas frias, corresponderia a uma fase de demolição que teria o seu epílogo na parte final das fases cataglaciárias.

A instalação e evolução da rede hidrográfica até à actualidade, processou-se ao longo dos tempos recentes de forma irregular e rítmica, no Terciário superior e durante o Quaternário. Esta viabilidade deduz-se das considerações feitas do estudo que fizemos para a morfologia da área dos tufos. A topografia anterior aos tufos dos 100 m foi modificada profundamente durante o tempo do Quaternário na área de deposição dos tufos, patente na variação da espessura dos tufos de cada nível e dos vários níveis entre si, e nas formas evidenciadas que refeimos. Por analogia e invocando depósitos de vertente de tipo periglaciário, abundantes na área, podemos reforçar a conclusão da correlação da origem dessas modificações. Se bem que a formação dos vales, a sua configuração e a organização da rede hidrográfica se tenha efectuado na dependência da estrutura geológica e das formas anteriores, foram os variados sistemas morfogenéticos quaternários que maior influência tiveram na sua modelação. Estes efeitos das variações climáticas parecem não oferecer dúvidas. A dependência climática de certas formas, canhão do Rio dos Mouros, ravinas nos arenitos, terraços de tufos, algumas formas de carsificação (lapiez, abrigos sob-rochas) e os vales nos calcários liássicos, hoje vales secos, mostra-se plausível, embora seja difícil afirmar com certeza, porque carecemos de mais dados para que se possam levar por diante respostas definitivas para os problemas suscitados.

As modificações recentes reportadas aos tempos históricos, são de pequena amplitude: depósitos de vertente que fossilizam grutas e depósitos de tufo,

e alguns fenómenos de criptocarso por abatimento de lapas, um deles referenciado cronologicamente por afectar um pavimento das ruínas da cidade romana de Conímbriga.

Os problemas maiores residem quer nos tufos, quer em alguns locais dos sectores envolventes. No que cabe dentro dos tufos põe-se a problemática dicotómica da sua deposição. Serão os tufos um resultado dum congestionamento de vales anteriores, com formação para-lacustre posterior, hipótese mais provável, ou serão resultado duma bacia lagunar pré-existente, hipótese nem de todo longínqua conforme o que debatemos nos capítulos 2 e 3?

Por outro lado, surge a questão permanente desde o início e por enquanto irresolúvel, para nós, embora, do ponto de vista de formação teórica e de coerência de argumentação, nos inclinemos para a segunda delas. De que modo estarão os tufos ligados ao nível de base geral e, respondendo por isso a uma sequência alternadamente de deposição e de erosão ligada a um modelado de ciclo de erosão com correlação com os eustatismos quaternários e, por consequência, com os vários terraços do Mondego, ou, responderão a sucessivas fases lagunares dependentes, se bem que também da topografia pré-existente e da área-mãe carbonatada, principalmente dos sucessivos sistemas morfogenéticos ligados ao clima, em que a ligação com as modificações sofridas pelo Rio Mondego foram de afectação mais remota?

Em qualquer dos casos, torna-se importante concluir que, desde os fins do Pliocénico existia uma bacia de deposição, com cerca de sete mil metros de extensão Norte-Sul. Quer tenha sido pré-existente ou formada na altura como parecem testemunhar os depósitos da base dos tufos dos 90-100 m, estava criada uma das condições que deram origem à deposição destes. Durante o tempo em que vigoraram condições periglaciárias, todos os vales serviram de conduta a cursos de água subaéreos. Então, fenómenos de tipo periglaciário dominavam nas vertentes, como parecem evidenciá-lo perfis e depósitos. Sucessivamente, em fases posteriores, os cursos de água foram-se encaixando com novas deposições, cada qual relacionada com a fase climática propícia à sua efectivação. Destes processos resultou a configuração actual do modelado, originando-se uma descontinuidade altimétrica e de tipos de formas entre os sectores ocidentais e orientais, a que correspondem, por sinal, como vimos, unidades morfo-estruturais diferentes.

