

Colecção NATURA

Portugal Subterrâneo

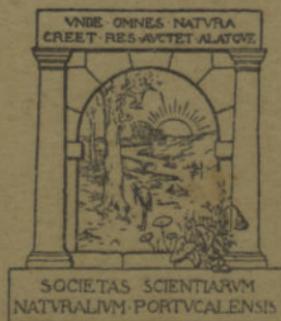
Ensaio de espeleologia portuguesa

POR

ERNEST FLEURY

Professor do Instituto Superior Técnico

*Com 7 figuras no texto
e 7 estampas*



LISBOA

Gráficas Officinas da Biblioteca Nacional
1925

RC
MNCT
55
FLE

Collecção NATURA

Portugal Subterrâneo

Estudo de espeleologia portuguesa

Por

FRANCIS FLETCHER

Professor do Instituto Superior Técnico

PORTUGAL SUBTERRANEO

1.ª edição



10
MUSEU
35
FLB

LISBOA

Publicação do Instituto Superior Técnico

1951

Colecção NATURA

Portugal Subterrâneo

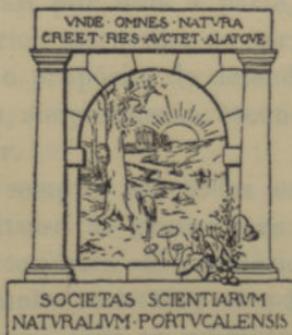
Ensaio de espeleologia portuguesa

POR

ERNEST FLEURY

Professor do Instituto Superior Técnico

*Com 7 figuras no texto
e 7 estampas*



BIBLIOTECA NACIONAL DE PORTUGAL

PC

MNCT

55

FLE

LISBOA

Gráficas Oficinas da Biblioteca Nacional

1925

Collecção NATURAL

Portugal Subterrâneo

Ensaio de espeleologia portuguesa

por

ERNEST FERREY

Professor de Geologia na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Extraído do *Jornal de Ciências Naturais*,
Volume III, 1923



LISBOA

Impressão e distribuição da Sociedade Portuguesa de Espeleologia

1923

Os primeiros homens foram *trogloditas*, pelo menos em muitas regiões; viveram em grutas e cavernas e nelas deixaram, muitas vezes, objectos de suas indústrias, restos de seus cozinhados e, às vezes, também admiráveis desenhos ou até os próprios esqueletos. Custa então a perceber a repulsa dos seus herdeiros por essas grutas e cavernas que a imaginação popular, quasi por toda a parte, envolveu em mistério, maravilha ou terror, como se tivera o propósito de defendê-las com fábulas ou, simplesmente, esconder o próprio temor.

Houve sempre, em todos os tempos, quem visitasse as grutas e as cavernas. Algumas serviram de santuários pagãos ou de templos cristãos; os perseguidos pelas guerras civis ou religiosas e os foragidos às invasões buscavam-nas como abrigo. Quantas vezes as não povoaram fadas e, mais ainda, basiliscos e dragões, monstros temíveis a quem cumpria a

guarda de tesouros hipotéticos! Eremitas e anacoretas, prêtenso mágicos ou feiticeiros, bandidos autênticos e desgraçados sem tecto, nelas encontravam abrigo; ingénuos buscadores de tesouros e caçadores intrépidos que nelas penetravam, todos provavelmente contribuíram, ou por conveniência ou por gabarolice, para a propagação das mais fantásticas lendas, alimento preferido do povo crédulo. O livro do P.^e Kircher, *Mundus subterraneus*, publicado em 1669, é muitíssimo curioso neste ponto; mas, a-pesar-das pretensões científicas de seu autor, não pode interessar senão um folclorista.

Quem tornou melhor conhecidas as grutas e as cavernas foram exploradores, simples curiosos ou amadores de desporto, biólogos estudantes da flora ou fauna subterrâneas, paleontólogos e prè-historiadores à procura de ossadas ou de manifestações antigas da actividade humana e, sobretudo, geólogos e hidrólogos. Chegaram já um pouco tarde, infelizmente, e os trabalhos nem sempre foram suficientemente coordenados.

Segundo E. A. Martel (1), cuja autoridade nestes assuntos é bem reconhecida, o verdadeiro fundador da *sciência das gru-*

(1) E. A. Martel: Spéléologie au XX^e siècle. *Spelunca*, t. VI, 1905, p. 5.

tas foi Adolf Schmidl (1), não obstante os muitos precursores que teve. Dêstes, uns pertenceram ao *período da lenda* e, se não fôra o temor de ser injusto para com êles — pois não se deve esquecer a dificuldade e os perigos que então havia em contradizer as opiniões reinantes — eu diria que os seus trabalhos apenas teem um interêsse histórico; outros foram de facto verdadeiros *precursores* e convém distingui-los em dois grupos, naturalmente representantes de duas fases diversas. O primeiro grupo é pouco importante: o barão de Valvasor deu alguns pormenores sôbre os rios subterrâneos da Carníola; Nagel e Lloyd fizeram explorações subterrâneas no Karst e no Derbyshire; Ritter publicou um livro enorme (2). A segunda fase é mais interessante, se bêm que mais breve: as grutas são melhor estudadas mas menos por causa delas do que pelos materiais que encerram; os paleontólogos entram em scena com Cuvier, pouco depois os prè-historiadores com Boucher de Perthes e, finalmente, os estudos de Parandier, Virlet d'Aoust e Arago anunciam a próxima intervenção dos geólogos e dos

(1) A. Schmidl: Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Planina und Lass. 1854. Wien.

(2) Rosenmüller und Tillerius (Beschreibung merkwürdiger Höhlen, 1799-1805), mencionam algumas grutas de Portugal.

hidrólogos. Êste movimento magnífico parece ter sido iniciado por Esper (1) descrevendo, em 1774, com o nome de *zoólitos* ou *pedras animais*, as ossadas das cavernas dos arredores de Baireuth, na Baviera. Atribuiu-as a animais desaparecidos, contrariamente a uma velha crença muito divulgada e já defendida por Empédocles de Agrigento (450 antes de Cristo) segundo a qual estas ossadas seriam «reliquias de gigantes humanos». Ainda que se tenha de reconhecer o mérito do naturalista alemão, parece-me útil recordar que, exactamente na mesma época, Buffon publicava as suas *Epocas da Natureza* e que as interpretações timidamente expostas, um século antes, por Lister primeiro e Hoocke em seguida, sobre os fósseis tinham sido definidas e vulgarizadas. Seja como fôr, esta *fase dos paleontólogos* é realmente dominada por Esper e Cuvier (2).

A partir de 1850 esboça-se uma nova fase com a intervenção dos geólogos e dos hidrólogos, a de Schmidl (1854) e de Daubrée (1887). Os paleontólogos e os prè-historiadores não abandonam a obra

(1) Esper: Nachricht von neuentdeckten Zoolithen. 1774. Nuremberg.

(2) K. von Zittel: Geschichte der Geologie und Paleontologie bis zum Ende des XIX. Jahrhunderts. 1899. München.

tão bem começada, mas a *sciência das grutas* ou *Höhlenkunde* é fundada pelos geólogos e hidrólogos (1).

Enfim, pouco depois de 1880, as explorações subterrâneas desenvolvem-se rapidamente na Áustria primeiro, depois em todos os outros países, particularmente em França, na Bélgica e nos Estados Unidos. A *Verein für Höhlenkunde* de Viena era fundada sob a influência dos êxitos de Schmidl e dos seus continuadores; o Clube Alpino austriaco e o próprio govêrno concorreram também, e esta dupla influência dos «desportistas» e dos meios oficiais, se assim se pode dizer, teve excelentes resultados. As concepções directrizes não foram modificadas profundamente e os geólogos conservaram a direcção do movimento, mas os esforços foram melhor coordenados e os métodos aperfeiçoados pelo emprêgo do telefone, a coloração das águas pela fluoresceína, a exactidão dos levantamentos topográficos, etc. A *sciência das grutas* ou *Höhlenkunde* de Schmidl transformou-se na *Espeleologia* (2)

(1) J. Cvijic: *Das Karstphänomen. Penk's geograph. Abhandl.*, Bd. V, 1893.— E. A. Martel: *Les Abîmes. Les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie.* 1894, Paris.— J. Kraus: *Höhlen-Kunde.* 1894, Wien.

(2) Segundo E. Rivière, *Espelaeologia* (σπηλαιον, antro, cova; λογος, discurso ou descri-

que depressa occupava o devido lugar em todos os tratados e manuais de geografia fisica, de geologia e sobretudo de hidrologia, assim como a *Biospeleologia* nos de botânica e de zoologia. Por sua parte, os prè-historiadores e os biólogos deram uma contribuição importantíssima: o descobrimento de desenhos e pinturas nas paredes das grutas abriu àquêles um novo campo de estudo, admiravelmente explorado por Lartet, Piette, Cartailhac, Capitan, Breuil, Obermaier, etc., e a *Paleontologia humana*, entrevista por Boucher de Perthes, poudè constituir-se (1). Os biólogos assentaram as bases da *Biospeleologia* com Jeannel e Racovitza à frente (2).

Esta fase da espeleologia foi, portanto, extraordinariamente fecunda. Foi dominada pelos belos trabalhos de J. Cvijic, de F. Kraus e, sobretudo, de E. A. Martel que realizou um considerável número de explorações subterrâneas e publicou uma série de importantes trabalhos, entre

ção); para muitos autores, Espeleologia. F. de Nussac escreve Espeologia, mas E. A. Martel nota que os Gregos chamavam σπηλι; a escavações artificiais.

(1) H. Obermaier: El Hombre fósil. Comisión de Investigaciones paleontol. y prehist., Mem. n.º 9. 1916, Madrid. — M. Boule: Les Hommes fossiles, 1922, Paris.

(2) Biospeleologica, in *Archives de Zoologie expérimentale et générale*.

os quais *Les Abîmes* (1894) e o *Nouveau Traité des Eaux souterraines* (1921) formam a melhor síntese dos conhecimentos espeleológicos e hidrogeológicos.

A Guerra não quebrou o entusiasmo dos espeleólogos, mas desviou ou suspendeu brutalmente a sua actividade. A Sociedade espeleológica de França desapareceu em 1914 e o seu boletim, *Spelunca*, deixou de ser publicado. Todavia os espeleólogos auxiliaram os exércitos austriacos no Karst e no Montenegro, e é conhecido o papel desempenhado pelos hidrólogos nas diversas frentes da guerra; em 1920, o Governo romeno fundou um Instituto de Espeleologia geral na Transilvânia.

Hoje, as preocupações científicas são cada vez mais postas de lado, mas esta mentalidade de utilitarismo de vistas curtas tem que transformar-se algum dia, pois que o problema da água nem sempre pode ser resolvido por processos empiricos e a documentação bibliográfica por si, só vale quando assenta no conhecimento das condições locais.

A *Hidrologia tornou-se Hidrogeologia* (1), isto é: a-pesar-de continuar a ser uma sciência de aplicação, assenta cada

(1) E. A. Martel: *Nouveau Traité des Eaux souterraines*. 1921, Paris.

vez mais na *Geologia e na Espeleologia* que se podem estudar rapidamente nos livros mas que só se aprendem muito lentamente no terreno.