Mas os problemas estendem-se a outros sectores. Qual o significado dos relevos de fractura e suas modificações, situados a Este da superfície dos 90-100 m? E o significado das «conchas» de Alcabideque, Vila Nova e Cernache, a sua relação com os tufos, e as depressões de ligação entre estas unidades? Qual é o alcance duma explicação estrutural de diferenciação dos

sectores de calcário a Leste e Sul e em que medida uma dominância do papel dos climas antigos sobre a estrutura e a petrografia seria relevante em relação à explicação anterior?

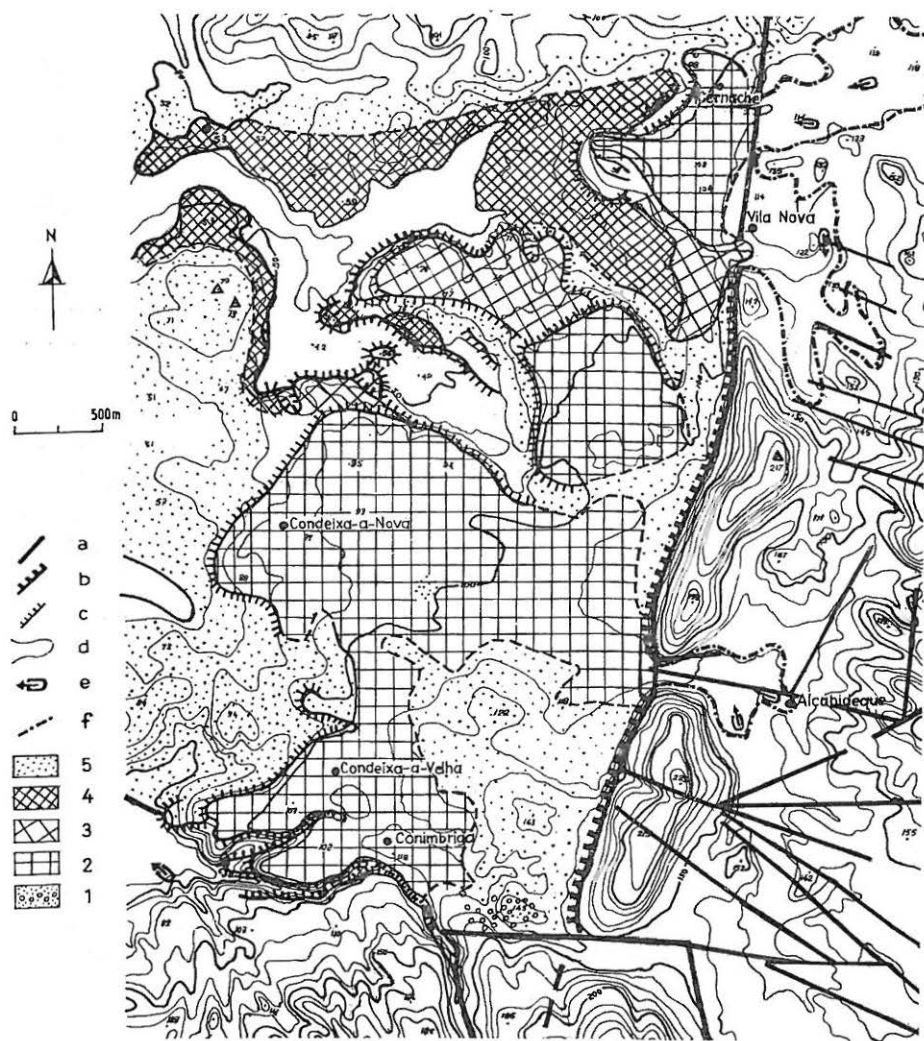


FIG. 9 — Esboço morfológico da área dos tufos.

Legenda: a — falhas; b — escarpas de falha; c — taludes; d — curvas de nível; e — surgências; f — «conchas».

1 — Cobertura conglomerática; 2 — Tufos dos 90-100 m; 3 — Tufos dos 70 m; 4 — Tufos dos 50 m; 5 — Cobertura essencialmente arenítica.

NOTA FINAL

Por carência de elementos, resultantes quer da ausência de trabalhos parcelares, especialmente sobre a geologia da área, quer do tempo disponível e amplitude do trabalho que escolhemos, as conclusões não são vastas e muitas residem apenas na formulação de hipóteses.

No entanto a todo o momento nos foram surgindo problemas que equacionados conjuntamente podemos propor como síntese morfológica a finalizar o capítulo anterior.

Resta-nos tecer algumas considerações sobre o domínio do trabalho, o que dele surgiu e as implicações metodológicas, técnicas e espaciais para a resolução dos problemas vários que surgiram, que se apresentam como vastos e complexos. É a consciência dessa complexidade e vastidão, não só dentro do domínio da geomorfologia, mas como naturalmente seria de esperar, abarcando outros domínios do saber, que nos leva a sugerir o empreendimento duma investigação mais larga que a agora levada a cabo, em que a interdisciplinaridade e o colectivismo da investigação fosse pedra angular desse plano. Não podemos esquecer que «o trabalho científico exige precisamente que o investigador crie dificuldades, «mas» o essencial é criar dificuldades *reais*, eliminar as falsas dificuldades, as dificuldades imaginárias»¹. Sendo a solitude da investigação presa fácil de pressupostos teóricos em que a investigação e a crítica são limitadas por eles, para a superação destas limitações são necessárias confrontações teóricas à medida da construção das obras. Para chegarmos a uma explicação mais precisa dos problemas morfológicos do conjunto da área dos tufos dos sectores envolventes seria necessário que a investigação se alargasse. Vários estudos afiguram-se-nos como necessários: de correlação com os terraços do Mondego, principalmente do ponto de vista de constituição, explicação genética e significado morfológico; de comparação com outros locais com sequências quaternárias possíveis de datação; de definição dos tufos com maior pormenor quanto à cronologia (sequências de solos e tufos, fauna e flora); determinação dos depósitos de vertente da área e correlação dos níveis aplanados da mesma.

Além destes caminhos de investigação levantados pelos problemas que suscitam, outros há em que a sua relação é mais marginal, mas não menos

¹ Gaston Bachelard — «Le matérialisme rationnel» (p. 214).

importante. A sua posição marginal à serra de Sicó pode oferecer indicações preciosas para o estudo morfológico de conjunto daquele relevo, se se tiverem em conta estudos paralelos e coordenados noutras áreas marginais, como Tapeus, Soure, Redinha, e outras pequenas áreas.

ANTÓNIO GAMA MENDES

BIBLIOGRAFIA

a) *Sobre os tufos de Condeixa*

- 1 — CHOFFAT, P. — “Notes sur les tufs de Condeixa et la découverte de hippopotame en Portugal”. Com. Dir. Serv. Geol. Port., Tomo III, 1895, p. 1-12.
- 2 — COSTA, A. A. Simões — “Grutas de Condeixa”. Rev. Instituto, 1.^a s.^e, vol. II, n.^o 2, 1853.