As grutas portuguesas passam por ser pouco conhecidas (1). No entanto, há sobre elas uma bibliografia bastante rica, mas dispersa, e é certo que os poucos autores que delas se teem occupado dedicaram menos atenção ao modo como elas se formaram e à sua morfologia do que aos materiais nelas contidos. Não crítico; apenas friso um facto real de que, aliás, não tenho que me queixar pois me permitiu encontrar um magnifico campo de estudos quasi inexplorado, pelo menos na acepção de falta dos relatos em que os meus antecessores exponham as suas observações.

Nas regiões de grutas, e vamos vêr que todas são constituídas por calcáreos, o povo distingue *lapas*, cavernas horizontais ou pouco inclinadas e *algarves* ou *algarves*, verdadeiros abismos ou poços profundos, mais ou menos verticais. Conhece as designações de *gruta* e de *caverna*, mas não as emprega na lin-

(1) «Le sous-sol de l'Espagne et du Portugal a été moins exploré même que celui de l'Italie. Les formations de l'époque secondaire abondent cependant dans la Péninsule» (E. A. Martel : Les Abîmes, p. 546).

guagem corrente, conforme diz o Prof. Leite de Vasconcellos (1), substituindo-as pelos nomes de *cova*, *lapa* e até *mina*, que nada significam ao certo. No Algarve, na Madeira e nos Açores, falam muito de *furnas* mas com acepções diversas, parece, se bem que Estácio da Veiga tente contrapor *furnas* a *algares* (2).

Esta distinção popular de lapas e algares não deixa de ser exacta mas nem sempre é aplicada e, além de isso, é insufficiente. As lapas compreendem os simples abrigos na rocha como também verdadeiras cavernas; os algares parecem ser sobretudo cavidades de acesso difficil. Por outro lado, o povo em geral só conhece as entradas das grutas e não é capaz de reconhecer a sua diversidade morfológica. Algumas descrições monográficas permitem precisar facilmente todos estes factos.

Diferenciação das cavidades subterrâneas. — A leste de Alcobaça, o pequeno

(1) Leite de Vasconcellos: *Religiões da Lusitania*, vol. I, 1897, p. 212. O *Archeologo português* publicado sob a direcção do mesmo autor, o sábio fundador do Museo Etnológico de Belém, contém algumas descrições de grutas e também numerosas listas de cavernas.

(2) S. P. M. Estácio da Veiga: *Paleontologia. Antiguidades monumentaes do Algarve. Tempos prehistoricos*, t. I, 1886, p. 33.

vale de Chiqueda, bem conhecido pelas suas belas *nascentes*, foi escavado pelas águas correntes nos calcáreos jurássicos, dispostos em camadas horisontais. O seu perfil transversal é como um V muito aberto, e as cabeças dos bancos calcáreos, cortados pela erosão, formam paredes ou arribas nas margens. Quando as arribas são a pique, quer em virtude do desgaste pela água corrente, quer por causa de desmoronamentos, às vezes, aparecem na base *abrigos rochosos* mais ou menos profundos. Não são grutas verdadeiras, na acepção usual do termo, mas podem ter relação com as cavernas. Êstes abrigos rochosos são extremamente frequentes; nas arribas cretácicas do litoral a Oeste de Cascais, nas quartzites do Bussaco ou de Castelo de Vide, nos xistos do vale do Alva a montante da Ponte da Mucela, nos granitos das serras da Estrêla, do Caramulo e do Gerez, etc. Muitos servem de refúgios nos dias de chuva ou foram habitados outrora; Vieira Natividade colheu materiais neolíticos nos de Chiqueda (1).

O vale dos Olhos de Água de Ota está também aberto nos calcáreos jurássicos e recorda muito, pela morfologia geral, o

(1) M. Vieira Natividade: Grutos de Alcobça. *Portugalia*, t. 1, fasc. 3, 1901.

de Chiqueda; trata-se ainda de *cañon*. Além de muitos abrigos rochosos, encontram-se aí outras cavidades de diferente natureza. Umas, muito irregulares, são ou *grandes fracturas* dos calcáreos ou pequenas grutas melhor trabalhadas pelas águas subterrâneas, que foram cortadas pela escavação do vale. Outras, pelo contrário, são notáveis pela regularidade e, quando não foram estragadas por alteração posterior, pelo polido das paredes, mostram-se como *nichos* hemisféricos ou pouco alongados, mas ascendentes. Tornei-as conhecidas no Jura suíço com o nome de *caldeirões laterais*, não devendo ser confundidas com os abrigos rochosos (1).

Aqueles resultam do desgaste pelas águas turbilhonares, como as marmitas fluviais ou torrenciais mas, em vez de mergulharem no fundo do leito, dirigem-se obliquamente para a margem, e um pouco ao revés da corrente. É por uma acção análoga, mas mais violenta, que as vagas escavam as *grutas submarinas* e os *trous souffleurs*, *trous canons* dos autores fran-

(1) E. Fleury: Formes de désagrégation et d'usure en Portugal. *Mém. de la Soc. portugaise des Sc. nat., série géol.*, n.º 1, 1919, p. 72, pl. IV, fig. 15 et IX, fig. 73. — Le chaudron latéral, forme particulière de l'érosion par les eaux courantes. *La Géographie*, t. XV, 1907, p. 327.

ceses ou as *puffing holes*, *blow holes* dos ingleses e que no Algarve, onde abundam na região ocidental, tem o nome de *vulcões*. Não são raros a Oeste de Cascais, e um deles, actualmente utilizado como reservatório pelos pescadores, é largamente aberto na extremidade, a mais de 50 m. da costa, mas bifurcado, sendo uma das ramificações completamente subterrânea. A formação destas grutas sub-marinas é sempre dirigida por fracturas ou por diferenciações petrográficas, filões, por exemplo; como acontece nos caldeirões laterais, as cavidades formadas são levemente ascendentes, porque as águas utilizam também o choque e o ar comprimido.

No Algarve, particularmente para os lados de Vila Nova de Portimão, o desgaste pelas águas marinhas produz uma forma muito curiosa. Quando uma gruta submarina, assim cavada nos calcários terciários, atinge a base de uma camada argilo-arenosa provoca, por um trabalho de sapa ou de sucção, um desmoronamento que toma a forma de um poço ou funil. Êste mesmo tipo aparece também por cima dos cursos de água subterrâneos e é muito conhecido em todas as regiões calcárias pelo nome de *dolline*, por exemplo: entre Alcobaça e o maciço de Pôrto de Mós, nos vales de Mendiga e de Mira Minde, etc. Julgara-se primeiro que as

dollines marcavam sempre os cursos de água subterrâneos, mas a observação mostrou que apenas indicam um trabalho de escavação em profundidade e que, em alguns casos, representam pontos onde as águas mergulham ou emergem, conforme são *dollines-pertes* ou *dollines-résurgences*.

Todos os autores concordam hoje em admitir a opposição entre *cavernas* ou *caves*, com salas e corredores ou galerias, e os *abismos* ou *gouffres* em forma de funis invertidos ou de poços, mas as opiniões divergem logo que se trata da classificação pormenorizada. Para Schmidl, as cavernas (*Höhlen*) contem água, e as grutas (*Grotten*) são secas. De Mortillet apenas trata das cavidades que o Homem habitou e distingue os *abrigos rochosos* ao ar livre, as *grutas mais ou menos iluminadas* e as *cavernas muito escuras*. Martel pensa que as cavernas que absorvem cursos de água são *pertes* (*goules* no Ardèche, *bétoires* na Normandia, *Sauglôcher* na Áustria, *Katavothres* na Grécia, *poniqué* nos Balcans) e não devem ser confundidas com as que alimentam rios ou *ressurgências* fortes, quer sejam penetráveis quer completamente cheias. Em Portugal ainda se não reconheceram estas distincções, mas é certo que a maior parte dos *olhos de água* correspondem às *cavernas-ressurgências* de Martel.

Não há muitos anos que existia numa

pedreira de cal do Liásico, entre a Pampilhosa e Santa Cristina, uma pequena *cave* com 5 a 6 m. de largura por 4 de altura, em parte destruída pela exploração.

O chão estava coberto de pedras caídas, mais ou menos cimentadas por tufo; as paredes assemelhavam-se a muros mal construídos em consequência da sobreposição regular dos bancos calcáreos horizontais, mas o fundo, desigualmente corroído, mostrava provas certas de corrosão pelas águas; o tecto, na parte anterior, tinha abatido e por cima da *cave*, entre as camadas descoladas, tinham-se formado outras cavidades sucessivamente mais pequenas sem que a superfície do solo tivesse sido modificada. A acção das águas, tão nitida na *cave*, mostrava qual a origem desta: era uma *cavidade de dissolução* que cresceu por abatimentos em profundidade. Os vãos que havia por cima, inversamente, eram *cavidades de descolamento* de origem mecânica, mas provocadas pelos amontoamentos subterrâneos.

No planalto cretácico situado a Leste do Cacém, uma ravina onde a água corre no inverno chega a uma *cave* mais extensa, mas muito baixa, em que se não pode entrar senão de joelhos ou de rastos. Nesta não há descolamento mas dissolução pelas águas, localizada a uma ca-

mada inter-estratificada: é pois uma *caverna-perda* de dissolução.

Mostra-se aos visitantes de N. S. do Desterro, no vale do Alva, perto de São Romão na Serra da Estrêla, como curiosidade digna de atenção, a *Cova da Moira* «onde é tradição existirem grandes tesoiros guardados pela moira, que os vigia dia e noite» (1) e que, segundo afirma uma pessoa de Ceia, teria pelo menos 65 m. de comprimento, com um lago subterrâneo. A verdade é muito menos maravilhosa. Esta *Cova* está situada a uma grande altitude na margem direita de um afluente do Alva, pouco abaixo de um canal de irrigação e nos granitos que emergem do solo arenoso, sob uma abóbada de castanheiros. A entrada é muito estreita; um corredor baixo e espiralado, que não chega a ter 6 m. de comprimento, vai dar a uma sala cujas dimensões são sempre inferiores a 7 m. Em agosto de 1915, esta sala tinha alguma água, mas, em setembro de 1917, estava completamente seca. Só lá encontrei umas aranhas e formigas que, no entanto, não eram cavernícolas. Esta cova não passa pois de um *buraco de caos granítico enterrado ou subterrâneo*, absolutamente

(1) Adelino de Abreu: Serra da Estrêla. Guia do touriste, 2.^a ed., 1905, p. 74.

análogo aos vazios que existem entre os blocos acumulados dos caos superficiais (Barros Vermelhos, etc.) ou por baixo dos blocos *perchés* (Lapão da Rouca) (1); foi formada pelas águas que arrastaram as areias de desagregação das fendas, deixando os blocos no seu lugar. As pequenas cavidades de superfície polida, que existem junto da entrada, são partes de *marmitas fluviaes ou torrenciais* que indicam um passo no enterramento do vale (2).

O maciço jurássico de Pôrto de Mós é provavelmente a região portuguesa mais interessante sob o ponto de vista espeleológico. E' um grupo calcáreo elevado, limitado por deslocações marginaes e cortado por grandes falhas dos vales abatidos de Mendiga e de Mira-Minde. Não tem água, mas alimenta as grandes nascentes do Almonda, do Alviela, de Rio Maior e Alcobaça (Chiqueda), para citar apenas as principais; o caudal do Alviela, por exemplo, não é inferior a 28.000 metros cúbicos por 24 horas em estiagem e é, pelo menos, decuplicado durante às cheias. A sua superfície é extremamente dessecada, os calcáreos, insu-

(1) Adelino de Abreu: Serra da Estrêla, p. 12, 131, 133 e 173.