b) *Sobre a geologia regional*

- 3 — CARVALHO, G. Soares de — “Depósitos detríticos pliocénicos dos arredores de Coimbra”. Publ. Mus. Min. e Geol. da U. Coimbra, vol. XVII, 1948.
- 4 — IDEM — “Les dépôts de terraces et la paléogéographie du Pliocène dans la bordure meso-cénozoïque occidentale du Portugal (entre le Vouga et le Mondego)”. Publ. do Mus. Min. e Geol. da U. C.^a, vol. XVIII, 25, 1949.
- 5 — IDEM — “Contribuição para a interpretação da origem dos depósitos plioleistocénicos da orla mesocenozoica ocidental (região entre o Vouga e o Mondego)”. Publ. Mus. Min. e Geol. da U. C.^a, n.^o 28, 1950.
- 6 — IDEM — “Sur l’origine éolienne et l’âge pleistocène de quelques sables de l’W de Portugal”. C.R. Soc. Géol. France, n.^o 4, 1951.
- 7 — IDEM — “Les époques d’éolisation du Pleistocène dans la bordure occidentale meso-cénozoïque du Portugal”. Publ. Mus. Lab. Min. e Geol. da U. C.^a, n.^o 33, 1952, pp. 53-58.
- 8 — CHOFFAT, P. — “Recueil de monographies stratigraphiques sur le Système Crétacique du Portugal — Le Crétacique Supérieur au nord du Tage”. Mem. Direc. Serv. Geol. de Portugal, 1900.
- 9 — IDEM — “Planches et Coupes géologiques de la région de Coimbra et Leiria”. Serv. Geol. de Portugal, 1927 (publicação póstuma).
- 10 — COSTA, J. Carrington da — “Evolução do meio geográfico na Pré-história de Portugal”. Mem. do I Congr. do Mundo Português, 1941.
- 11 — COSTA, A. Machado da — “Ançã — Um lago quaternário”. Com. Serv. Geol. de Portugal, tomo XV, 1924, pp. 34-41.

- 12 — CORREIA, A. A. MENDES — *A jazida prehistórica de Eira-Pedrinha (Condeixa)*. Mem. Serv. Geol. de Portugal, 1949.
- 13 — MAGALHÃES, J. S. — *Sistema Jurássico* (fascículo policopiado), 1972.
- 14 — MOUTERDE, R.; CH. RUGET et F. MOITINHO DE ALMEIDA — “Coupe du Lias au Sud de Condeixa”. Com. dos Serv. Geol. de Portugal, tomo XLVIII.
- 15 — IDEM, J. ROSSET et R. B. ROCHA — “Existence d’une tectonique tangencielle dans le Lias sur les feuilles d’Alvaiázere, d’Ansião et d’Espinhal au 25000e”. Com. Serv. Geol. de Portugal, tomo IV, 1971.
- 16 — ROMARIZ, C. — “Estudo geológico e petrográfico da área tifónica de Soure”. Com. Serv. Geol. de Portugal, t. XLIV, 1960, 222 p.
- 17 — RUGET, Christiane — “Études stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur de Portugal au Nord du Tage”. Bol. Serv. Geol. de Portugal.
- 18 — SOARES, A. Ferreira — “As formações pós-jurássicas entre Coimbra e Montemor”. Revista da Fac. de Ciências da Univ. de Coimbra, 1968.
- 19 — IDEM — *Sistema Cretácico* (fascículo policopiado), 1972.
- 20 — TEIXEIRA, Carlos — “Evolução do território português no decurso dos tempos geológicos”. Rev. Palestra, Lisboa, vol. 28, 1966.
- 21 — IDEM — “A estação arqueológica da Mealhada e sua cronologia”. Trab. S.P.A.E.—2, vol. X, fac. II, Porto, 1954, p. 139-154.
- 22 — IDEM — “Les dépôts modernes du littoral portugais au nord de Leiria”. Bol. Soc. Geol. Port., Porto, vol. VII, fasc. I-II, 1948.
- 23 — IDEM et G. ZBYSZEWSKI — “Contribution à la connaissance du Pliocène portugais”. Com. Serv. Geol. Port., t. XXX, 1949.
- 24 — IDEM et IDEM — “Notes sur le Pliocène de la région à l’Ouest de Portugal”. Com. Serv. Geol. de Portugal, t. XXXII, 1951.
- 25 — ZBYSZEWSKI, G. — “Le Quaternaire au Portugal”. Bol. Soc. Geol. de Portugal, t. XIII, 1958.
- 26 — ZBYSZEWSKI, G. — “Nota explicativa da carta geológica do Quaternário de Portugal — 1:1 000 000”. Serviços Geológicos de Portugal, 1971.