(2) E. Fleury: Formes de désagrégation, etc., p. 68, fig. VII et pl. IV-V, fig. II-14; 17-27.

ficientemente protegidos pela terra vegetal, rara e irregularmente distribuída, são transformados em lapias de fendas abertas ou cheias, e o solo está crivado de dolinas ou de entradas de grutas (1); a circulação superficial, outrora muito importante (o desenvolvimento das zêdes hoje secas e a acumulação das linhites de Rio Maior provam-no bem) desapareceu completamente e tornou-se subterrânea. O povo crê que há na profundidade imensos lagos e grandes rios que alimentam as nascentes da bordadura do maciço. E' coisa muito pouco provável, porque os calcáreos estão tão cavados pelas cavernas e abismos que não podem formar grandes abóbadas. Êste maciço é uma verdadeira esponja, cada vez mais corroída à medida que se desce para a profundidade; Covão de Feto e Vale da Serra são abatimentos, e outros análogos mas menos importantes se produzem freqüentemente. A Companhia das Aguas de Lisboa mandou fechar algumas grutas situadas perto de habitações, mas de tempos a tempos abrem-se outras. As águas da chuva infiltram-se no solo quási sem circulação superficial, tão forte é a

(1) E. Fleury: Les lapiés des calcaires au Nord du Tage. *Comunicações do serviço geol. de Portugal*, t. XIII, 1917, p. 166, pl. III, fig. 11-12; IV, fig. 15-16; VII, fig. 23-25.

fendilhação; acumulam-se na profundidade e formam *niveis aquiferos* cujo escoamento se faz pelas nascentes da bordadura do maciço, nascentes que são, portanto, *ressurgências*. No inverno, quando a imbibição é bastante, os níveis elevam-se e podem aflorar; todo o sistema hidrológico funciona então sob pressões fortes. E' assim que o vale de Mira-Minde, que é um *polje* fechado sem escoamento superficial, se torna num lago temporário cujas águas sobem por dolinas e se retiram pela mesma via. O vale de Mendiga tem dolinas-ressurgências mais regulares que são quasi *dolinas-lagos*.

O Almonda nasce no bôrdo meridional do maciço, sôbre uma deslocação, ao contacto dos calcáreos jurássicos e do *remplissage* terciário do gôlfo do Tejo. Trata-se, evidentemente, de uma ressurgência que funciona como *trop-plein* dos níveis aquiferos da Serra d'Aire e do Vale de Mira-Minde.

O *polje* de Mira Minde é de fundo chato e mede 4 km. de comprido por 2 de largo. Apresenta um grande número de dolinas alinhadas sôbre grandes fracturas ou irregularmente repartidas; duas são penetráveis. A primeira está situada perto de Minde, no bôrdo do *polje*; é uma longa galeria irregular, sinuosa e descendente, que se dirige para Sudeste, se encurva

depois e bruscamente para Leste, a seguir a um grande alargamento revelador de fracturas importantes; no verão, as águas baixam progressivamente e descem às vezes a uns cincoenta metros abaixo do *polje*; o comprimento é de cêrca de 250 m. A segunda está no bôrdo oriental do *polje* e alimenta, no inverno, um pequeno moinho; começa por um poço vertical de menos de 10 m., cuja profundidade depende da acumulação dos materiais transportados pelas águas; segue-se uma longa galeria horisontal e quási rectilínea, com paredes muito desgastadas pelas águas, que se dirige para Leste e se incurva depois bruscamente indo para o Norte; é um pouco menos longa do que a primeira. Estas duas dolinas trabalham como ressurgências e como perdas; conforme a altura das águas, elas estão em íntimas relações mas, no fim do verão, funcionam separadamente e as suas águas não ficam sempre no mesmo nível; na extremidade inferior, são cheias por areias grosseiras ou calhaus rolados, miúdos.

As condições são mais complicadas para o Alviela, que nasce também no bôrdo meridional do maciço, nos Olhos de Água, mas na parte inferior de um *cañon* que corta um ilheu de calcáreo isolado pelo canal cretácico-terciário de Monsanto-Alcanede. Conhecem-se duas grandes *emergências* das águas. A primeira é ca-

ptada para a alimentação de Lisboa; está sitaada à saída do *cañon*, ao contacto dos calcáreos jurássicos com o enchimento terciário e quaternário do vale, e é subjacente a uma grutasinha que as águas invadem em época de cheia. A segunda está a uns vinte metros a montante, no *cañon*; é um poço inclinado e impenetrável que foi preciso proteger, com um muro forte, da penetração das águas do rio de Amiais, canalizadas pelo *cañon*. Mostrei (1) que estas emergências eram ainda *ressurgências* servindo de reguladores dos níveis aquíferos do planalto de Santo António, limitado pelos Vales de Mendiga e de Mira-Minde, com os quais elles comunicam por meio de *sifões invertidos* ou *hipoquetas* (*hypochètes*), que passam por baixo do canal de Monsanto-Alcanede. É, pois, muito provável que haja, por baixo d'este canal, cursos de água subterrâneos e, por consequência, cavernas afogadas que se relacionam, por um lado, com as *ressurgências* indicadas e, por outro lado, com todo o sistema espeleológico do maciço, relações que permitem a concentração das águas dos níveis aquíferos.

(1) E. Fleury : Sur la morphologie du Massif de Porto de Mós. *Comunicações*, t. XI, 1916, p. 117.— Sur l'Hydrologie souterraine de l'Alviela. Idem, p. 121.

Este pequeno *cañon* do rio de Amiais merece ser examinado. Está perfeitamente traçado mas, sendo as extremidades regulares, a parte média não foi, todavia, cavada tão profundamente e o rio atravessa-a por um túnel que lembra muito as galerias das dolinas do polge de Mira-Minde. A entrada do *cañon* nada apresenta de muito peculiar; o rio corre normalmente, depois, de repente, penetra no túnel por uma pequena queda de 2,5 m., reaparece uns cincoenta metros adiante, no fundo de um circo e desemboca enfim, após um outro trajecto de uns quarenta metros, junto da emergência do Alviela. O perfil transversal do *cañon* só é bem caracterizado na sua extremidade; mostra-se então em U., com marmitas torrenciais nas paredes e no fundo; a montante, o corte é mais largo. Nas duas extremidades do túnel, pode ver-se que o leito actual do rio desceu e que há um outro a menos de 3 m. mais acima. Por outro lado, um pequeno circo, aberto na parte média, resulta de um cruzamento de galerias ainda mais elevadas, uma das quais pode ser seguida num trajecto de uns quinze metros; termina ainda por cima do túnel, mas a acção das águas é menos caracterizada; no entanto, aparece uma grande quebra que, certamente, dirigiu o escavamento pelas águas e que penetra ao Sul do

cañon numa pequena zona abatida que é uma antiga dolina-ressurgência. Todos estes factos provam que a ressurgência do Alviela utilizou primitivamente a antiga dolina situada ao Sul do *cañon*, mas que se abaixou em virtude dos deslocamentos sucessivos e que o túnel do rio de Amiais, simultâneamente uma *perda* e uma ressurgência, ao seccionar as antigas saídas do Alviela, transformou cavernas-ressurgências em grutas sêcas. Além de isso, a influência das grandes quebras é assim bem posta em evidência.

No próprio maciço, os fenómenos são pelo menos tão interessantes se-bem-que de um género diverso. Muitas dolinas são penetráveis; muito freqüentemente, as fendas das lácias abrem-se nas grutas; em virtude da infiltração rápida das águas e do abaixamento dos níveis aquíferos, dominam os abismos, e as cavernas estão bem diferenciadas; emfim, o escavamento subterrâneo é tão activo que o solo alui freqüentemente, quer apenas na profundidade, quer também à superfície.

Tive a grande ventura de poder explorar mais de 120 grutas neste maciço e de alcançar profundidades de 90 a 95 m. As explorações deste género exigem material pesado e volumoso, bem como muito pessoal; logo em seguida ao sistema de iluminação, está a escolha das cordas, que merece atenção especial,

pois devem ser fortes e convenientemente entrançadas para que não rebentem e não permitam os movimentos giratórios, desagradáveis, das grandes descidas feitas a uma certa distância das paredes. Com um bom instrumental e um pessoal atento, os accidentes podem ser facilmente evitados; no entanto, são sempre para temer as quedas de pedras. O trabalho, que sempre fatiga, é realmente muito interessante. Limitar-me hei a indicar os tipos mais curiosos das grutas que observei; salvo indicação em contrário, todas estão nos calcáreos do Jurássico médio (Dogger) em camadas horisontais ou pouco inclinadas.

Os *algares* (*abîmes* ou *gouffres* verticais dos franceses, *aven* de Causses, *fosse* do Charente, *Trichter* dos alemães, *Schwalow Hole* dos ingleses, *foibe* ou *ponor* dos Balcans, etc.) são bem caracterizados:

a) — Os *poços de secção circular* mais ou menos regular são raros e quasi todos mal conservados. O mais curioso é o de Cabeço das Pombas (1); está aberto num magnífico campo de lápias com degraus largos e é obstruído na profundidade de 29 m., mas relativamente regular até os 16 m. Logo ao lado, a menos de 12 m.,

(1) E. Fleury: Les lapiés des calcaires, pl. VII, fig. 25.

há uma grande *fossa* de aluimento (1) um pouco menos profunda e de paredes verticais ou até *surplombantes* de 20 m. de comprimento. Tudo leva a crêr que este poço comunicava outrora com uma caverna e que foi o abatimento da abóbada desta caverna que formou a fossa. Alguns outros algares teem porções com secção circular, indicativos de velhos poços (fig. 1).

A formação deste tipo explica-se facilmente por uma forte circulação das águas ascendentes (ressurgências) ou descendentes (perdas), porque certas porções das galerias das dolinas do polje de Mira-Minde ou do túnel dos Olhos de Água, que foram trabalhadas por águas sob pressão, são comparáveis morfológicamente; em certos casos, também, pode ser devida a aluimentos muito localizados, provocados por um trabalho de sapa na profundidade, quer pelas águas correntes ou pela vaga, como indiquei anteriormente, quer pela falta de resis-

(1) Convem mencionar aqui alguns estudos importantes de J. F. N. Delgado: Noticia acerca das grutas da Cesareda. *Commissão geologica de Portugal*, 1867 (Caracteres geraes das cavernas e seu modo de formação, p. 5) — La grotte de Furninha à Peniche. *Congrès internat. d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques*, 1884, p. 207. Lisbonne.

tência das abóbadas das cavernas. Êstes poços podem ter pertencido a dolinas-perdas ou a dolinas-ressurgências; actualmente são raros, porque a erosão superficial decapitou-os, fazendo desaparecer a

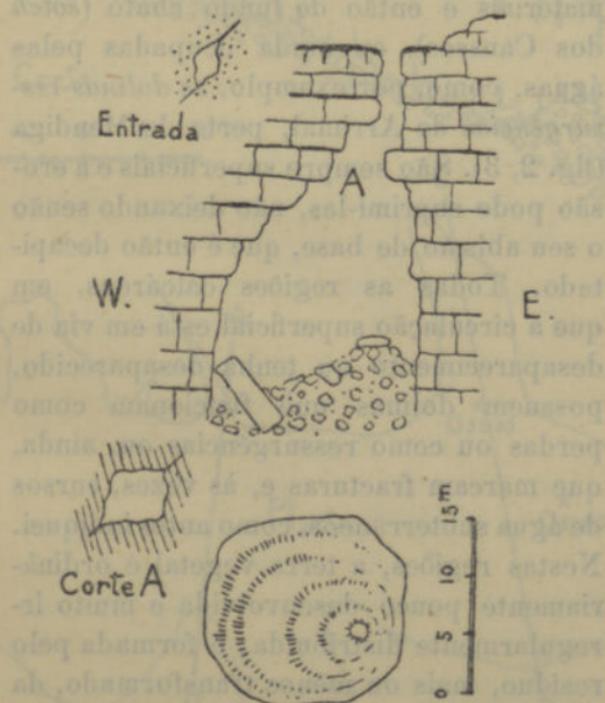


Fig. 1. — Algar da Aderneira, Oeste de Covão do Feto.
Poço em forma de funil.

sua entrada primitiva, e porque foram modificados na profundidade pela abertura de cavernas ou por desmoronamentos (fig. 1).

b. — Algarcs em forma de funil. São mais freqüentes e apresentam dois tipos

diversos. A maioria das *dolinas* (*entonnoirs*, *Trichter*, etc.) pertencem ao primeiro tipo. São bacias mais ou menos extensas, circulares ou elípticas, isoladas, agrupadas ou alinhadas, abertas sobre um algar e cónicas, ou cheias por diversos materiais e então de fundo chato (*sotch* dos Causses), ou ainda ocupadas pelas águas, como, por exemplo, as *dolinas-resurgências* de Arrimal, perto de Mendiga (fig. 2, 3). São sempre superficiais e a erosão pode suprimí-las, não deixando senão o seu abismo de base, que é então decapitado. Todas as regiões calcáreas, em que a circulação superficial está em via de desaparecimento ou tenha desaparecido, possuem dolinas que funcionam como perdas ou como ressurgências ou, ainda, que marcam fracturas e, às vezes, cursos de água subterrâneos, como antes indiquei. Nestas regiões, a terra vegetal é ordinariamente pouco desenvolvida e muito irregularmente distribuída; é formada pelo resíduo, mais ou menos transformado, da dissolução dos calcáreos pelas águas, a *terra rossa*, que é um produto argilo-silicioso avermelhado, muito ferruginoso, mas não calcáreo; por este motivo, as dolinas cheias, que teem boas acumulações de *terra rossa*, e os *polje* (depressões fechadas, periódicamente transformadas em charco ou em lago) apresentam a mesma particularidade, teem freqüentemente uma

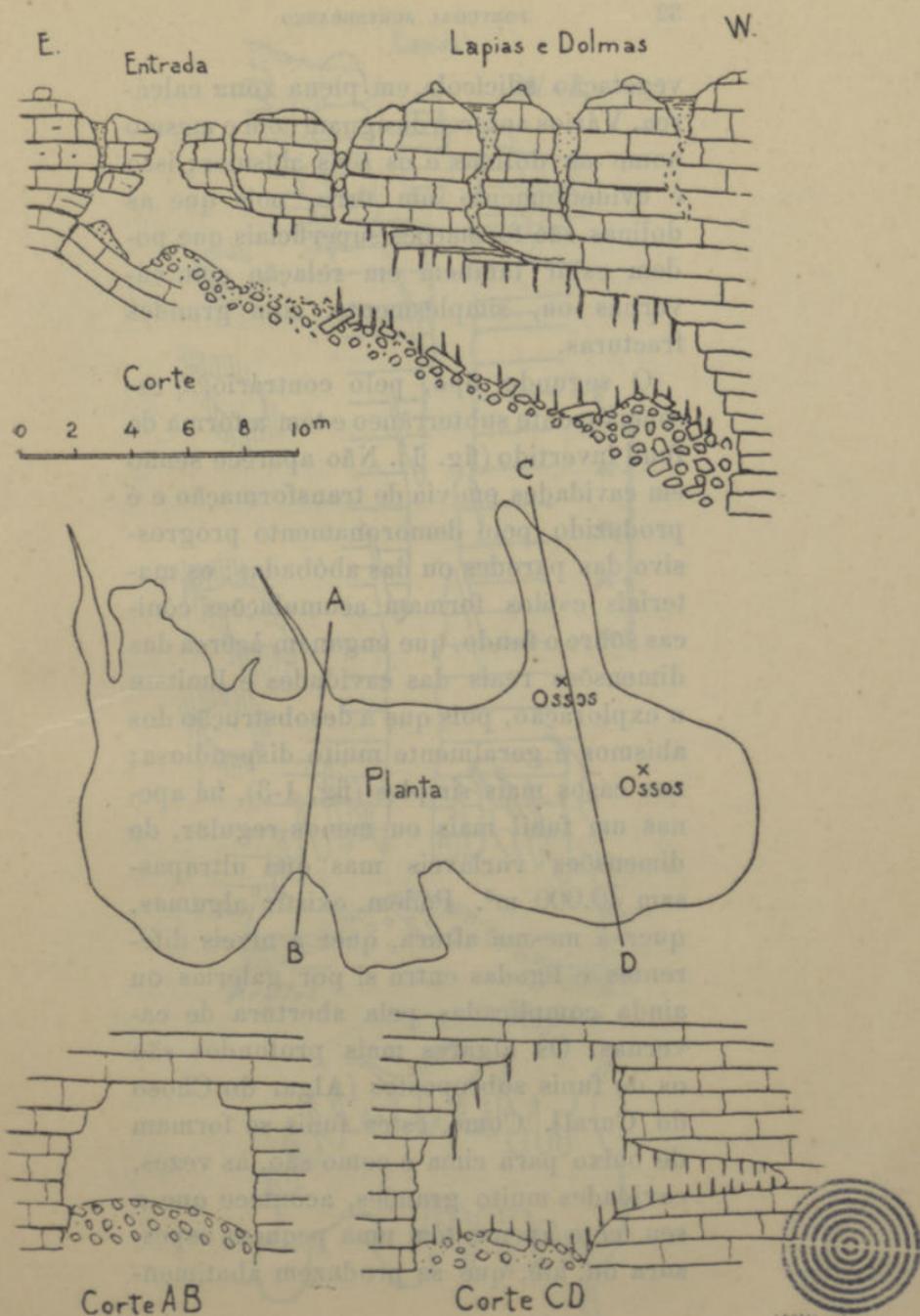


Fig. 2.— Algar do Cabeço gordo. Norte dos Penedos Belos. Corte de abatimento com pequena galeria lateral e estalactites cobertas com cristalizações de calcites

vegetação silicícola em plena zona calcárea. Vários autores designam com o mesmo nome as dolinas e os seus abismos; isso é evidentemente um erro, pois que as dolinas são formações superficiais que podem estar também em relação com cavernas ou, simplesmente, com grandes fracturas.

O segundo tipo, pelo contrário, é essencialmente subterrâneo e tem a forma de funil invertido (fig. 1). Não aparece senão em cavidades em via de transformação e é produzido pelo demoronamento progressivo das paredes ou das abóbadas; os materiais caídos formam acumulações cónicas sobre o fundo, que enganam à cerca das dimensões reais das cavidades e limitam a exploração, pois que a desobstrução dos abismos é geralmente muito dispendiosa; nos casos mais simples (fig. 1-3), há apenas um funil mais ou menos regular, de dimensões variáveis mas que ultrapassam 40.000 m³. Podem existir algumas, quer à mesma altura, quer a níveis diferentes e ligadas entre si por galerias ou ainda complicadas pela abertura de cavernas. Os algares mais profundos são os de funis sobrepostos (Algar do Choso do Cural). Como estes funis se formam de baixo para cima e como são, às vezes, cavidades muito grandes, acontece que o seu tecto apenas tem uma pequena espessura ou, até, que se produzem abatimen-

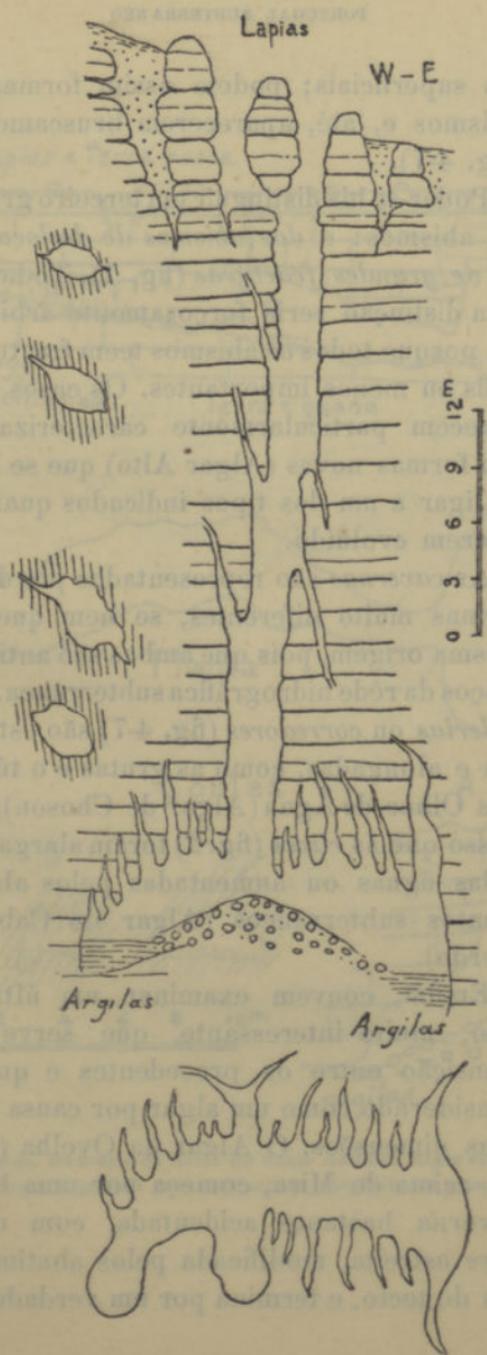


Fig. 3.—Algar Alto, Sul de Paíño. Tipo de poço de fracturas paralelas

tos superficiais; podem assim formar-se abismos e, até, aparecerem bruscamente (fig. 4-7).

Poder-se hia distinguir um terceiro grupo de abismos: o *dos abismos de deslocação ou de grandes fracturas* (fig. 1). Todavia, esta distinção seria forçosamente arbitrária porque todos os abismos teem fracturas mais ou menos importantes. Os casos que parecem particularmente caracterizados são formas novas (Algar Alto) que se hão de ligar a um dos tipos indicados quando tiverem evoluído.

As *cavernas* são representadas por duas formas muito diferentes, se bem que da mesma origem, pois que ambas são antigos troços da réde hidrográfica subterrânea. As *galerias* ou *corredores* (fig. 4-7) são estreitas e alongadas, como as grutas e o túnel dos Olhos de Água (Algar de Chosou), ao passo que as *caves* (fig. 2) foram alargadas pelas águas ou aumentadas pelos abatimentos subterrâneos (Algar do Cabeço Gordo).