c) *Sobre geografia física—generalidades e métodos*

- 27 — BARRÈRE, Pierre — *Le document géographique*. Paris, Masson, 1972.
- 28 — BIROT, Pierre — *Essai sur quelques problèmes de morphologie générale*. Lisboa, 1949.
- 29 — IDEM — *Précis de géographie physique générale*. Paris, L. Armand Colin, 1965.
- 30 — IDEM — *Les Méthodes de la Morphologie*. Paris, P.U.F., col. Orbis, 1955.
- 31 — ENJALBERT, H. — “Géographie Générale”. Encyclopédie de la Pleiade, pp. 217-237; 360-507, 1966.
- 32 — TRICART, J. et A. CAILLEUX — *La géomorphologie structurale — le modelé des régions de plateformes*. Paris, CDU, 1963.
- 33 — IDEM — *La géomorphologie structurale — Le modelé de chaînes plissées*. Paris, CDU, 1961.
- 34 — IDEM — *Introduction à la géomorphologie climatique*. Paris, SEDES, 1965.

35 — TRICART, J. et A. CAILLEUX — *Le modelé des régions périglaciaires*. Paris, SEDES, 1967.

36 — TRICART, J. — *Principes et Méthodes de la géomorphologie*, Paris, Masson, 1965.

d) *Sobre morfologia calcária e carsificação*

37 — GÈZE, B. — *La spéléologie scientifique*. Col. Rayon de la Science — Microcosme, Paris, Le Seuil.

38 — LLADÓ, Loppis — *Manual de Hidrogeologia Carstica*. Barcelona.

39 — NICOD, Jean — *Pays et paysages du calcaire*. Paris, P.U.F., 1972.

40 — TROMBE, F. — *La spéléologie*. Paris, P.U.F., Col. Q.S.J., 1965.

e) *Sobre estudos regionais de Morfologia*

41 — DEMANGEOT, Jean — *Geomorphologie des Abruzzes adriatiques*. Mémoires et Documents, C.N.R.S., Paris, 1965.

42 — MARTINS, A. Fernandes — *Maciço Calcário Estremenho*. Coimbra, 1949.

43 — IDEM — *Le centre litoral et le massif calcaire d'Estremadura*. Livret-Guide du Congr. Int. Geogr. de Lisbonne, 1949.

44 — NICOD, Jean — *Recherches morphologiques en Basse-Provence*. Paris, 1967.

45 — RIBEIRO, O. e A. PATRÍCIO — “Nótula sobre os terraços do Mondego nos arredores de Coimbra”.

f) *Outra bibliografia (geologia geral, etc.)*

46 — AUBOIN, Brousse et Lehman — *Précis de géologie*. Paris, Dunod, 1968.

47 — BRINKMAN, R. — *Geologia general*. Madrid, Ed. Labor, 1964.

48 — FOURMARIER, P. — *Principes de géologie* — 2 tomos. Paris, Masson, 1950.

49 — MORET, L. — *Précis de Géologie*. Paris, Masson, 1958.

50 — ROGERS, C. D. and DUMBAR — *Principles of stratigraphy*. N. Y., 1958.

51 — VATAN, André — *Manuel de Sédimentologie*, Paris, Masson, 1968.

Cartas utilizadas

— *Serviços Cartográficos do Exército* — 1:25 000, n.ºs 240, 241, 250, 251.

— *Serviços Geográficos Cadastrais* — 1:50 000, n.ºs 19 C e D.

— *Idem* — 1:100 000.

— *Carta geológica de 1:100 000*, da autoria de P. Choffat (esboço).

— *Carta geológica da região de Soure* — 1:25 000, da autoria de C. Romariz.

— *Carta Geológica de Portugal* — 1:500 000, Serviços Geológicos de Portugal.