Emfim, convem examinar um último tipo, muito interessante, que serve de transição entre os precedentes e que é considerado como um Algar por causa das suas dimensões. O Algar da Ovelha (fig. 6), acima de Mira, começa por uma bela caverna bastante acidentada, com uma *cave* estreita, modificada pelos abatimentos do tecto, e termina por um verdadeiro

poço vertical, obstruído no fundo. Pode facilmente reconhecer-se-lhe várias grandes fracturas, sobretudo a que dirigiu a formação da caverna e do poço. O Algar Ladoeiro (fig. 7) abre-se por um verdadeiro abismo de abatimento num campo

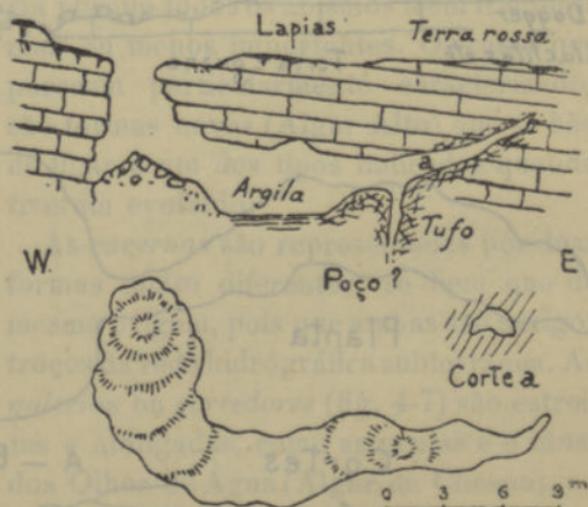


Fig. 5. — Algar Ladoiro. Noroeste dos Telhados Grandes. Algar-cave com depósitos de argila e de tufo; um pequeno poço impenetrável.

de lapias de grandes lages; uma caverna muito grande, com uma sala muito alta e uma pequena bifurcação, termina ainda num poço fechado por revestimentos estalagmiformes, constituindo uma bacia cheia de água. A influência das grandes fracturas é ainda assim muito aparente.

Origem e significação das grutas. — Alguns autores julgaram outrora que os fe-

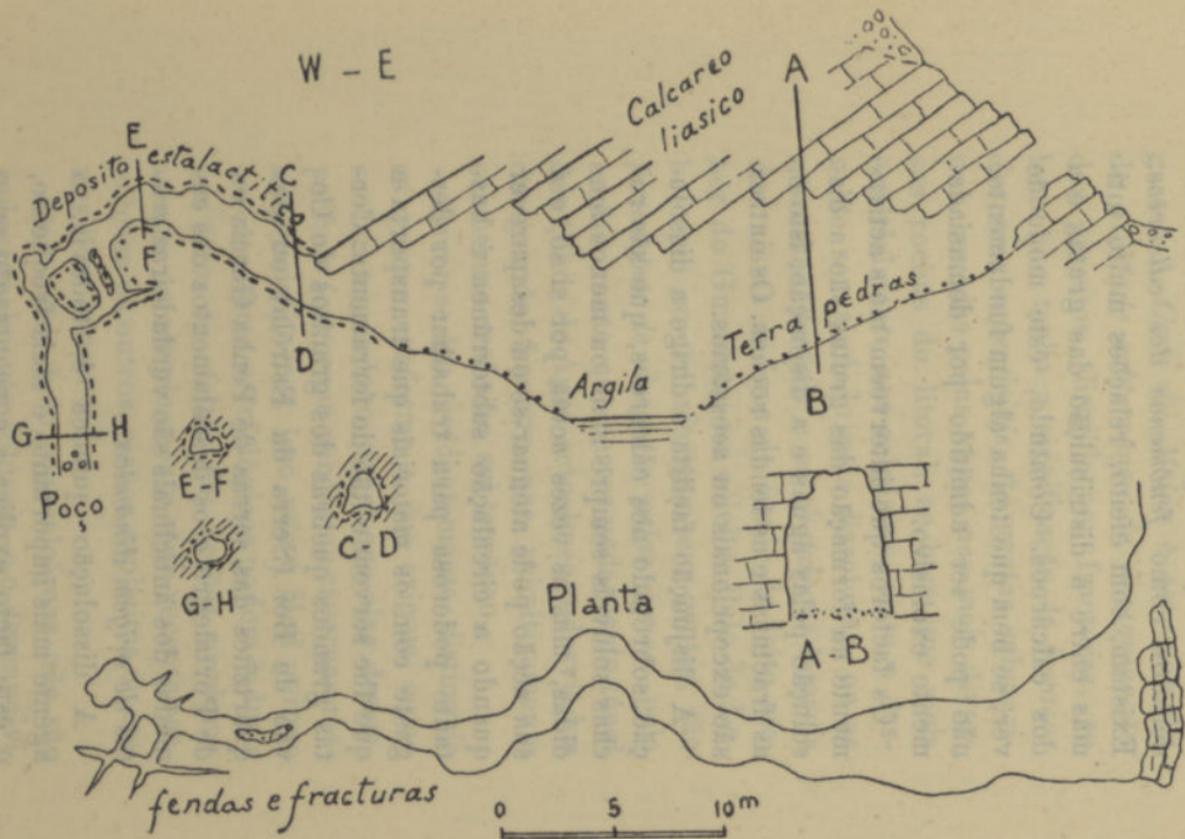


Fig. 6. — Lapa da Ovelha. Na parte superior da vertente da Serra da Minde. Galeria e poço vertical na extremidade duma zona de fracturas bem visíveis

nómenos espeleológicos deviam ser considerados como *fenómenos dos calcáreos*. Existem, com efeito, relações muito íntimas entre a distribuição das grutas e a dos calcáreos. Comtudo, êste modo de ver, se bem que tenha algum fundamento, não pode ser admitido por demasiadamente exclusivo.

Os factores que interveem mais activamente na formação das grutas são a dissolução pelas águas e a disjunção, isto é, as fracturas e as fendas rochas. Os outros são excepcionais ou acessórios.

A disjunção facilita e dirige a dissolução, sobretudo nos calcáreos, que são rochas solúveis sempre mais ou menos fendidas, mas às vezes actua por si só, e a sua acção pode atenuar-se ou desaparecer quando a circulação subterrânea é bastante poderosa para trabalhar por desgaste com os materiais que transporta e que lhe servem então de ferramenta. Certas grandes quebras dos granitos do Covão de Boi (Serra da Estrêla) ou das quartzites das serras de Penha Garcia ou de Portalegre e os descolamentos das camadas dos anticlinaes são verdadeiras *grutas de origem dinâmica*.

A dissolução química é, todavia, o agente mais importante e mais freqüente, e êste facto explica a concentração ou o grande desenvolvimento das grutas nas rochas solúveis, mas ela própria utiliza

muitas vezes a desagregação ou o desgaste. A *Cova da Moira* é um exemplo de *cavidade subterrânea de desagregação* dos granitos, dirigida por fracturas, se bem que tenha a significação de *buracos dos caos superficiais*. As grutas submarinas, cavadas pelas vagas nas mais diversas rochas do litoral, se bem que mais especialmente nos calcáreos, visto o desgaste ser ajudado pela dissolução, ou as marmitas fluviais e os *chaudrons* laterais dos xistos antigos do fundo do leito menor do Guadiana, no célebre Pulo do Lobo, que se transformam em grutas, são *formações de desgaste pelas águas*, pela mesma razão que certos pedaços do túnel dos Olhos de Água actualmente desviados da grande fractura que primitivamente orientou o trabalho subterrâneo.

Dever-se hia, evidentemente, distinguir as grutas conforme a sua origem, como se faz segundo o papel que elas desempenham (cavernas-perdas ou cavernas-resurgências), mas isso não é fácil porque os caracteres morfológicos podem induzir em erro: os efeitos das acções predominantes ou simplesmente mais recentes encobrem os outros, menos explícitos ou menos bem conservados.

Por outro lado, os calcáreos não são todos igualmente solúveis, e o desenvolvimento das formações espeleológicas depende também do relêvo: se a carta dos

calcáreos de Portugal pode dar uma base excelente para a das grutas, nem por isso todas as regiões calcáreas são zonas espeleológicas. Os modelados gastos e velhos, geralmente desnudados, são sempre mais dessecados que os modelados recentes e juvenis protegidos pela vegetação; o envelhecimento das regiões calcáreas, quer seja normal quer precoce, leva ao dessecação.

Os calcáreos começam por ser desnudados e transformam-se em lácias; acentua-se progressivamente a infiltração das águas ou até rapidamente, se houver perdas de cursos de água e a circulação superficial, abandonando as suas redes hidrográficas, passa para a profundidade. A partir de então acumulam-se as ruínas, porque a terra vegetal desaparece e abate cada vez mais o solo corroído. Forma-se um *karst* ou *cause*, conforme as condições topográficas e estruturais da região. Cascais está no bôrdo de um *karst* cretácico pouco profundo; a dessecação das redes hidrográficas da parte ocidental estende-se para Leste; os níveis aquíferos assentam em camadas marnosas e são retidos pelas águas salgadas, mas são facilmente alcançados pelos poços e alimentam ressurgências em alguns vales (Fonte de Atrozela, Fonte Partapão) ou ao longo do litoral (Fontes da Praia da Conceição, do Estoril); há também gru-

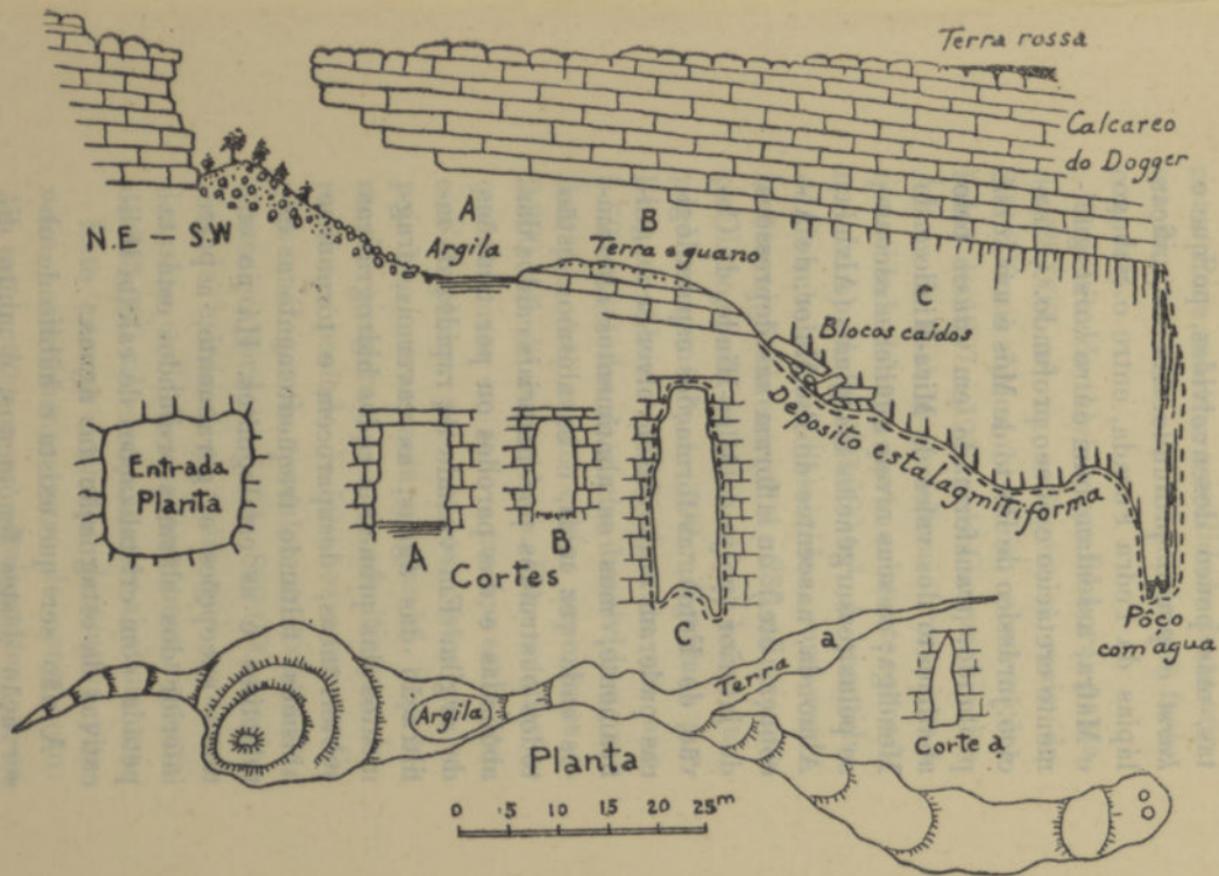


Fig. 7.— Algar Ladoeiro. Noroeste dos Telhados Grandes. Poço com galerias em parte transformadas em caves; um segundo poço na parte inferior, fechado por depósitos estalagmitiformes

tas, mas pouco desenvolvidas, porque o *karst* é pouco profundo. As magnificas lúpias da Pedra Furada, entre o Sabugo e Mafra, assentam num outro *karst* igualmente cretácico e pouco profundo. O maciço jurássico de Pôrto de Mós é um *karst* profundo, transformado em *causee* pelo abatimento dos vales de Mira-Minde e de Mendiga; os seus níveis aquíferos escoam-se pelas ressurgências marginaes (Alviela, Almonda, nascentes de Rio Maior, de Alcobaça, etc.) ou afloram nas depressões do interior (polje de Mira-Minde, de Covaõ de Feto); as formações espeleológicas puderam então desenvolver-se magnificamente, mas os abatimentos alteram-os cada vez mais, e os abismos estão todos obstruídos por materiais caídos das abóbadas e das paredes ou por tampões de argila. Em virtude da rapidez da infiltração das águas; as cavernas, fragmentos das primeiras redes hidrográficas subterrâneas, desaparecem e tornam-se abismos, faltando freqüentemente as estalactites e as estalagmites. Há no entanto excepções e, geralmente, a parte inferior dos abismos profundos está atapetada com cristalizações de calcite indicativas da estagnação das águas.

A não ser que exista o hábito de observação destes fenómenos, é muito difficil fazer uma idea da importância e da rapidez do trabalho das águas subterrâ-

neas. Para mostrar a realidade desta afirmação, o melhor é examinar um facto concreto.

O débito do Alviela em 24 horas passa de 28.000 m³ na estiagem a mais de 200.000 em época de cheia; observações feitas de 1907 a 1913 pela Companhia das Águas de Lisboa permitem afirmar que a quantidade de água que anualmente corre é, no mínimo, de 30.000.000 m³. A quantidade de substâncias dissolvidas, como varia na ressurgência entre 204 e 233 miligramas por litro, pode calcular-se por baixo que, para uma média de 190 miligramas por litro, o Alviela extrai durante um ano 5.790 toneladas de rocha dissolvida e produz por este modo vazios superiores a 2.300 m³ de capacidade. Para avaliar o que se passa em todo o maciço seria preciso triplicar, pelo menos, estes dados pois que outras ressurgências há. Sem temor de exagerar, pode-se admitir que, durante um período de 50 anos e em condições análogas às actualmente existentes, o maciço perde mais de 860.000 toneladas de calcáreo, ao passo que o volume das suas cavidades subterrâneas aumenta de 345.000 m³ se não houver abatimentos.

Este enorme trabalho destrutivo provoca naturalmente outro de construção. As estalactites e as estalagmites ou os revestimentos de igual natureza das grutas e os tufos das ressurgências represen-

tam uma parte dos materiais extraídos pela dissolução, mas restituídos pela precipitação. A sua composição depende pois da das rochas atacadas pelas águas; a bela *cave* da Perguiça (Moura, Alentejo) está aberta nos calcáreos ante-câmbrios, que contem minerais de zinco, e apresenta magníficas efflorescências de calcite e de aragonite que atingem 60 cm. de altura, assim como revestimentos minerais formados de cristais minúsculos (*Descloizite*, *Smithsonire*, *Cérussite*) ou de concreções (Limonite, etc.) (1); os alabastros, tão conhecidos, das grutas de Santo Adrião são também depósitos de precipitação pelas águas que circularam nos calcáreos e os mármores silúricos de Vimioso (Trás-os-Montes), mas de formação recente, visto conterem às vezes ossadas humanas (2); os tufos de Pernes forneceram uma flora quaternária, e os de Condeixa ossadas de Hipopótamo (3). A argila dos abismos é,

(1) A. Bensaude: Note sur la Descloizite de la Mine de Perguiça. *Bull. de la Soc. portugaise des Sc. nat.*, t. VIII, fasc. 2, p. 152.

(2) J. F. N. Delgado: Reconhecimento scientifico dos jazigos de marmore e de alabastro de Santo Adrião e das grutas comprehendidas nos mesmos jazigos. *Comunicações*, t. II, 1889, p. 45.

(3) P. Choffat: Notes sur les tufs de Condeixa et la découverte de l'Hippopotame en Portugal. *Comunicações*, t. III, fasc. 1, p. 1.

pelo contrário, um resíduo da dissolução subterrânea comparável à *terra rossa* superficial, mas de composição diferente. Emfim, as próprias ressurgências são também repercussões d'este trabalho de distribuição; são alimentadas pelos níveis aquíferos concentrados nas grutas e distinguem-se nitidamente das nascentes das toalhas aquíferas pelas variações do débito e a filtração quasi sempre insufficiente das águas.

As ossadas animais, os objectos abandonados pelo homem, os desenhos e as pinturas ou, até, esqueletos humanos das grutas não oferecem senão um interesse restrito sob o ponto de vista espeleológico; nada dizem da origem nem da idade das grutas mas apenas das condições do seu enchimento.

Os fenómenos espeleológicos representam, portanto, uma táctica especial do nivelamento ou peneplanização. A circulação subterrânea procura fim idêntico ao da circulação superficial mas, como as águas trabalham principalmente por dissolução química, a sua acção só é bem caracterizada nas rochas solúveis e, por esta razão, é que os fenómenos espeleológicos são tão desenvolvidos nas regiões calcáreas.

APÊNDICE

TERMINOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO

Os agentes do trabalho são as águas que atacam directamente as rochas ou são dirigidas pela *disjunção* (fendas, fracturas, etc.), utilizando diversas tácticas mecânicas ou químicas:

- | | | |
|--------------------|---|--|
| A DESAGREGAÇÃO: | { | simples das rochas detriticas móveis (areias, etc.); |
| | { | com o gêlo nas rochas fendidas; |
| | { | com uma certa alteração química. |
| A DISSOLUÇÃO:..... | { | muito irregular (<i>corrosão</i>); |
| | { | mais regular e mais completa (<i>dissolução s. str.</i>); |
| | { | com produção de resíduos (argila, areia, <i>terra rossa</i>). |
| O DESGASTO:..... | { | pela fricção rectilínea (<i>usure rectiligne</i>); |
| | { | pelos remoinhos (<i>usure tourbillonnaire</i>); |
| | { | pelo choque (<i>usure par coups de gouge</i>). |

Os MOVIMENTOS :.

- { por desmonoramento das paredes (*éboulements*);
- { por descolamento das camadas;
- { por abatimento, fracturas, falhas, etc.

FORMAS TOPOGRÁFICAS

As zonas de grutas são caracterizadas pelo seu aspecto ruiforme, pelo desenvolvimento dos lápias, das dolinas ou da *terra rossa*; a circulação superficial  muito irregular ou falta, mas h quási sempre uma circulação subterrânea importante. Os elementos tpicos das paisagens so os caos, os lápias, as dolinas, os vales de erosão, que constituem karsts ou causses.

Os CAOS :.

- { acumulações de blocos de desagregação ou de lápias que não devem ser confundidas com os depósitos da base das vertentes (*boulis*) dos granitos (Serra da Estrêla), dos granitos e das sienites (Serra de Sintra), das sienites (Monchique), das diorites (arredores de Beja), dos basaltos (vertente sul da Serra de Monsanto), dos calcáreos (lápias diversos), etc. (Est. VIII, k).

Os LÁPIAS :

- { formas irregulares, cortadas pela *corrosão* das águas das chuvas nas rochas solúveis, sobretudo nos calcáreos, isoladas ou agrupadas (*campos de lápias, champs lapiaires*); nos calcáreos oligocnicos de Alforneles (Bemfica); cretácicos de Cascais, Pedra

Os LÁPIAS: { Furada, etc., jurássicos do Sicó, do Maciço de Porto de Mós, etc.; excepcionalmente nas sienites de Monchique, etc. (Est. IV, V, VIII).

As DOLINAS: . . . { cavidades em forma de funil, de dimensões muito variáveis, abertas ou tapadas por blocos e sempre em relação com as grutas; podem absorver as águas superficiais (Pimenteira na Sêrra de Monsanto, nos *talvegues* dos vales sêcos) ou servir para a saída das águas subterrâneas (Olhos de água de Minde) ou ainda conservar as águas (Areias, Cascais); há assim tipos diferentes (*dolinas-perdas, dolinas ressurgências, dolinas-lagoas*) penetráveis e abertos (*Bétoires, mardelles, cloups, boit tout, puisards, entonnoirs, pots, Sünglocher, ponor katavothres, chantoirs, pot-holes, etc.*) ou impenetráveis e tapados (*goules, emposieux, embuts, Schwinde, clots, folbe, swallow-holes, etc.*) (1) (Est. VI).

O POLJE: { depressão ou porção de vale fechado com dolinas, periòdicamente transformada em lagoa; Mira-Minde, Covão do Feto e Arrimal

(1) E. A. Martel: *La Spéléologie ou Science des Cavernes*. 1900, p. 32.

- O POLJE: { no Maciço de Porto de Mós; as dolinas servem para a absorpção e a emergência das águas.
- Os VALES DA EROSÃO: { pequenos e irregulares: ravinas, barrancos;
profundos e estreitos: secção transversal em U;
largamente abertos: secção transversal em V (Est. I);
sem circulação superficial { vales sêcos (com dolinas);
vales fechados (com dolinas).
- O KARST: { planalto calcáreo com lácias, dolinas, grutas e *terra rossa* sem circulação superficial, mas conservando mais ou menos os seus antigos *talvegues* (vales sêcos) e podendo ser:
pouco profundo: zona ocidental de Caseais;
profundo: Maciço de Porto de Mós (Est. V h).
- O CAUSSE: { planalto como o *karst*, mas cortado por vales profundos com circulação superficial mais ou menos regular, apresentando lácias, dolinas ou mesmo *polge* (vales de Mira-Minde e de Mendiga no Maciço de Porto de Mós).
- A TERRA-ROSA:.. { resíduo argilo-silico-ferruginoso da dissolução dos calcáreos, de côr vermelha. que caracteriza as zonas de lácias, de *karst* ou de *cause* como também tôdas

A TERRA ROSSA:.. { as de *descalcificação*; esta *terra rossa* explica a presença da vegetação silicícola nos calcáreos (os castanheiros de Minde no Maciço de Porto de Mós, etc. (1).

CAVIDADES ABERTAS PELAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

OS SEUS CA-
NAIS DE ES-
COAMENTO: { os diversos *vales de erosão* já indi-
cados;
as vertentes dos *cañons* têm abri-
gos rochosos;
encaixamento do
rio no seu leito
menor: { Perto do Rôda-
no nos calcá-
reos de Bel-
legarde (Ain,
França);
o Guadiana no
Pulo do Lô-
bo, nos xis-
tos, perto de
Serpa;
desaparecimen-
to do rio: { a ribeira de
Amiais, nos
Olhos de Á-
gua, perto do
Alviela (2).

PELA INFIL-
TRAÇÃO: { algumas dolinas de absorção (*do-*
lines-pertes).

(1) J. Vieira Natividade: *A região de Alcobaça. Algumas notas para o estudo da sua agricultura, população e vida rural.* Nesta esplêndida obra o autor indica factos análogos.

(2) E. A. Martel: *L'évolution souterraine*, p. 94, fig. 28. 1908.

		marmitas torren- ciais, fluviais, glaciares; calderoni (<i>cuves</i>); (Est. II c; III);
PELOS RE- MOINHOS:	nos talvegues;	nichos, caldeirões laterais;
	nas margens;	nas costas;
PELA ERO- SÃO:	<i>escudelas, tafoni</i> (1) (Est. V i); <i>pseudo-marmitas dos lápias</i> (Est. IV f).	

CAVIDADES ABERTAS PELAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Denominações gerais: *grutas, cavernas, covas, antros, furnas, lapas, algares (algarves)*, etc.

ABRIGOS ROCHO- SOS:	}	cavidades geralmente pouco pro- fundas, raramente escuras; nas paredes de desmonoramento de diversas rochas (na costa a Oeste de Cascais, etc.); entre os blocos dos caos (Cova da Moira, p. 15, etc.); antigos caldeirões laterais dos rios (vale de Ota, Est. I, etc.); furnas, <i>trous souf- fleurs</i> do Cabo S. Vicente, etc.); pequenas grutas de fracturas, etc.
-----------------------------------	---	--

(3) E. Souto: *Escudela das Fragas na Serra da Estrêla*. 1923, Aveiro. P. Choffat: *Notes sur l'érosion en Portugal* (Tafoni). Comunicações, t. III, 1895, p. 17.

- ABRIGOS }
 ROCHO- } *abris sous roche*, frequentes e muito
 SOS.... } diferentes.
- DOLINAS:... } dolinas-ressurgências (Arrimal no
 } vale de Mendiga; diversos olhos
 } de Água, etc.);
 } dolinas de entrada dos algares?
 } (Fig. 2 e 4);
 } dolinas produzidas por abatimento
 } ou por um trabalho realizado
 } pelas águas de baixo para cima
 } (Fig. 2 e 4); dolinas-ressurgên-
 } cias transformadas em dolinas-
 } -perdas no *polje* de Mira-Minde,
 } etc.
- LAPAS:.... } cavidades horisontais ou pouco in-
 } clinadas, mais ou menos comprida-
 } das, em forma de galeria estreita
 } com ou sem salas mais largas
 } (*caves*); variedades; *lapas-caver-*
 } *nas* ou *lapas-galerias*; *lapas-ca-*
 } *ves* ou simplesmente *caves* (Fig.
 } 6);
 } *grottes*, *cavernes*, *caves*, *galleries*,
 } etc.
- ALGARES:... } cavidades mais ou menos verticais
 } e geralmente profundas, em for-
 } ma de poço ou funil invertido,
 } simples ou complexas (Fig. 1 e
 } 3; Est. V h); *poços*, *abismos*;
 } *puits*, *abimes*, *gouffres*, *igues*, *avens*,
 } *tindouls*, *creux*, *scialets*, *Brünen*,
 } *Schlotten*, *sink-holes*, etc.
- LAPAS-AL- } formas combinadas das lapas e
 GARES:... } dos algares, com galerias e po-
 } ços; muito frequentes no Maço
 } de Porto de Mós (Fig. 2, 4 e 5).

- FURNAS: ... { grutas de origem vulcânica nos Açores (*lapas-galerias*) (1); grutas marinhas eu sub-marinhas (*trous souffleurs*).
- VARIEDADES { grutas penetráveis ou impenetráveis;
grutas iluminadas ou escuras;
grutas de abatimento, de descolamento, de fracturas, etc.;
grutas dos rios subterrâneos, inundadas, húmidas, sêcas;
grutas marinhas, submarinhas, vulcânicas;
grutas ossíferas, com guano, com estalactites, lagoas, etc.;
grutas pintadas (desenhos pre-históricos), etc., etc.

AS ÁGUAS

- INFILTRAÇÃO: ... { lenta nas fendas pouco abertas (Ribeira da Lage, perto de Quenena); não confundir com a infiltração nas aluviões dos *talvegues*;
brusca (Ribeira de Amiais nos Olhos de Água, perto da resurgência do Alviela); *pertes, engouffrements*.
- NASCENTES: { emergências das águas de uma toalha aquífera das rochas regularmente permeáveis (*perméabi-*

(1) G. Hartung: *Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuertaventura*, Taf. VIII und IX.

NASCENTES : { *lité en petit, par absorption ou imbibition*; Fonte da Pipa (Almada), das areias terciárias; fonte da Cruz da Oliveira (Monsanto), dos basaltos porosos, etc.;
sources.

RESSURGÊNCIAS : ... { emergências das águas de um *nivel aquífero* das rochas irregularmente permeáveis (*perméabilité en grand, par fissuration*); fontes dos calcáreos, dos basaltos não porosos, dos granitos não alterados; a maior parte dos *Olhos de Água* (Almonda, Alviela, fontes Chiqueda, de Rio Maior, de Ota, de Quenena, da praia de Cascais, etc.);
résurgences.

As nascentes têm um caudal menos variável do que as ressurgências, e a filtração das suas águas é melhor.





Fig. a — Vale de erosão do Ota (Alemquer). Aberto nos calcários jurássicos em camadas quasi horizontais, este vale tem uma secção transversal em V. Nas vertentes, os calcários formam paredes que apresentam abrigos rochosos, grutas de fendas (lapas) e alguns caldeirões laterais antigos; os *éboulis* (zonas claras) são muito desenvolvidos. É na saída deste vale que brotam os Olhos de Água de Ota, cujas águas devem ser captadas para a alimentação de Lisboa (caudal mínimo: 10.000^{m³} por 24 horas).



Fig. b — Caldeirão lateral antigo nos calcários jurássicos (Moutier, Jura suíço)



Fig. c — Caldeirão no granito grosseiro da ribeira da Caniça, na Serra da Estrôla



Fig. d — Marmitta torrencial nos granitos grosseiros da ribeira da Caniça,
na Serra da Estrêla



Fig. e — Marmitas (e clavinés) nos granitos do Douro, Porto de Rei



Fig. f—Pseudo marmitta dos lâpiais dos calcários cretácicos de Cascais



Fig. g—Corrosão dos lâpiais do Cretácico do Farol da Guia (Cascais)



Fig. h — Algar de abatimento num campo de lápias do Jurássico do Maciço de Porto de Mós
(W. do Cabeço das Pombas)

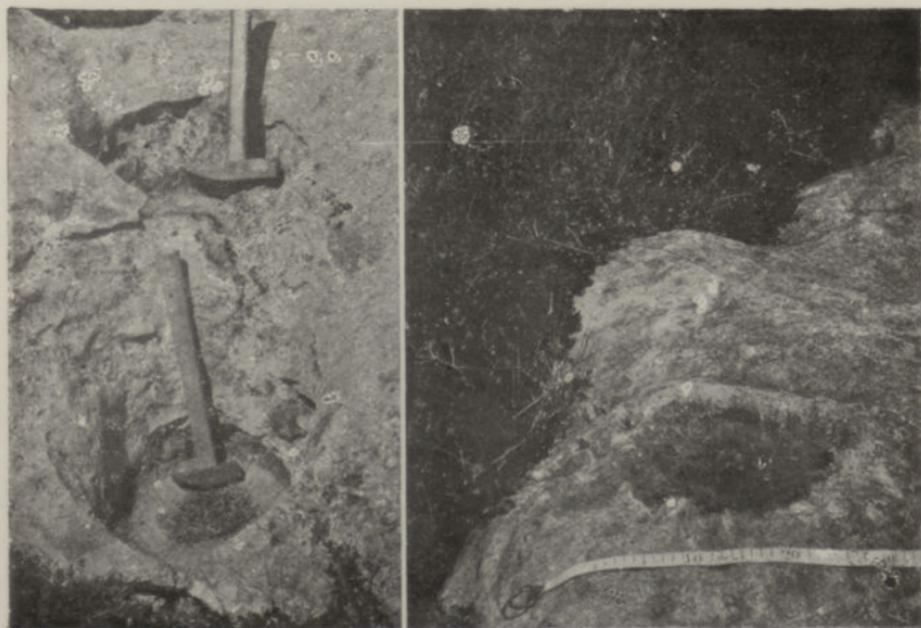


Fig. i — Escudelas e marmitas de corrosão do calcáreo cretácico de Cascais

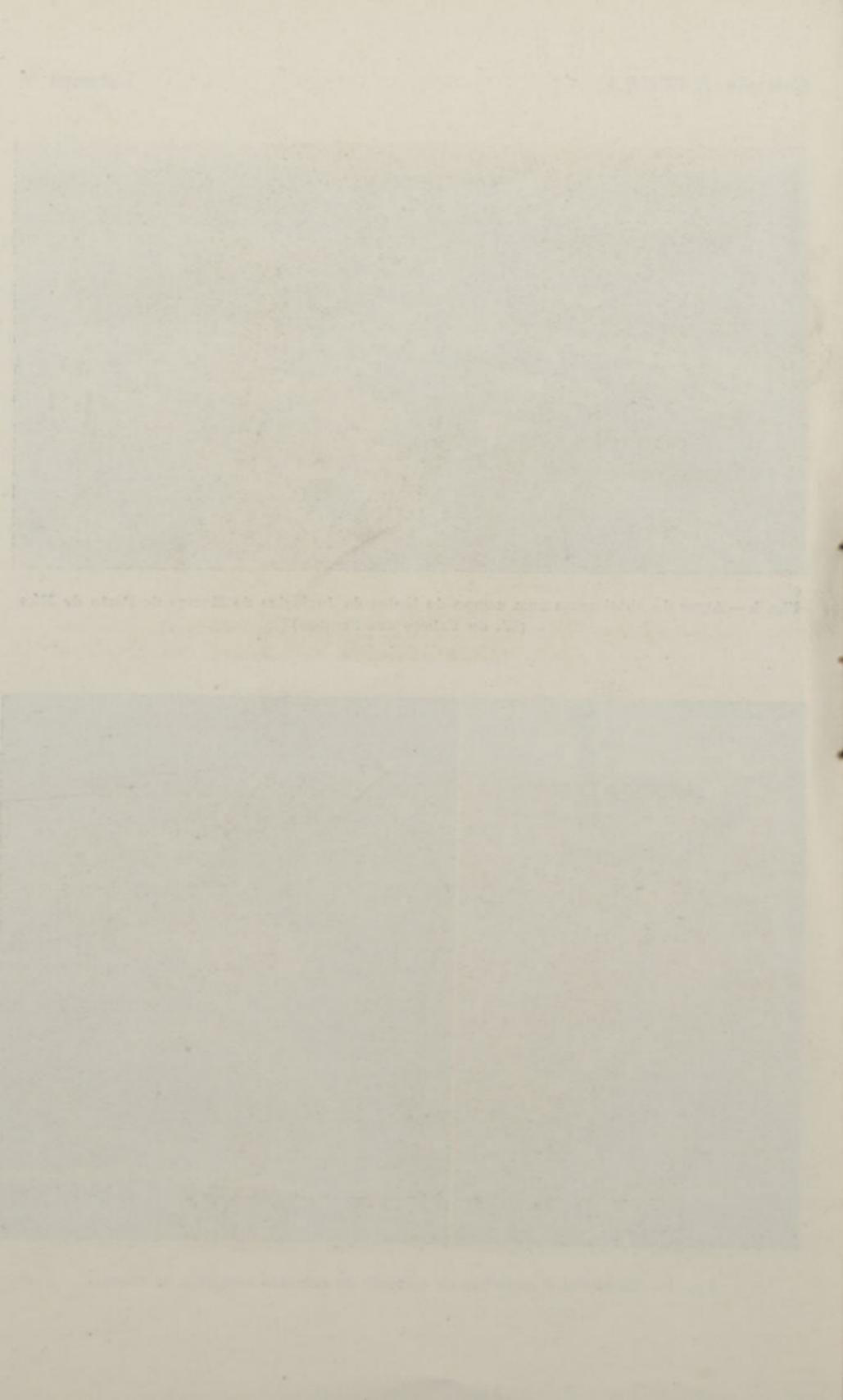




Fig. 1 — Fendas de absorção nas águas nos lápias cretácicos de Negrals (P. Furada)



Fig. m — Dolina tapada no calcáreo jurássico de Espinhoiro (M. de Porto de Mós)

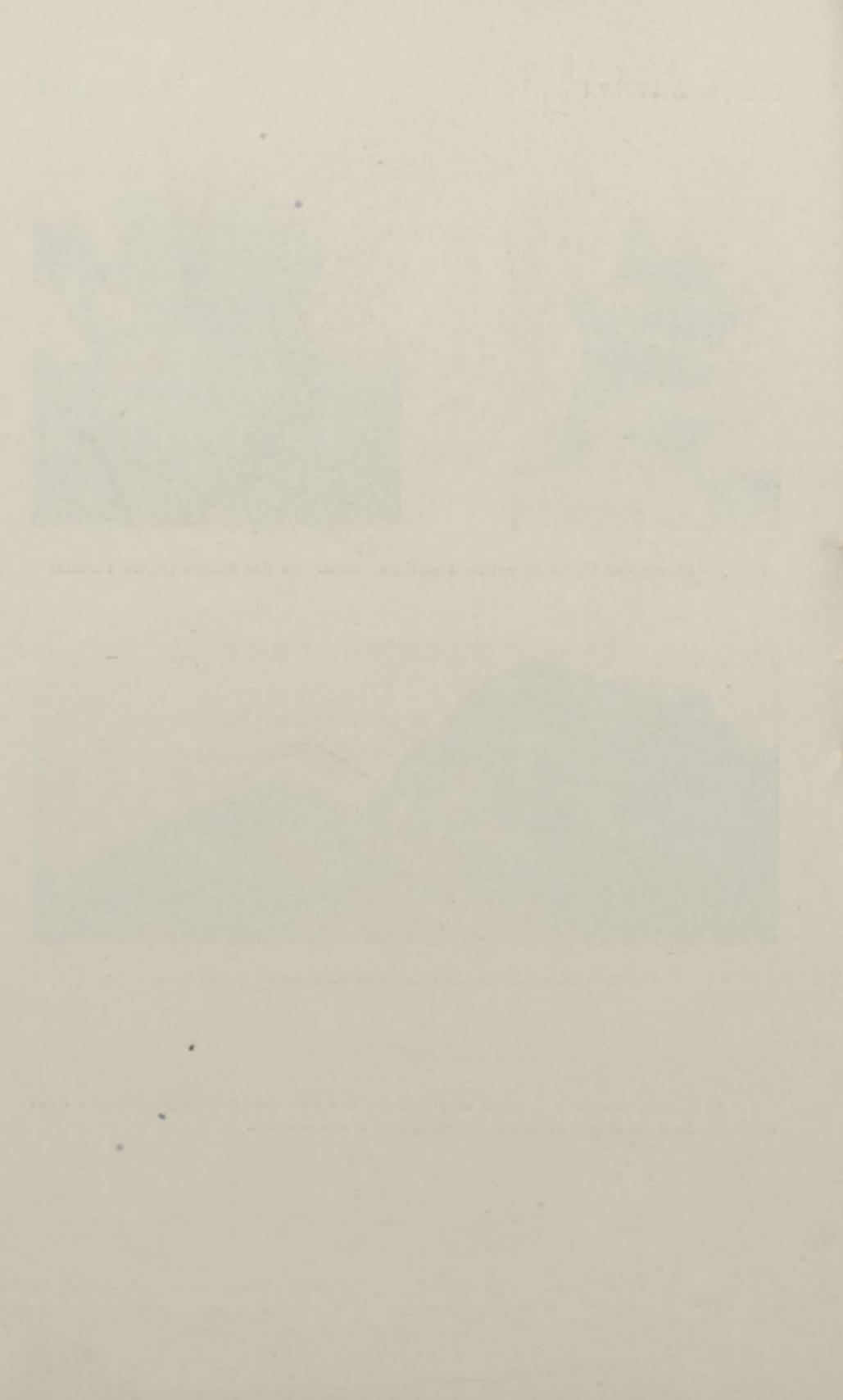


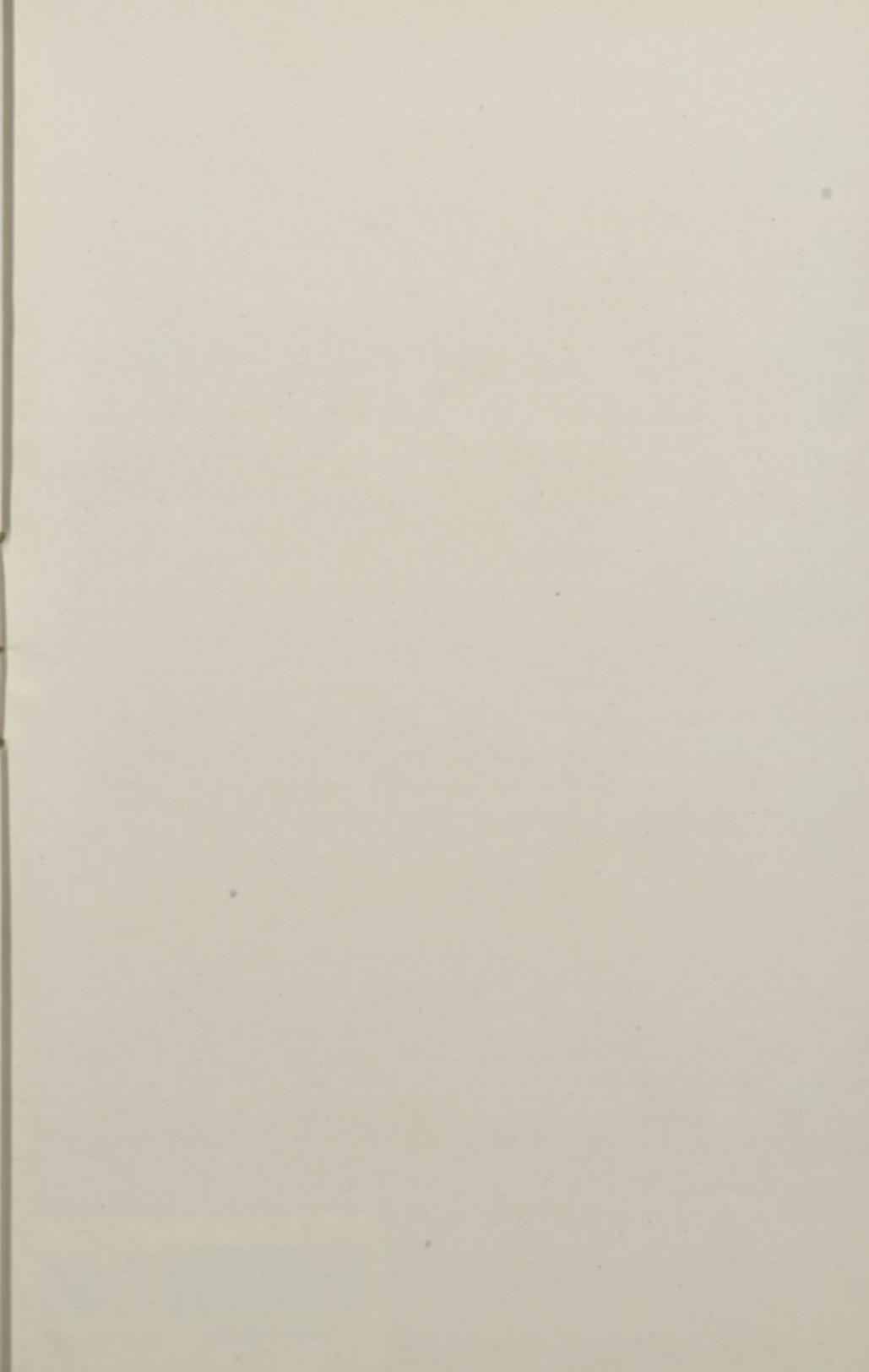
Fig. j -- Blocos dos lápis do calcereo cretacio de Granja dos Seroes (Pedra Furada)



Fig. k -- Caos dos granitos da Serra da Estrêla, Penha Rosa

As figuras das estampas são reproduzidas das duas publicaoes já indicadas: *Les lápis au Nord du Tage; Formes de desagregation et d'usure, etc.*







RÓ
MU
LO



CENTRO CIÊNCIA VIVA
UNIVERSIDADE COIMBRA

1329654547

Colecção NATURA

VOLUMES PUBLICADOS:

<i>O que pode ler-se na Carta Geológica de Portugal,</i> por Ernest Fleury.	3,500
<i>Os primeiros tempos da Idea Evolucionista,</i> por Paul Pelseneer	3,550
<i>As bases citológicas da hereditariedade,</i> por P. Ro- berto Chaves.. . . .	3,500
<i>O homem fóssil em Portugal,</i> por Joaquim Fontes	4,500
<i>Caracteres Sexuais,</i> por M. Athias.	8,500